

MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

MEJORA DE EFICIENCIA COMERCIAL

53



MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO

MEJORA DE EFICIENCIA COMERCIAL

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

www.conagua.gob.mx

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
Mejora de Eficiencia Comercial

ISBN: 978-607-8246-85-4

D.R. © Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines en la Montaña
C.P. 14210, Tlalpan, México, D.F.

Comisión Nacional del Agua
Insurgentes Sur No. 2416 Col. Copilco El Bajo
C.P. 04340, Coyoacán, México, D.F.
Tel. (55) 5174-4000

Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

Impreso y hecho en México

Distribución Gratuita. Prohibida su venta.

Queda prohibido su uso para fines distintos al desarrollo social.

Se autoriza la reproducción sin alteraciones del material contenido en esta obra,
sin fines de lucro y citando la fuente

CONTENIDO

Presentación	V
Objetivo General	VII
Introducción a la mejora de eficiencia comercial	IX
1. Panorama de la eficiencia comercial en México	1
1.1. Panorama	1
1.1.1 Niveles actuales de eficiencia	1
1.1.2 Programas de apoyo a la mejora de eficiencias	3
1.2. El Organismo Operador de agua potable	6
1.2.1 Descripción de sus sistemas	7
1.3. Pérdidas en los sistemas operacional y comercial	8
1.4. El sistema comercial	10
1.4.1 Objetivos y funciones	10
1.4.2 Descripción de los subsistemas comerciales	12
2. Mecanismos para la mejora de la eficiencia comercial	19
2.1. Indicadores nacionales de desempeño	19
2.1.1 Eficiencia física, comercial y global	19
2.1.2 Alternativas para el cálculo de las eficiencias	20
2.1.3 Eficiencia de conducción	21
2.1.4 Indicadores internacionales de desempeño	25
2.2. Fases para la mejora de eficiencias	31
2.2.1 Alcances de las Fases de mejora	33
2.3. Diagnóstico del sistema comercial	33
2.3.1 Niveles de diagnóstico	33
2.3.2 Evaluación de la Organización del Sistema Comercial	34
2.3.3 Evaluación de los procesos comerciales	39
2.3.4 Balance de agua	67
2.4. Cultura del agua y satisfacción del usuario	72
2.4.1 Cultura del agua	72
2.4.2 Satisfacción del usuario	73
3. Planificación de acciones de mejoramiento	75
3.1. Alternativas según resultados de diagnóstico	75
3.2. Procedimiento de planificación de acciones	83
3.2.1 Definición de metas de eficiencia	83
3.2.2 Selección y dimensionamiento de acciones	84
3.2.3 Análisis de costos de acciones	86

3.2.4 Cuantificación de beneficios	86
3.2.5 Análisis de rentabilidad de las inversiones	87
3.2.6 Eficiencia de equilibrio económico	91
Conclusiones	97
Bibliografía	99
Anexo	
A. Guía para la ejecución de acciones de mejoramiento de la eficiencia comercial	103
Ilustraciones	127
Tablas	129

PRESENTACIÓN

Uno de los grandes desafíos hídricos que enfrentamos a nivel global es dotar de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a la población, debido, por un lado, al crecimiento demográfico acelerado y por otro, a las dificultades técnicas, cada vez mayores, que conlleva hacerlo.

Contar con estos servicios en el hogar es un factor determinante en la calidad de vida y desarrollo integral de las familias. En México, la población beneficiada ha venido creciendo los últimos años; sin embargo, mientras más nos acercamos a la cobertura universal, la tarea se vuelve más compleja.

Por ello, para responder a las nuevas necesidades hídricas, la administración del Presidente de la República, Enrique Peña Nieto, está impulsando una transformación integral del sector, y como parte fundamental de esta estrategia, el fortalecimiento de los organismos operadores y prestadores de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento.

En este sentido, publicamos este manual: una guía técnica especializada, que contiene los más recientes avances tecnológicos en obras hidráulicas y normas de calidad, con el fin de desarrollar infraestructura más eficiente, segura y sustentable, así como formar recursos humanos más capacitados y preparados.

Estamos seguros de que será de gran apoyo para orientar el quehacer cotidiano de los técnicos, especialistas y tomadores de decisiones, proporcionándoles criterios para generar ciclos virtuosos de gestión, disminuir los costos de operación, impulsar el intercambio de volúmenes de agua de primer uso por tratada en los procesos que así lo permitan, y realizar en general, un mejor aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas del país, considerando las necesidades de nueva infraestructura y el cuidado y mantenimiento de la existente.

El Gobierno de la República tiene el firme compromiso de sentar las bases de una cultura de la gestión integral del agua. Nuestros retos son grandes, pero más grande debe ser nuestra capacidad transformadora para contribuir desde el sector hídrico **Mover a México.**

Director General de la Comisión Nacional del Agua



OBJETIVO GENERAL

El *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento* (MAPAS) está dirigido a quienes diseñan, construyen, operan y administran los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento del país; busca ser una referencia sobre los criterios, procedimientos, normas, índices, parámetros y casos de éxito que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en su carácter de entidad normativa federal en materia de agua, considera recomendable utilizar, a efecto de homologarlos, para que el desarrollo, operación y administración de los sistemas se encaminen a elevar y mantener la eficiencia y la calidad de los servicios a la población.

Este trabajo favorece y orienta la toma de decisiones por parte de autoridades, profesionales, administradores y técnicos de los organismos operadores de agua de la República Mexicana y la labor de los centros de enseñanza.



INTRODUCCIÓN A LA MEJORA DE EFICIENCIA COMERCIAL

Para ubicar el nivel de la problemática y la necesidad urgente de aplicar medidas efectivas de reducción y control de pérdidas de agua en México, se debe decir que en 1950 la disponibilidad natural media anual per cápita de agua en el país era mayor a 18 000 m³, mientras que al año 2010 de 4 090 m³, previéndose que con el incremento de población disminuya a 3 815 m³ en el 2030 (CONAGUA, 2014), ubicando al país entre los de más baja disponibilidad de toda América.

El abastecimiento a las ciudades requiere de la captación de fuentes cada vez más lejanas y más profundas, con agua generalmente de menor calidad, que implica procesos más costosos de potabilización. Para hacer más complicada la situación, al 2013 se reportan por un lado eficiencias globales en los procesos de abastecimiento que varían del 16 por ciento al 75 por ciento (CONAGUA, 2014), y por otro una eficiencia global promedio, al 2013 de poco más del 45 por ciento (www.pigoo.gob.mx), que por un lado es un enorme reto, pero por otro es también la oportunidad para reducir un gran potencial de pérdidas de agua.

Las pérdidas de agua en los sistemas de distribución se pueden asociar directamente al deterioro de la infraestructura y a su operación, en cuanto a pérdidas físicas, y a deficiencias de facturación y cobro entre otros, en pérdidas comerciales. Sin embargo también son un reflejo del desarrollo institucional del organismo o empresa que los opera, así como de la concientización del público usuario. Incluso detrás de esto podrían encontrarse otros factores que influyan directa o indirectamente con los niveles de pérdidas, a favor o en contra.

En lo que corresponde a la eficiencia comercial, que referida a las cuatro funciones fundamentales del sistema comercial de los organismos operadores (atender la demanda por la prestación de los servicios, realizar el registro de los usuarios, controlar los servicios prestados, y establecer una cuenta por usuario para el registro y cobro periódico) y llevadas a cabo por los subsistemas respectivos de comercialización de los servicios, padrón de usuarios, medición de consumos, y facturación y cobranza, existe un importante potencial de reducción de pérdidas de este tipo, que impactan directamente en los ingresos necesarios para operar y mantener la infraestructura hidráulica de abastecimiento y para la administración general de la prestación de los servicios, impidiendo la autosuficiencia financiera de estos organismos.

Las mejores prácticas a nivel nacional e internacional indican que para mejorar la eficiencia global de un organismo operador de agua potable, es prioritaria la atención a las pérdidas comerciales, pues significan recursos con los que se podría atender y mantener también a la eficiencia física. Los programas exitosos tienen en común que han dirigido sus esfuerzos

primero a la identificación de usuarios (no registrados), la renovación del sistema informático comercial, el remplazo de medidores defectuosos, e incremento sustancial del número de conexiones medidas. *Sin embargo la planificación de estas acciones se debe analizar para cada caso de manera conjunta entre las áreas comerciales y operacionales, ya que por ejemplo con la instalación generalizada de medidores se pueden esperar ahorros en el consumo por parte de los usuarios, pero a la vez incremento de presiones en las redes de distribución, y por tanto el caudal de fugas. Es decir que esta acción debería ser acompañada de una acción operacional, como la del control de presiones. De la misma manera las acciones operacionales deben comunicarse al área comercial, ya que también le impactarán, como por ejemplo algún cambio en la continuidad del servicio.*

La eficiencia comercial es clave para la operación y mantenimiento de la infraestructura, entre otra la de saneamiento, que generalmente es la primera en pagar la cuenta por un ineficiente funcionamiento comercial y por otras ineficiencias, como puede ser la de cobro-pago del agua, en la que además de la inercia del usuario al no pago, se agrega la de no cobro por parte del organismo operador, por cuestiones políticas y de otro tipo.

Siguiendo con la anterior orientación, se describen las funciones básicas que realiza “el sistema comercial” de los organismos operadores; se puntualizan los principales problemas asociados con las sub áreas comerciales, como puede ser: alto número de usuarios clandestinos, padrón de usuarios no actualizado, baja cobertura de medición de consumos, altos rezagos debido a problemas de cobro-pago, y otros, que inciden en la ausencia de recursos económicos suficientes para operar y mantener el sistema de abastecimiento de manera adecuada.

En el tema de indicadores se describen los conceptos de eficiencia física, comercial y global con datos volumétricos, y sus variantes. Asimismo sus ventajas y desventajas respecto a otro tipo de indicadores, considerando la necesidad de un método estandarizado significativo para reportar y comparar el desempeño de las empresas (de agua), pues cualquier discusión relativa a pérdidas de agua debe ser precedida de una clara definición de los componentes del balance de agua, debido a la amplia diversidad de formatos y definiciones existentes (Lambert, 2002).

Se plantea la metodología para diagnosticar el funcionamiento y organización de las áreas comerciales, partiendo del balance de agua, necesario para identificar, valorar y disgregar las pérdidas en físicas y comerciales. Asimismo una guía para elaborar el plan de acciones de reducción y control de este tipo de pérdidas, los criterios para la estimación de beneficios de cada acción propuesta, y el análisis de su rentabilidad, de forma que se dé prioridad a aquellas que generen los mayores beneficios. Dentro de estas acciones se da especial atención a la modernización de las áreas comerciales. En todo esto se retoman las mejores prácticas nacionales, y también las internacionales.

1

PANORAMA DE LA EFICIENCIA COMERCIAL EN MÉXICO

1.1. PANORAMA

1.1.1 NIVELES ACTUALES DE EFICIENCIA

Conforme a la Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, Edición 2014 (CONAGUA, 2014), las eficiencias comerciales reportadas al año 2014 en algunos Organismos Operadores de Agua Potable y Saneamiento del País, considerando el indicador de eficiencia comercial como el cociente del monto cobrado entre el monto facturado, equivalente a la parte de eficiencia de cobro, variaron de la siguiente manera: en localidades con

población mayor a 50 000 habitantes, en un rango del 93 por ciento al 33 por ciento, en localidades con población mayor a 20 000 habitantes y menor a 50 000 habitantes, en un rango del 92 por ciento al 14 por ciento, y en localidades con población mayor a 2 500 habitantes y menor a 20 000 habitantes, de 93 por ciento a 11 por ciento.

Se observa en estos datos, que se pueden alcanzar valores de eficiencia comercial mayores al 90 por ciento, independientemente del tamaño de la localidad. Sin embargo, es notorio que en el límite inferior los valores reportados sí variaron en función de la población.

Ilustración 1. 1 Promedio de eficiencia comercial del 2002 al 2013, en ordenadas



Fuente: PIGOO (IMTA, 2014).

Por su parte, el IMTA (2014), a partir de información de 187 organismos operadores, responsables de la prestación de los servicios del 59 por ciento del total de la población del país, se reportó al año 2013 una eficiencia comercial promedio nacional, calculada como el cociente del *volumen de agua pagado entre el volumen de agua facturado*, del 72.7 por ciento. Es decir, se tiene un reto en el mejoramiento de esta eficiencia, de cerca 30 puntos porcentuales, los cuales significarían ingresos sustantivos para los organismos operadores del país, que les permitirían aplicar recursos para incrementar también la eficiencia física y la eficiencia global. Ver Ilustración 1. 1.

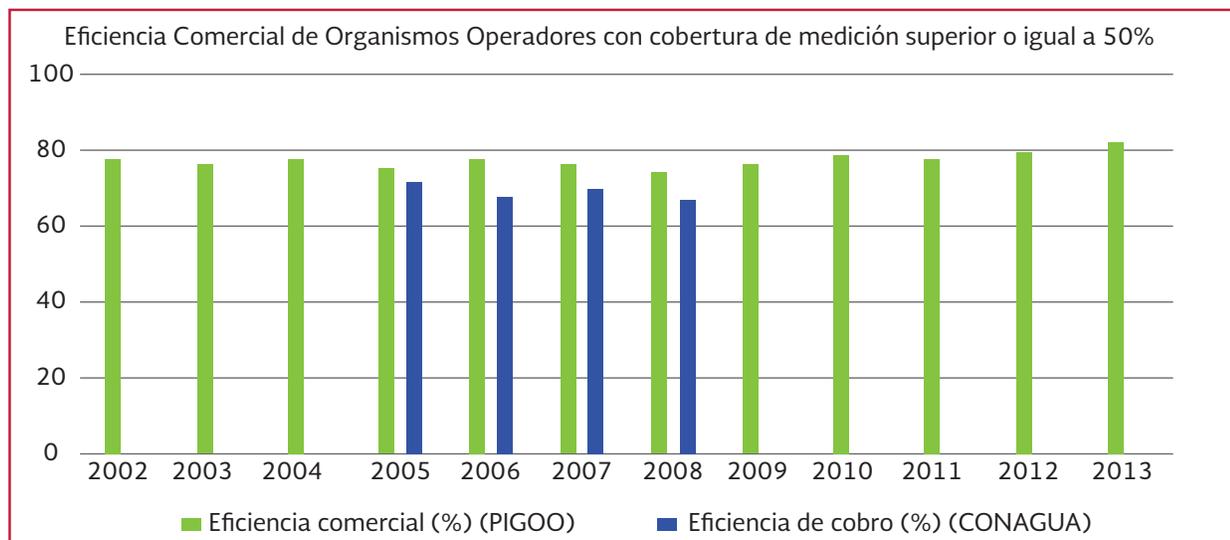
En la Ilustración 1. 2 se muestra la variación de la eficiencia comercial en los organismos con cobertura de medición de consumos igual o mayor al 50%. Es notorio el beneficio de la medición, ya que al 2013 la eficiencia comercial promedio reportada de estos organismos es de 82.9%. Se observa también que los valores alcanzados no se han dejado caer, e incluso en los últimos cuatro años empiezan a tener una tendencia a la alza. En cuanto a los niveles más altos de efi-

ciencia comercial, hay organismos operadores con valores reportados al 2013, arriba del 90%, e incluso hasta del 95% (IMTA, 2014).

La tendencia al alza que se presenta en la anterior ilustración, muestra que las inversiones que se realizan en acciones de mejora de la eficiencia y en el desarrollo institucional de los organismos operadores, mediante diferentes programas y proyectos, deben seguir aplicándose, de manera más eficiente y rentable. Hablando de eficiencia comercial, su mejora debe incluir además de la eficiencia de cobro descrita, a la eficiencia de facturación de los volúmenes consumidos, ya que es parte de las funciones de las áreas comerciales de los organismos operadores.

En este rubro una de las acciones primordiales de mejora de la eficiencia de facturación, es la identificación y registro de todos los usuarios de los servicios prestados por los organismos operadores, para su integración al padrón de contribuyentes. Un ejemplo de acciones para la modernización del sistema comercial es la instalación de cajeros automáticos, como una de las

Ilustración 1. 2 Eficiencia comercial promedio 2002-2013 de los organismos operadores participantes en el PIGOO con cobertura de medición igual o mayor al 50 por ciento (IMTA, 2014)



alternativas que faciliten al usuario el pago de sus consumos, y por tanto la eficiencia de cobro o recaudación.

1.1.2 PROGRAMAS DE APOYO A LA MEJORA DE EFICIENCIAS

La CONAGUA en sus diferentes programas federalizados, así como en el Programa de Devolución de Derechos (PRODDER), impulsa acciones para el incremento de las eficiencias física y comercial, como es el incremento de

coberturas de medición y otras. Asimismo El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S. N C. (BANOBRAS) de forma directa e indirecta apoya también programas de eficiencia. En la Tabla 1.1 se presentan los programas disponibles, con sus objetivos y requisitos para su autorización, los cuales según sus reglas de operación respectivas, pueden variar año con año. Ver inversiones 2013 en Ilustración 1. 3.

Respecto al impacto de los programas y proyectos de mejora de eficiencias, en todas partes

Tabla 1.1 Programas federales que apoyan el mejoramiento de eficiencias física y comercial

Programas	Objetivos y requisitos
<p>Programa de Devolución de Derechos (PRODDER)</p>	<p>Tiene como objetivo coadyuvar a la realización de acciones de mejoramiento de eficiencia y de infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales en municipios, mediante la asignación a los prestadores de los servicios de agua potable y saneamiento de los ingresos federales que se obtengan por la recaudación de los derechos por la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales.</p> <p>Son sujetos o candidatos al Programa, todos aquellos prestadores del servicio, que habiendo cubierto los derechos federales por el uso o aprovechamiento de aguas nacionales, por servicio público urbano, con poblaciones mayores a 2,500 habitantes, soliciten su adhesión, presentando para ello un Programa de Acciones, donde se comprometan a invertir junto con los recursos federales asignados, al menos otra cantidad igual. http://www.conagua.gob.mx/.</p> <p>Conforme a los LINEAMIENTOS para la asignación de recursos para acciones de mejoramiento de eficiencia y de infraestructura de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales de acuerdo a lo contenido en el artículo 231-A de la Ley Federal de Derechos, el programa de acciones debe describir acciones incluidas en el Estudio de situación del sistema de agua potable, drenaje y saneamiento de la localidad del "PRESTADOR DEL SERVICIO", que incluya la planeación a corto y mediano plazo, o en el Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral (DIP) (DOF, 19 de junio de 2014) .</p>
<p>Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA)</p>	<p>Tiene como fin apoyar a los prestadores de servicios en la atención a la población, en materia de cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.</p> <p>Para lo anterior, promueve la participación de capital privado como complemento a los recursos no recuperables que el programa brinda, y para ello, implica un cambio estructural que fomente la consolidación de los organismos operadores de agua, facilite el acceso a tecnología de punta, impulse la autosuficiencia, y promueva el cuidado del medio ambiente con proyectos de saneamiento, preferentemente ligados al aprovechamiento de las aguas residuales.</p> <p>Para participar en el PROMAGUA se requiere prestar los servicios de agua potable y saneamiento a localidades de más de 50 mil habitantes.</p> <p>El PROMAGUA tiene como objetivo apoyar también a localidades atendidas por organismos operadores intermunicipales, <i>en la mejora de eficiencias</i> e incremento de la cobertura y calidad de los servicios, con la participación del capital privado como complemento a los recursos no recuperables que otorga el programa.</p>

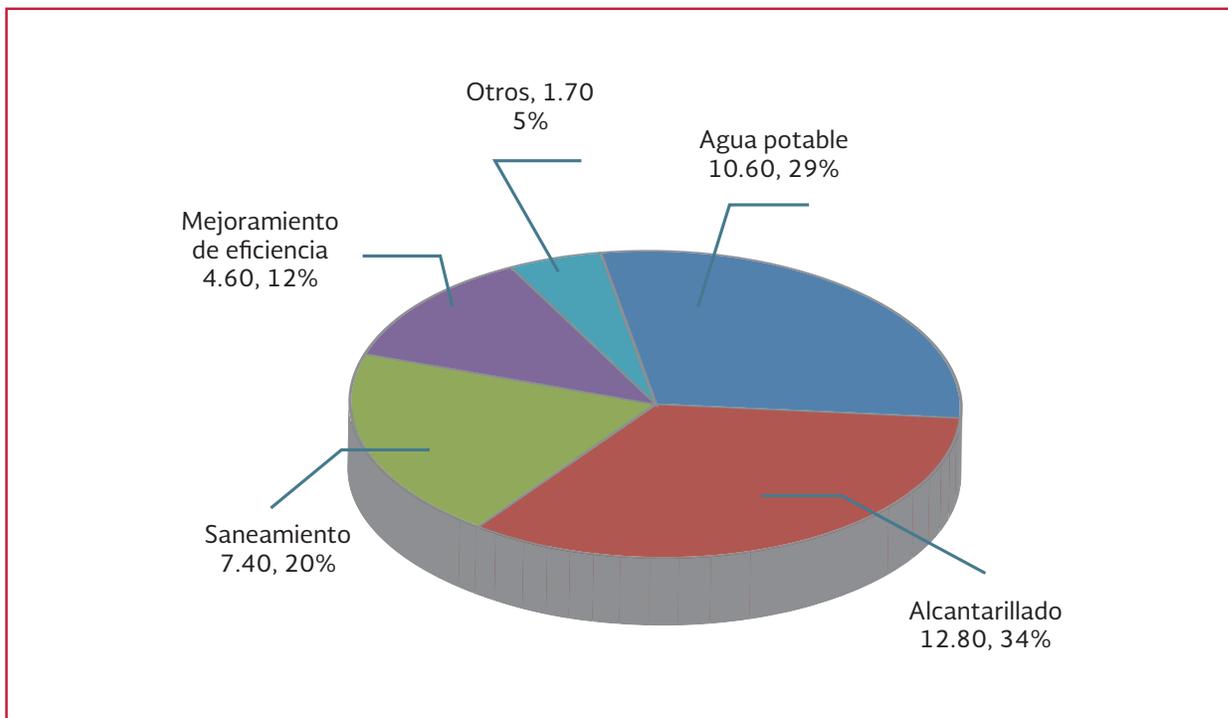
Tabla 1.1 Programas federales que apoyan el mejoramiento de eficiencias física y comercial (Continuación)

Programas	Objetivos y requisitos
<p>Modernización de Organismos Operadores de Agua (PROMAGUA)</p>	<p>Principales actores en el programa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agente técnico: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). • Agente financiero: BANOBRAS, como fiduciario del Fondo Nacional de Infraestructura (FNI). • Promotor: Prestador de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento en localidades mayores a 50 mil habitantes o en localidades atendidas por Organismos Operadores intermunicipales, con interés de involucrar a la iniciativa privada en alguna de las acciones que realiza. • Empresas privadas que llevan a cabo los proyectos en esquemas tipo DBOT1 generalmente a través de contratos de prestación de servicios (CPS). • Banca de desarrollo o privada en la que se constituye un fideicomiso de administración y fuente de pago. • Congreso del Estado del promotor, que debe autorizar una línea de crédito en cuenta corriente, irrevocable y contingente. http://www.conagua.gob.mx/. <p>Apoya diversos proyectos, entre ellos el de Mejora Integral de la Gestión (MIG), que incluye acciones de mejora de eficiencia física, con una aportación máxima no recuperable hasta del 40%. Su requisito es Estudio de Diagnóstico y Planeación Integral (DIP). CONAGUA (2012).</p>
<p>Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas (APAZU)</p>	<p>Este programa surge a partir de 1990, con el fin de hacer frente a la creciente demanda de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. El programa tiene cobertura a nivel nacional y está dirigido a localidades con población mayor a 2,500 habitantes, consistiendo su objetivo primordial en apoyar el incremento de la cobertura de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, mediante la rehabilitación y construcción de infraestructura hidráulica, promover el tratamiento de aguas residuales y apoyar acciones para el desarrollo institucional de los ejecutores.</p> <p>Procedimiento de selección</p> <p>Las solicitudes de las acciones serán priorizadas considerando primeramente acciones en localidades consideradas por la estrategia Sistema nacional para la Cruzada Contra el Hambre, las prioridades o metas del subsector, propuestas y determinadas por la CONAGUA, las obras iniciadas en años anteriores que requieran continuidad; en seguida las acciones de <i>macro medición, micro medición, de padrón de usuarios, facturación y cobranza</i>; http://www.conagua.gob.mx/.</p>
<p>Programa de mejoramiento de la eficiencia (PROME)</p>	<p>El PROME tiene como fin mejorar la calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, mediante el incremento de la eficiencia física, comercial y administrativa de los Organismos Operadores participantes por medio de asistencia técnica y financiamiento.</p> <p>Criterios generales de Priorización</p> <p>Con base en la disponibilidad presupuestaria, la propuesta de acciones presentada por el organismo operador (OO) podría ser jerarquizada conforme a los siguientes criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> Organismos operadores que participaron en el PATME o PROME y que requieran continuar ejecutando acciones de mejoramiento de eficiencia Organismos operadores del Valle de México (principalmente los usuarios del Sistema Cutzamala o de pozos PAI) Organismos operadores que presenten niveles bajos de eficiencia global Otros organismos operadores que hayan expresado interés en mejorar sus eficiencia <p>Criterios específicos de elegibilidad:</p> <p>Además de los criterios generales de selección, se requiere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tener elaborado un estudio simplificado de la situación del sistema de agua potable, drenaje y saneamiento (ESSA), un diagnóstico integral de planeación (DIP) o algún otro documento de planeación del OO con un plan de inversión priorizando las acciones de eficiencia a corto y mediano plazo (sustancialmente acorde a los términos de referencia (TDR) de la CONAGUA) • Los OO deberán presentar anualmente a la CONAGUA los indicadores de gestión soportados documentalmente <p>http://www.conagua.gob.mx/</p>

Tabla 1.1 Programas federales que apoyan el mejoramiento de eficiencias física y comercial (Continuación)

Programas	Objetivos y requisitos
Programa de Modernización del Área Comercial de Organismos Operadores de Agua	<p>Objetivo</p> <p>Fortalecer los ingresos propios municipales a través de incrementar la recaudación de los derechos por consumo de agua, mediante la actualización del padrón de contribuyentes y mejoramiento de la eficiencia del Área Comercial.</p> <p>Apoyos</p> <ul style="list-style-type: none"> • 100% del costo total por la elaboración del diagnóstico, plan de acción, proyecto ejecutivo, supervisión y emisión del dictamen técnico de cumplimiento. • Rembolso al Municipio del 40% del costo total de inversión en la ejecución del proyecto ó 10 mdp como máximo. (El rembolso se realiza a la conclusión y emisión de dictamen técnico favorable del Proyecto). • Financiamiento para la ejecución del Proyecto. • Asistencia Técnica para el proceso de contratación de acciones, así como durante la ejecución del proyecto. <p>Requisitos mínimos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de ingreso 2. Acuerdo del Consejo Directivo o Junta de Gobierno del Organismo 3. Carta de Adhesión al Programa. <p>http://www.banobras.gob.mx/productosyservicios/productos/asistenciatecnicaayfinanciera/Paginas/Programa-de-Modernizaci%C3%B3n-del-%C3%81rea-Comercial-de-Organismos-Operadores-de-Agua.aspx</p>

Ilustración 1. 3 Inversiones federales aplicadas en agua potable y saneamiento en el año 2013 en miles de millones de pesos, incluyendo mejoramiento de eficiencia. Fuente: Adaptada de la Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, Edición 2014 (CONAGUA, 2014).



existe la preocupación sobre su efectividad y sustentabilidad. Se desea ver resultados tangibles manifestados en mayores ingresos por incremento del padrón de usuarios y en menores egresos por reducción de costos de operación. Asimismo a través de un mejor servicio a los usuarios, reducción de tiempos de atención en trámites de pagos y aclaraciones, de mayores coberturas a partir de la reducción de pérdidas físicas y del control de consumos, de una mejor imagen de las empresas de agua, etcétera. Sin embargo la percepción en muchos casos es de expectativas no satisfechas o satisfechas parcialmente, aunque hay también casos exitosos.

Algunas de las causas de falla detectadas en los proyectos de reducción de “agua no rentable” (ANR) son las siguientes (Liemberger R., 2006):

- Poco entendimiento de la naturaleza de las pérdidas,
- Falta de apreciación de su impacto,
- Pobre diseño de proyecto, y por consiguiente presupuestos mal estimados
- Información falseada del servicio para obtener financiamiento,
- Asimismo no comprender que la reducción de ANR no es un problema técnico aislado, sino que está atado a la administración y operación global, y que requiere de un compromiso de largo plazo.

Este documento llama la atención a varios aspectos que pueden incidir en el impacto y sustentabilidad de los programas de mejoramiento de eficiencias, en sus diferentes etapas: diagnóstico y balance de agua, planificación del programa, ejecución y evaluación de resultados, y monitoreo y control de pérdidas remanentes.

De acuerdo con la referencia anterior (Liemberger R., 2006), sobre una presentación del Instituto del Banco Mundial (WBI), las pérdidas comerciales son las más fáciles de atacar, por lo que se debe empezar de inmediato con acciones para ello, de manera prioritaria. Esto sin dejar de ver los posibles efectos en el sistema operacional, que en algunos casos si no se acompaña de acciones paralelas en esta área, pudieran tener efectos negativos en la misma.

Por otra parte, como otro elemento de sustento a la prioridad que tienen las pérdidas comerciales en la reducción de pérdidas, se debe tener en cuenta que cada metro cúbico de agua que ingresa al proceso de cobranza, ha acumulado costos operativos de conducción (incluyendo en los costos de este proceso los de captación, potabilización, y rebombado), distribución, facturación, y de la misma cobranza. Así que el metro cúbico de agua que se pierde en este proceso tiene mayor costo que el que se pierde en cualquier proceso anterior.

1.2. EL ORGANISMO OPERADOR DE AGUA POTABLE

Un Organismo Operador de agua potable y saneamiento constituye toda la organización, infraestructura, procesos, medios y recursos para captar, potabilizar, conducir y distribuir agua potable a los centros de población y a sus distintos tipos de usuarios: domésticos, comerciales, industriales y públicos. Asimismo para coleccionar, tratar y disponer las aguas servidas, y para proveer servicios relacionados.

Para cumplir con sus funciones y objetivos, los organismos operadores de agua potable y

saneamiento se integran básicamente por los sistemas: operacional, comercial, de planificación, financiero y administrativo, que se indican en la Ilustración 1. 4. Estos sistemas pueden identificarse en los organigramas de los organismos operadores del país, aunque no necesariamente con estas denominaciones y estructura, dependiendo del tamaño y tipo de organismo, de la legislación aplicable, así como de su propio desarrollo institucional. Cada uno de estos sistemas debe contar con su propio subsistema de información, o bien que se integre el Sistema de Información del organismo operador (OPS, 1981).

1.2.1 DESCRIPCIÓN DE SUS SISTEMAS

Los sistemas indicados en la Ilustración 1. 4 se describen a continuación de manera sucinta, conforma a (OPS, 1981), sólo como referencia del

tema central de este documento, que es el sistema comercial y su eficiencia de funcionamiento.

Sistema de Planificación

El sistema de planificación tiene entre sus objetivos analizar la cobertura de los servicios y el cumplimiento de las metas, realizar proyecciones de la demanda, la oferta, gestión de fuentes de abastecimiento, etcétera. Dentro de sus funciones está la formulación de los planes institucionales, a largo, mediano y corto plazo; establecer un sistema de información para control gerencial, programas y presupuestos, indicadores de gestión; establecer los subsistemas de planificación física, organizacional, económico-financiera, y de programación y control. El sistema de planificación elabora planes y programas de ampliación de coberturas y otras, de desarrollo institucional y económico - financieros, de la organización.

Ilustración 1. 4 Enfoque sistémico de un Organismo Operador de agua potable y saneamiento



Sistema operacional

El sistema operacional y su organización tienen a su cargo los proyectos, construcción y ampliación de los sistemas de agua y saneamiento, así como su operación y mantenimiento. Entre sus objetivos se encuentra el suministro de los servicios, en condiciones satisfactorias de calidad, cantidad, continuidad, cobertura y costo; el mantenimiento de las instalaciones y los equipos para que operen de manera eficiente y confiable; generar información sobre la infraestructura de agua y saneamiento: estado, suficiencia, costos de operación y mantenimiento, etcétera.

Sistema comercial

El Sistema Comercial y su organización tienen la importante tarea de realizar la promoción y venta de los servicios, y la recuperación de los costos que conlleva su prestación, permitiendo la autosuficiencia financiera de los Organismos Operadores, siempre y cuando su funcionamiento sea eficiente.

Sistema financiero

Este sistema es fundamental junto con el anterior, para lograr la autosuficiencia financiera de los organismos operadores. Incluye las políticas y normas para la realización de sus operaciones financieras, los procedimientos y métodos para registrar y evaluar la gestión financiera, e informar sobre sus resultados. Tiene la función de administrar los recursos financieros, que incluye la ejecución y control de los fondos, la gestión de recursos externos, y cumplimiento de las obligaciones contraídas. Asimismo lleva la contabilidad para determinar la situación financiera de los organismos, para control de costos de las

operaciones, como es el costo por metro cúbico producido de agua potable y otros, y para revisar el cumplimiento de los presupuestos programados.

Sistema administrativo y de apoyo

Este sistema está a cargo de los recursos humanos (desarrollo humano), los suministros, la administración de los bienes patrimoniales de los organismos operadores, la administración de vehículos, y la comunicación social, entre otros, para que los demás sistemas puedan cumplir con sus funciones.

1.3. PÉRDIDAS EN LOS SISTEMAS OPERACIONAL Y COMERCIAL

Los sistemas operacional y comercial son los que más personal requieren, y son la cara de los organismos ante los usuarios. El operacional por sus funciones de manejo y control de la infraestructura, desde la captación hasta la distribución a los usuarios. El comercial por las funciones que realiza desde la comercialización del servicio, hasta la facturación y cobranza del mismo.

En la Ilustración 1.5 se muestra un esquema de los procesos de abastecimiento, operacionales y comerciales, y cómo los volúmenes de agua van disminuyendo debido a las pérdidas de agua en cada uno de ellos. Las pérdidas asociadas a los procesos operacionales son conocidas como *pérdidas físicas*, y más recientemente como *pérdidas reales*. Las asociadas a los comerciales como *pérdidas comerciales*, y como *perdidas aparentes*.

Dentro de las pérdidas comerciales se encuentran las pérdidas de facturación debido a las

conexiones clandestinas de agua potable y la submedición de consumos, pero dentro de estas también puede haber otras como los errores de lectura en los aparatos de medición, lecturas inventadas, errores en la descarga de datos en el sistema informático comercial, errores de procesamiento y otros. Asimismo pueden existir, además de problemas de pago, problemas de cobro, cuando los organismos no hacen las notificaciones de forma regular para informar a los usuarios sus consumos periódicos, los montos respectivos y demás información, para que los cubran mediante alguna de las opciones dispuestas por los organismos.

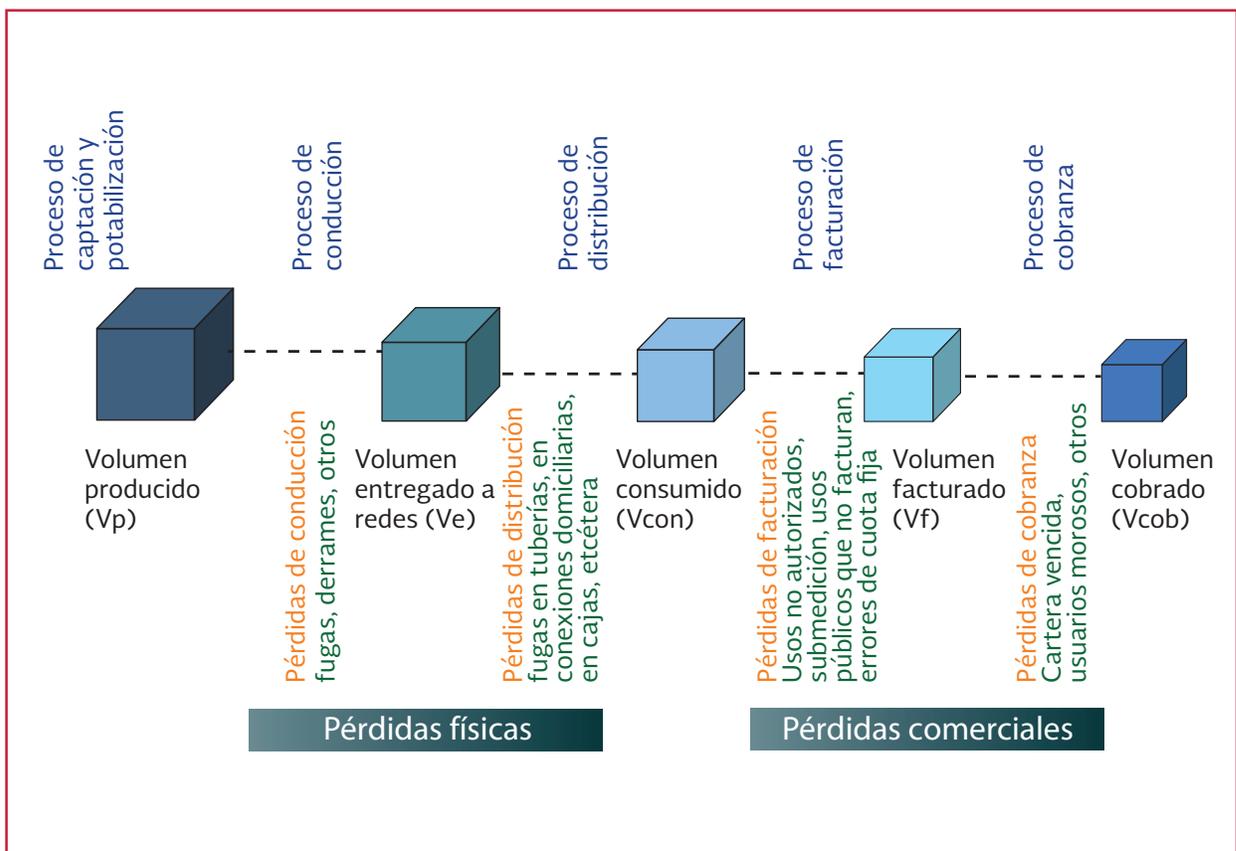
También dentro de las pérdidas comerciales se incluyen las de cobranza, como es la cartera vencida y las de usuarios morosos. Sin embargo puede haber otro tipo de pérdidas, como puede

ser el manejo discrecional, sin control, y sin justificación, de descuentos a usuarios de bajos recursos, en los que se incluyan a otros usuarios.

Como se verá más adelante, es muy difícil separar con exactitud las pérdidas físicas de las comerciales, y generalmente causa polémica entre las áreas responsables de estos dos sistemas. El concepto denominado *Agua No Contabilizada* (ANC), aunque un tanto en desuso, incluye las pérdidas físicas más las pérdidas comerciales de facturación.

En el siguiente apartado se describe brevemente el sistema comercial y sus subsistemas, no con el fin de hacer una presentación de sistemas organizacionales, si no de establecer sus funciones básicas, en cuya ejecución se pudieran detectar oportunidades de mejora y fuentes de pérdidas.

Ilustración 1. 5 Procesos operacionales y comerciales y sus pérdidas volumétricas



1.4. EL SISTEMA COMERCIAL

Se presentan sólo los aspectos básicos del sistema comercial y sus subsistemas, sus objetivos y funciones, su importancia dentro del organismo operador para la generación de ingresos, y sus diversas interrelaciones al interior y al exterior del propio organismo, con el fin de estar en posibilidad de identificar posibles fuentes de pérdidas, así como sus causas y sus posibles soluciones, que es el objetivo principal de este libro de mejora de la eficiencia comercial.

Por otra parte, los Organismos Operadores cuentan con sus propios manuales de organización, en los que describen su sistema organizacional específico, misión y visión, funciones de las áreas, perfiles del personal, leyes y reglamentos en los que se basan, información general para los empleados, etcétera. En este sentido, en las actividades de diagnóstico de la eficiencia comercial, habría que referirse a esta documentación específica.

1.4.1 OBJETIVOS Y FUNCIONES

Como se ha descrito, el sistema comercial tiene la responsabilidad de realizar la promoción y venta de los servicios, de manera eficiente, así como la recaudación respectiva con el fin de permitir los ingresos necesarios para el buen funcionamiento de los organismos operadores y su autosuficiencia financiera, lo que a su vez les permitirá tener los recursos necesarios para ampliar la cobertura del servicio, y proporcionarlo a las clases más desprotegidas, de conformidad con la estructura tarifaria y las políticas de atención que en cada uno se tengan establecidas.

El sistema comercial lleva a cabo sus funciones a través de cuatro subsistemas básicos, que como se ha dicho no necesariamente tendrán estas denominaciones y estructura en los Organismos Operadores del país, pues dependerá de factores como el tamaño, tipo de organismo, legislación aplicable, y su desarrollo institucional: *Comer-*

Ilustración 1. 6 Esquema de Subsistemas Comerciales

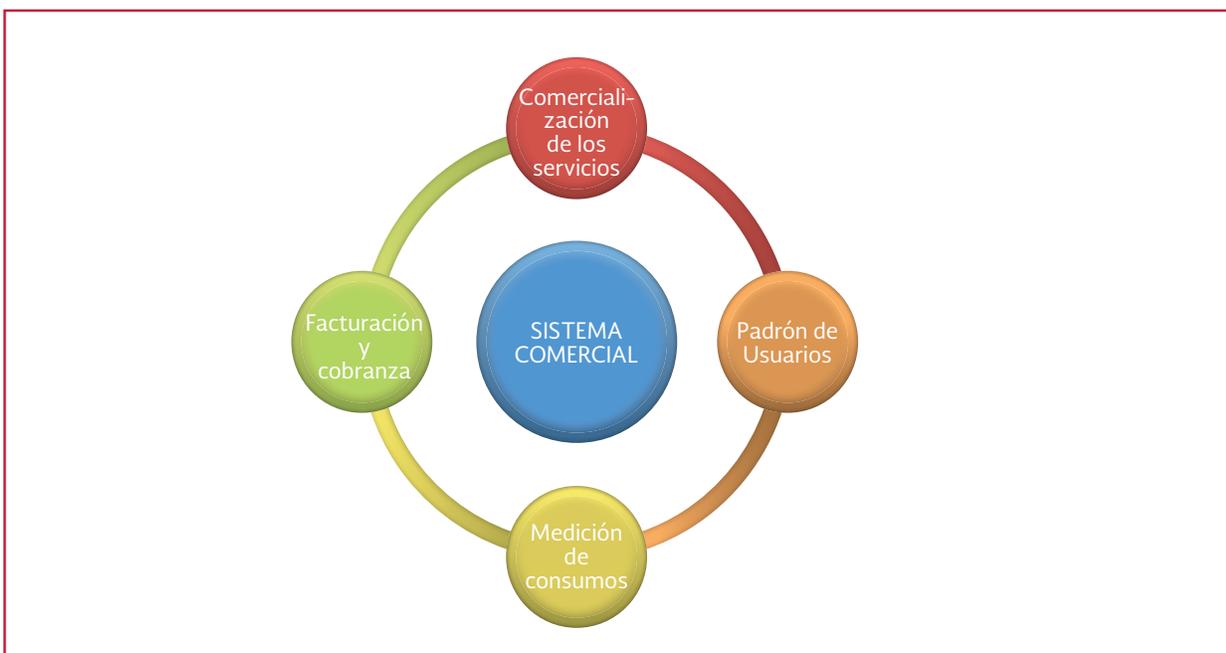


Tabla 1.2 Subsistemas comerciales y sus objetivos

Subsistemas	Comercialización de los servicios	Padrón de usuarios	Medición de consumos	Facturación y cobranza
Funciones	Ampliar la cobertura de los servicios y el número de usuarios registrados, brindando la atención adecuada a la clase que correspondan.	Hacer el registro de los usuarios de los servicios que constituyen el mercado del Organismo Operador, los actuales para poder cobrarles, y los factibles y potenciales para planificar la ampliación de la cobertura.	Tener bajo control la prestación de los servicios, con el fin de brindarlos al mayor número de usuarios.	Establecer una cuenta por cada usuario para registrar sus consumos periódicos, los montos respectivos, sus pagos, y control del pago a tiempo.

cialización de los Servicios, Padrón de Usuarios, Medición de Consumos, y Facturación y Cobranza. (Ver Ilustración 1. 6). En la Tabla 1.2 se describen los objetivos de cada uno de estos subsistemas comerciales (OPS, 1981).

En la Ilustración 1. 7 se muestra la interrelación del Sistema Comercial, en su ambiente interno con los demás sistemas de un Organismo Operador, y en el externo con el mercado de consumo de los servicios de agua y saneamiento, para el cumplimiento de sus objetivos y funciones de promoción y venta de los servicios, así como de recaudación, las cuales son claves para cumplir con los objetivos y metas de los organismos.

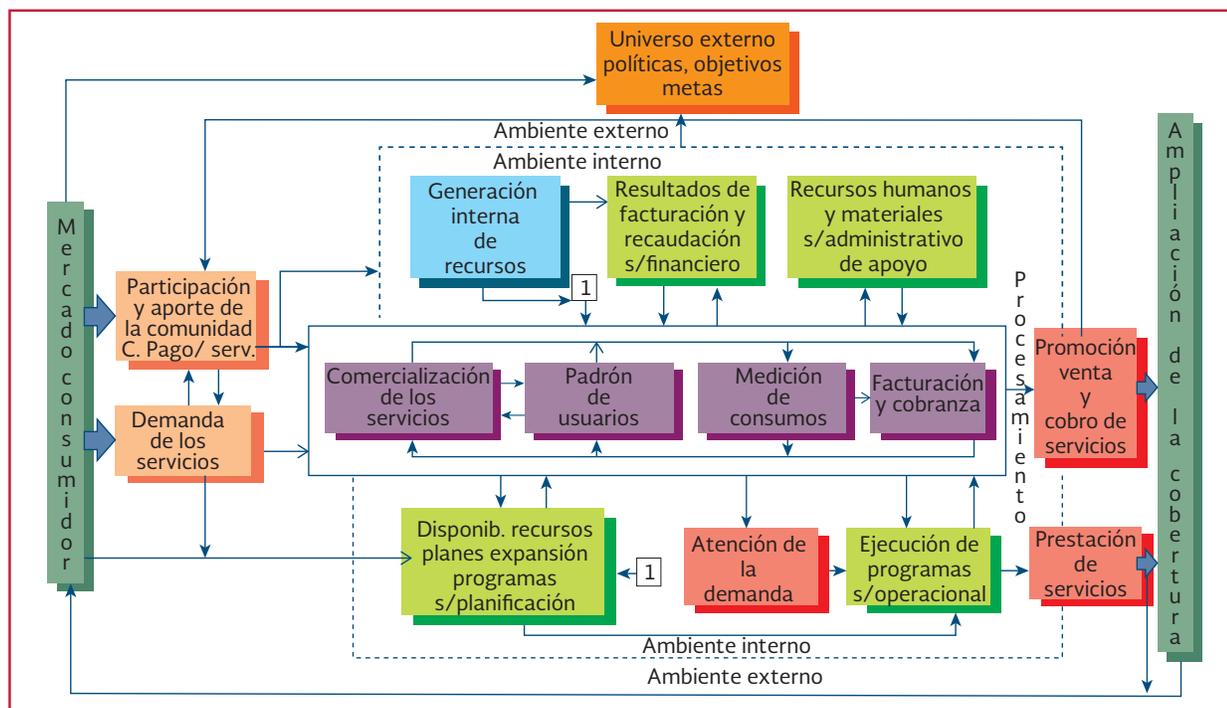
Las interrelaciones que se muestran en la Ilustración 1. 7 se desarrollan de la siguiente manera:

- En el ambiente externo el mercado consumidor de los servicios genera una demanda, que se recibe directamente en el sistema comercial, el cual para su atención la transmite al Sistema Operacional, según la oferta disponible, en función de producción e infraestructura de distribución, de alcantarillado, y de saneamiento. Pero también esta demanda se percibe externamente por los sectores que establecen las políticas,

objetivos y metas de cobertura, e internamente en el Sistema de Planificación.

- Si hay disponibilidad el sistema comercial realiza la promoción, venta y cobro de los servicios, mientras que el sistema operacional lleva a cabo su prestación, interactuado así, junto con el sistema comercial, con el mercado consumidor, o sea con los usuarios, que participan con el organismo operador aportando el pago de los servicios. Esto genera recursos internos que son administrados y contabilizados por el sistema financiero para determinar la situación financiera, controlar costos de las operaciones, y para revisar el cumplimiento de los presupuestos programados
- Si no hubiera oferta disponible para atender las demandas, el Sistema de Planificación revisa sus planes y programas de ampliación, y en su caso los actualiza. Estos son ejecutados por el Sistema operacional mediante la elaboración de proyectos ejecutivos, construcción de las obras, su operación y mantenimiento, resultando en la ampliación de la cobertura de los servicios
- El Sistema Administrativo y de apoyo se interrelaciona con el Sistema Comercial, con el Operacional y con los demás,

Ilustración 1. 7 Áreas del Sistema Comercial. Interrelaciones internas y externas



Fuente: Adaptada de OPS (1981)

proveyendo del recurso humano, los suministros, el transporte y demás requerimientos para su funcionamiento

- Todas estas interacciones son posibles al contar con sistemas de información y comunicaciones en los organismos operadores. Por ejemplo el Sistema Comercial debe contar con su sistema informático con la base de datos de los usuarios, en las cuales se registren las lecturas de consumos, los pagos, etcétera. En este mismo ejemplo se pueden combinar los sistemas de información con las comunicaciones, si las lecturas son tomadas y registradas en terminales remotas (hand held's) que puedan enviarlas en tiempo real al sistema informático para su revisión y procesamiento
- Dentro de los subsistemas comerciales el subsistema de comercialización de los servicios interactúa directamente con el

de padrón de usuarios, debido a los contratos e instalación de nuevas conexiones domiciliarias, con sus altas respectivas. Asimismo el subsistema de medición de consumos con el de facturación y cobranza por la toma de lecturas y su descarga en el sistema informático para su proceso de facturación

1.4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SUBSISTEMAS COMERCIALES

Comercialización de los servicios

Dentro del Sistema Comercial, este subsistema es el que directamente recibe los requerimientos de servicios, y los atiende según la oferta disponible, coordinando los programas de ampliación de la cobertura con el área responsable de su ejecución, con la finalidad de satisfacer las necesidades de estos servicios

tanto como sea posible, a través de una distribución eficiente.

Es el área de “ventas” de los organismos operadores, que busca expandir su mercado, así como mantenerlo. Los requerimientos de suministro se evalúan y se atienden junto con el Sistema Operacional, que finalmente es el que realiza la prestación de los servicios. Incluye la toma de decisiones en la planeación y evaluación de la infraestructura actual y futura. Todo esto conforme a las leyes y reglamentos particulares de cada Estado en materia de agua.

Entre sus principales funciones está la de participar en la realización de estudios tarifarios, en la instalación de nuevas conexiones domiciliarias, realizar sus contratos, dar atención al público, aplicar mecanismos de control como el corte, reconexión, supresión, y atención de reclamos. Asimismo contar con normas técnicas

y procedimientos para estas funciones y realizar estudios socioeconómicos y encuestas del mercado para poder formular sus programas.

En su interrelación con los otros subsistemas, el **padrón de usuarios** le promueve información y estadísticas de los consumidores, ya sea que estén activos o con servicio cortado; **facturación y cobranza** que le suministra información periódica de la demanda, a través del número de conexiones con sus consumos, facturación, recaudación y otros datos; **medición de consumos** también con datos que caracterizan el comportamiento de los consumidores respecto al consumo y a las acciones de comercialización.

Padrón de usuarios

Este subsistema es el área a cargo de la base de datos de los usuarios, que consiste en un conjunto

Ilustración 1. 8 Departamento de Contratos y Padrón de Usuarios



de datos estructurados con la información particular de cada uno de los usuarios reales y factibles. Los usuarios se dan de alta en el padrón al iniciar el trámite de contratación, con el pago de derechos respectivo y la instalación de los servicios, toma domiciliaria, y/o descarga de aguas residuales. (Ver Ilustración 1. 8).

Entre sus objetivos principales está el de establecer y mantener actualizado el registro de contribuyentes como base de la facturación y cobro de los servicios, y registrarlos por tipos, clases y categorías. Asimismo registrar a los consumidores factibles y potenciales para fines de ampliación de la cobertura, y establecer una adecuada identificación para su localización física y demás acciones administrativas.

Medición de consumos

El subsistema de medición de consumos tiene por objetivo determinar de manera sistemática el volumen que consumen periódicamente los usuarios, para el cobro equitativo de los servicios prestados, logrando además un mejor uso del agua distribuida, dentro de los valores planificados y proyectados. Este subsistema tiene las funciones de controlar la utilización racional del servicio de agua, establecer el grado de medición adecuado, mantener los medidores en condiciones de medir con exactitud, retroalimentar periódicamente el padrón de usuarios con información, y suministrar datos adicionales sobre la conexión y el medidor.

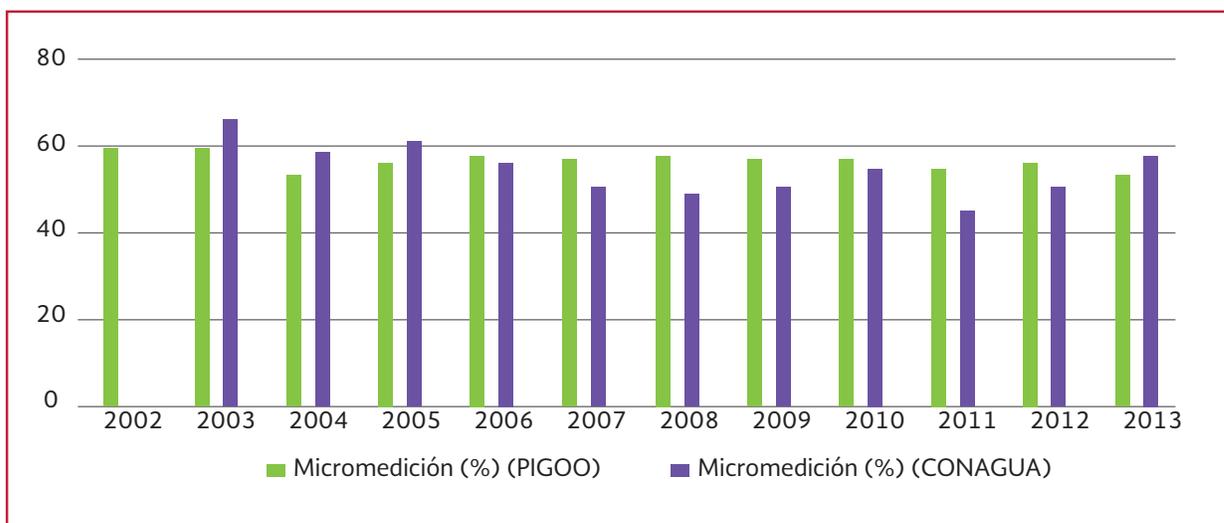
Por otra parte, un Organismo Operador aplica sus tarifas con base en la medición de los volúmenes de agua consumidos por los usuarios. Además, el disponer de los volúmenes consumidos, junto con los medidos en la producción, permite realizar el balance de agua del sistema.

La medición de consumos genera beneficios técnicos por una mejor distribución de la producción disponible, la regulación de las presiones en redes de distribución, una mejor operación del servicio suministrado, y la determinación de las necesidades operativas, entre otros. Entre los beneficios financieros se tiene el incremento de ingresos en general, y la reducción de usuarios factibles debido a que aquellos usuarios registrados, con medidor, les será facturado el consumo de sus vecinos si les permiten conectarse a su toma. Entre los beneficios sociales se encuentra la prestación uniforme del servicio de agua y la aplicación de una tarifa socialmente justa.

Como se menciona en el libro “*Sistemas de medición del Agua: Producción, Operación y Consumo*” del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) los pesos y las medidas son la base para el comercio, el mercado y las leyes para su regulación. Los productos de consumo se compran por peso, por tamaño, o por volumen; los servicios como la electricidad y el agua, también se miden para la aplicación de tarifas que permitan cubrir los costos que se generan con su prestación, afectando a su vez las economías domésticas. Por ello todas las actividades diarias están ligadas a la metrología.

Por muchas razones, no sólo de tipo comercial, lo deseable es que el 100% de las conexiones domiciliarias cuenten con aparato de medición en condiciones de funcionamiento adecuadas. Actualmente las coberturas promedio de medición de consumos a nivel nacional están por abajo del 60%, aunque, como se observa en la Ilustración 1. 9, en los últimos cuatro años se nota una tendencia a la alza. Esto debido a los diferentes programas federalizados y de otro tipo que apoyan acciones como estas. También se debe

Ilustración 1. 9 Cobertura promedio de medición de consumos. Unidades de % en las ordenadas



Fuente (PIGOO, IMTA 2014)

decir que hay varios organismos operadores con el 100% de medición de consumos, y otros cerca de ese porcentaje.

Para que un sistema de medición de consumos pueda impactar en el fortalecimiento del organismo operador y en su eficiencia comercial, para alcanzar su autosuficiencia económica, debe contar con apoyos como los siguientes:

- Un Padrón de Usuarios confiable
- Aparatos de medición bien dimensionados y debidamente instalados conforme a normatividad
- Personal capacitado para realizar correctamente la toma de lecturas en los medidores.
- Un taller de medidores operado por personal capacitado, para mantener todos los medidores en condiciones adecuadas de funcionamiento
- Un sistema de facturación y cobro que permita, con base en las lecturas de consumos y la aplicación de las tarifas respectivas, el cobro correcto de los mismos
- Un sistema adecuado de tarifas

En cuanto a la selección del tipo de medidores de consumo, los más usados en México son los de turbina, dado que son más robustos, mientras que los medidores volumétricos, aunque son más precisos, son también más delicados y requieren muy buena calidad del agua que se distribuye (Consultar detalles de selección en el libro “*Sistemas de medición del Agua: Producción, Operación y Consumo*” del MAPAS). Ambos son mecánicos, y les aplica la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCFI-1994, “Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-Medidores para agua potable fría –Especificaciones”. La versión vigente incluye sólo este tipo de medidores, recalcando que son para agua potable fría. Sin embargo en su aplicación se pueden encontrar condiciones fuera de norma que pueden afectar su funcionamiento en el corto o en el mediano plazo, como es el caso de arenillas y sedimentos, así como el servicio tandeado que ocasiona flujo de aire.

El dimensionamiento de un medidor consiste en determinar la capacidad que deberá tener el aparato que se instalará en una conexión en

Ilustración 1. 10 Evaluación de medidores de consumo



particular, nueva o existente. El correcto dimensionamiento influye de manera decisiva en la reducción de las pérdidas por submedición, ya que esta se presenta cuando se instalan medidores con caudal mínimo superior al caudal que predomina en la conexión predial. Pero además los aparatos pueden presentar errores de medición que excedan los máximos permisibles según la norma anterior, debido a su antigüedad, calidad del agua, y otras causas. En el apartado *Prueba de errores de medición en campo* se presenta un procedimiento para evaluar los medidores en sitio. Ver Ilustración 1. 10.

Adicionalmente puede haber sub estimación de consumos en conexiones sin medidor, denominadas de cuota fija, así como mal funcionamiento y errores en la medición del servicio

tandeado, en el que al vaciar y llenar las tuberías se presenta flujo de aire. En el libro “*Sistema de Medición del Agua: Producción, operación y consumo*” del MAPAS se puede consultar el procedimiento paso a paso para dimensionar correctamente los aparatos de medición, y el procedimiento para determinar errores en la estimación de consumos de cuota fija. Asimismo recomendaciones para zonas de distribución con servicio tandeado, el cual no es bueno para las tuberías, que se someten a sobre esfuerzos, tampoco para el buen funcionamiento de los aparatos de medición, ni para las eficiencias física y comercial.

En el libro referido en el párrafo anterior, se pueden consultar aspectos como los siguientes para poder establecer, operar y mantener un ade-

Ilustración 1. 11 Medidores de consumo doméstico, sin la protección adecuada de un registro



- Errores permisibles de medición
- Instalación
- Calidad del agua
- Normativa y especificaciones
- Organización de la micromedición
- Tipo de lecturas de medidores
- Medición de altos consumidores
- Rutas
- Parque de medidores
- Mantenimiento
- Banco y taller de medidores
- Proyecto de micromedición

Facturación y Cobranza

cuado sistema de medición de consumos (ver en la Ilustración 1. 11 un ejemplo de instalación no adecuada de medidores de consumo):

- Dimensionamiento y selección de micro medidores

Entre sus funciones principales tiene: establecer una cuenta única para cada suscriptor en la que registren los consumos y que permita cobrarlos de manera periódica, registrar y controlar los pagos de cada usuario, y producir el proceso de facturación. Asimismo debe emitir

Ilustración 1. 12 Área de Cobranza



avisos o facturas con los valores a cobrar, establecer criterios de control que permitan detectar inconsistencias en los consumos, aplicación de sanciones y multas, generar estadísticas para evaluar el comportamiento de la facturación y cobranza, etcétera. Ver Ilustración 1. 12

Funciones específicas:

- Mantener un registro actualizado de todas las cuentas de los usuarios activos del Organismo Operador
- Registrar periódicamente en la cuenta de cada usuario el consumo de agua que le corresponda y calcular el volumen correspondiente para el periodo de recaudación establecido
- Calcular y registrar los importes que deben ser cobrados a cada usuario por periodo, de acuerdo con la política tarifaria, los reglamentos del Organismo Operador y las acciones administrativas que afectan tales importes
- Emitir facturas o avisos periódicos con los importes a ser cobrados; con la información complementaria que facilite a cada usuario; así como el importe que debe pagar en forma clara y precisa.
- Registrar en la cuenta de cada usuario los pagos efectuados por los servicios prestados
- Elaborar registros que permitan controlar las deudas no pagadas oportunamente, de acuerdo con el reglamento de servicios, las políticas de cobro y los procedimientos establecidos para tal efecto.
- Servir de apoyo al área de medición para detectar las características generales y el comportamiento de los consumos de los respectivos usuarios; preparando información que permita evaluar las políticas de medición.
- Servir de ayuda a la contabilidad, manteniendo el registro de las cuentas por cobrar de cada usuario con adeudo
- Elaborar información y datos estadísticos que permitan evaluar el comportamiento de este departamento y la respuesta de los usuarios a las políticas del Organismo Operador; principalmente a las de comercialización, en lo que respecta al reglamento del servicio; a la política tarifaria; a los programas de comercialización; etcétera
- Proveer al taller de medidores la información necesaria para que administre correctamente los medidores instalados, proporcionando además datos para sustituir a los deteriorados; identificar los medidores mal dimensionados

2

MECANISMOS PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA COMERCIAL

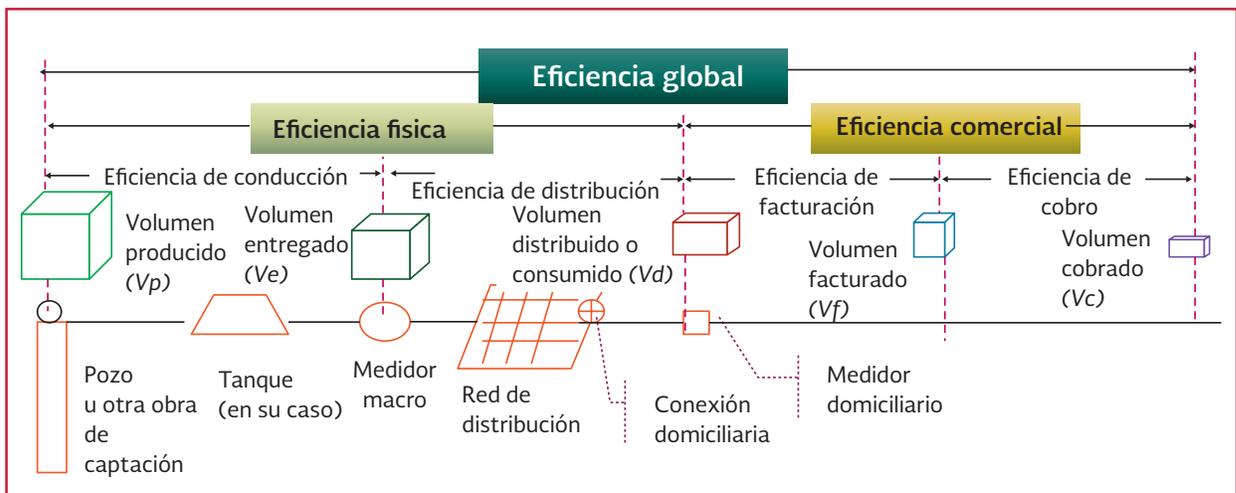
2.1. INDICADORES NACIONALES DE DESEMPEÑO

2.1.1 EFICIENCIA FÍSICA, COMERCIAL Y GLOBAL

Los procesos de abastecimiento se pueden disgregar en los procesos operacionales de producción, incluyendo la captación y potabilización en su caso, la conducción, y la distribución, en la que se puede incluir la regulación. Asimismo en los procesos comerciales de facturación, incluyendo la medición de consumos, y de cobranza. Como en cualquier otro producto se facturan en este caso, y se cobran, volúmenes de agua.

En Ilustración 2.1 se presenta un esquema en el que se puede observar que el volumen entregado a las redes de distribución es menor al volumen producido, debido a las pérdidas físicas que se tienen de un punto a otro (ver, Ilustración 2.2), principalmente en la conducción, por lo que se puede hablar de una *eficiencia de conducción*. Pero también se observa que el volumen distribuido o consumido por los usuarios, registrados y no registrados, es menor al entregado a las redes, por lo que se puede establecer una *eficiencia de distribución*, y de estas dos una *eficiencia física*. Siguiendo con este mismo criterio, se observa que el volumen que se factura es menor al que se consume, y se puede hablar de una *eficiencia de facturación*. Finalmente,

Ilustración 2.1 Eficiencia física, comercial y global



el volumen cobrado es menor al facturado, teniendo una eficiencia de cobranza, y de estos últimos la eficiencia comercial.

Finalmente, se puede ver que el volumen cobrado es menor al producido, presentándose la eficiencia global, la cual depende de la eficiencia física del sistema operacional, y de la eficiencia del sistema comercial. En este sentido las eficiencias de ambos sistemas están ligadas y no se pueden separar del todo.

Conforme al razonamiento anterior, se pueden establecer las eficiencias física, comercial, y global, con las ecuaciones siguientes:

$$E_{fis} = \frac{V_d}{V_p} (100) \quad \text{Ecuación 2.1}$$

donde:

- E_{fis} = Eficiencia física (%)
- V_d = Volumen distribuido o consumido (m³)
- V_p = Volumen producido en el periodo (m³)

$$E_{comer} = \frac{V_c}{V_d} (100) \quad \text{Ecuación 2.2}$$

donde:

- E_{comer} = Eficiencia comercial (%)
- V_c = Volumen cobrado (m³)

$$E_{global} = \frac{V_c}{V_p} (100) \quad \text{Ecuación 2.3}$$

donde:

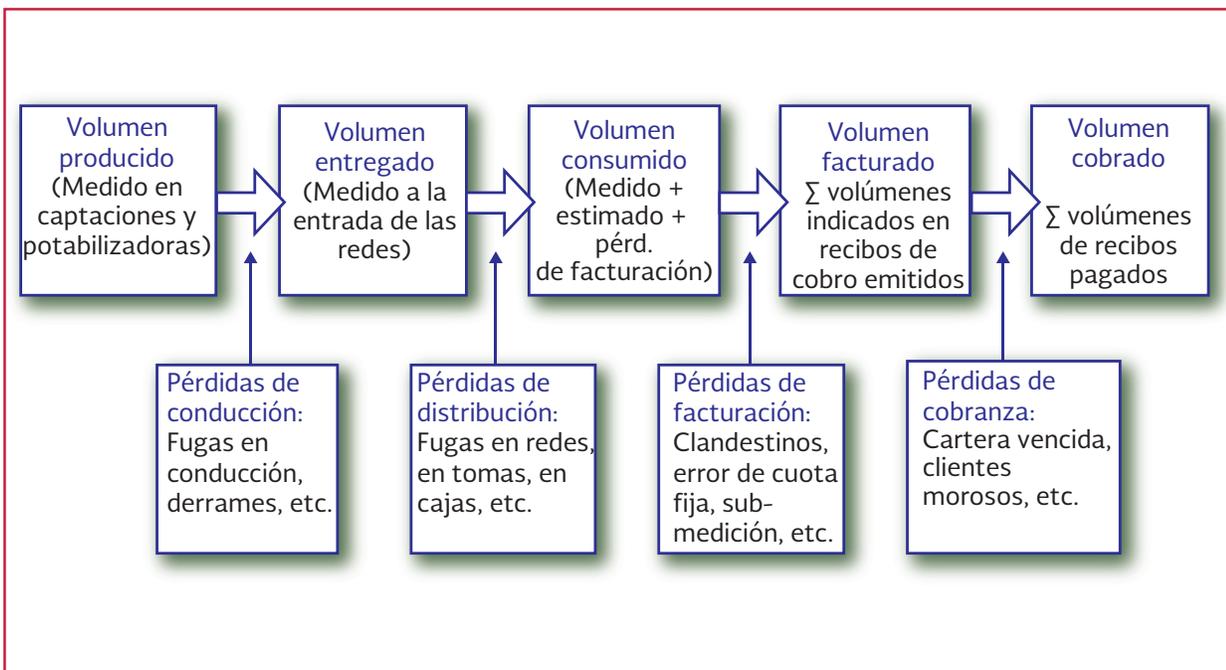
- E_{global} = Eficiencia global (%)

En las ecuaciones anteriores se puede ver que la eficiencia global es también igual al producto de la eficiencia física por la eficiencia comercial.

2.1.2 ALTERNATIVAS PARA EL CÁLCULO DE LAS EFICIENCIAS

Para el cálculo de las eficiencias descritas se requieren los valores de los volúmenes correspondientes, siendo el más difícil de obtener el volumen consumido, debido a las coberturas de

Ilustración 2.2 Pérdidas en los procesos operacionales y comerciales



medición de consumos, clandestinaje y demás. Es menos incierto obtener el volumen facturado, por lo que como una alternativa aceptada la eficiencia física se ha extendido de la producción a la facturación. Asimismo, *se tienen más a la mano los montos facturados y los montos cobrados, por lo que una alternativa de eficiencia comercial es la relación de estos montos*, y la eficiencia global como el producto de estas eficiencias, únicamente, ya que una es de volúmenes y otra de montos. Ver en la Ilustración 2.3 cómo la eficiencia física se extiende hasta el volumen facturado, y la eficiencia comercial se limita a la eficiencia de cobro o de recaudación en montos.

Es importante tener en cuenta que las denominaciones arriba enunciadas de las eficiencias son hasta cierto punto convencionales. Lo primordial es no perder de vista las relaciones a que se refieren, como a continuación se explica.

2.1.3 EFICIENCIA DE CONDUCCIÓN

La eficiencia de conducción (E_c) está dada por la Ecuación 2.4. Esta se incrementa o se conserva si se evitan o controlan las fugas, visibles y no visibles, en las tuberías que constituyen

las líneas de conducción, así como los derrames o desperdicios en plantas potabilizadoras en su caso. El procedimiento para determinar las pérdidas físicas y la eficiencia de conducción se presenta en el libro *Mejora de Eficiencia Física del MAPAS*. Para llevar una estadística de pérdidas en acueductos, así como de sus eficiencias, se recomienda la instalación de medidores permanentes en sus extremos, o bien preparar registros para medir con equipos portátiles.

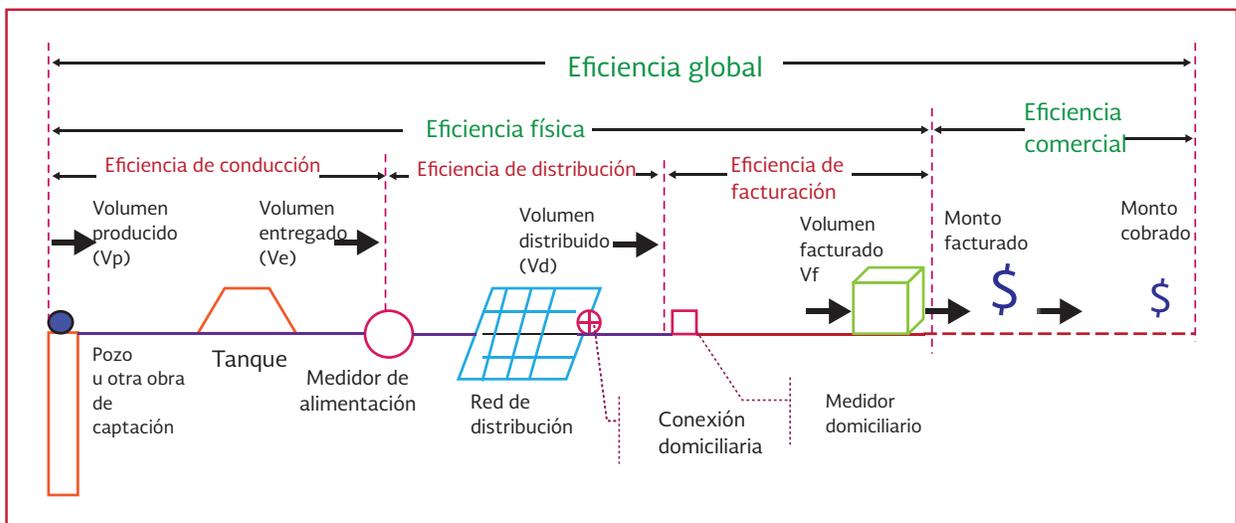
Dependiendo de su longitud, se recomienda también realizar mediciones intermedias para acotar los tramos en que ocurren las pérdidas para su atención.

$$E_c = \left(\frac{V_e}{V_p} \right) (100) \quad \text{Ecuación 2.4}$$

donde:

- E_c = Eficiencia de conducción (%)
- V_e = Volumen entregado a la red en un periodo determinado; un año para balance, pero puede ser un mes u otro (m^3)
- V_p = Volumen producido en el periodo (m^3)

Ilustración 2.3 Esquema de alternativas de eficiencias: La eficiencia física se extiende hasta el volumen de facturación, y la comercial se restringe a la eficiencia de cobro o de recaudación en montos.



Cumplíendose también que:

$$V_p = V_e + P_{f_1} \quad \text{Ecuación 2.5}$$

donde:

V_e = Volumen entregado a la red en un periodo determinado; un año para balance, pero puede ser un mes u otro (m^3)

P_{f_1} = Volumen de pérdidas por fugas en líneas de conducción en el periodo (m^3)

2.1.3.1. Eficiencia de distribución

Si al volumen total que se suministra a los usuarios en un periodo, registrados y clandestinos, antes del medidor predial en los primeros, se le llama *volumen distribuido* (V_d), entonces la *eficiencia de distribución* (E_{dis}) se expresa como:

$$E_{dis} = \left(\frac{V_d}{V_e} \right) (100) \quad \text{Ecuación 2.6}$$

donde:

E_{dis} = Eficiencia de distribución (%)

La determinación del volumen distribuido o consumido se facilitaría si todos los usuarios del servicio estuviesen registrados, que además todos tuviesen medidor de consumos operando correctamente, y que sus lecturas fuesen tomadas también correctamente. El problema principal son los usuarios no registrados, de los cuales habría que estimar sus consumos mediante alguna investigación de campo.

La eficiencia de distribución se ve afectada por fugas visibles y no visibles en tuberías, conexiones domiciliarias, y en cajas de válvulas. En complemento a esto se tiene Ecuación 2.7 que

proporciona una alternativa para determinar de manera indirecta V_d , conociendo las otras variables. El volumen entregado V_e se determina mediante la medición en los puntos de entrega a las redes, mientras que el volumen de pérdidas totales por fugas en red P_{f_2} se determina mediante un muestreo de estas pérdidas, en tuberías, en conexiones prediales y en cajas de válvulas.

$$V_e = V_d + P_{f_2} \quad \text{Ecuación 2.7}$$

donde:

P_{f_2} = Volumen de pérdidas totales por fugas en red (m^3)

2.1.3.2. Eficiencia de facturación

Conociendo el volumen facturado (V_f), a través de la suma de los consumos medidos más los consumos estimados de cuota fija, la eficiencia de facturación se determina mediante la Ecuación 2.8. Este dato lo tienen normalmente disponible los Organismos Operadores, por lo que la variable complicada sigue siendo V_d , pero que ya se ha dado la alternativa para su determinación.

$$E_{fac} = \left(\frac{V_f}{V_d} \right) (100) \quad \text{Ecuación 2.8}$$

donde:

E_{fac} = Eficiencia de facturación (%)

V_f = Volumen facturado (m^3)

Esta eficiencia se ve afectada por lo que serían las *pérdidas de facturación* (P_{f_3}), que incluyen principalmente: los consumos de las tomas clandestinas, submedición de consumos, errores en el volumen asignado de cuota fija, errores en la toma de lecturas de medidores, errores en su descarga al sistema informático, y otros. En menor escala se tienen los consumos en edificios públicos, riego de jardines, y otros, que aunque

son autorizados, no facturan al Organismo Operador. Así, se cumpliría también la Ecuación 2.9. El procedimiento para estimar la submedición de consumos se explica en el apartado 2.3.3.4 (Diagnóstico de la medición de consumos). Los demás componentes de Pf_3 y cómo estimarlos se han comentado líneas arriba.

$$Vd = Vf + Pf_3 \quad \text{Ecuación 2.9}$$

donde:

$$Pf_3 = \text{Volumen de pérdidas de facturación (m}^3\text{)}$$

2.1.3.3. Eficiencia física

Del producto de las anteriores eficiencias se obtiene lo que se conoce como eficiencia física (Ecuación 2.10), concepto que de alguna manera es más fácil de evaluar, ya que los valores de Vp , y Vf corresponden a la *entrada* y la *salida* en los procesos de prestación del servicio de agua potable.

$$Efis = \left(\frac{Ve}{Vp} \right) \left(\frac{Vd}{Ve} \right) \left(\frac{Vf}{Vd} \right) (100)$$

Ecuación 2.10

donde:

$$Efis = \text{Eficiencia física (\%)}$$

$$Ve = \text{Volumen entregado a la red en un periodo determinado; un año para balance, pero puede ser un mes u otro (m}^3\text{)}$$

$$Vp = \text{Volumen producido en el periodo (m}^3\text{)}$$

2.1.3.4. Agua no contabilizada

Derivado del anterior concepto de eficiencia física se obtiene otro, cuyo alcance y aceptación difiere en la literatura técnica respectiva, que es el de agua

no contabilizada (ANC). Aplicado también de la entrada a la salida del proceso de prestación del servicio, comprende las pérdidas totales; pérdidas por fugas visibles y no visibles en líneas de conducción, pérdidas por fugas en red (fugas visibles y no visibles en tuberías, derrames en tanques, conexiones domiciliarias, y cajas de válvulas), y pérdidas de facturación (usuarios clandestinos, errores de cuota fija, submedición domiciliaria, etcétera). Si se acepta el alcance descrito del ANC, ésta estaría dada por la Ecuación 2.11.

En el apartado 2.3.3.7 (Diagnóstico de la Facturación y cobranza) se proporciona el procedimiento y formatos para determinar Vf . El periodo recomendado de evaluación es anual, y la unidad de medida metros cúbicos. Ver también en 2.3.4 (Balance de agua) el procedimiento para cuantificar las pérdidas de facturación, así como las de recaudación.

$$ANC = Pf_1 + Pf_2 + Pf_3 \quad \text{Ecuación 2.11}$$

donde:

$$ANC = \text{Agua No Contabilizada (m}^3\text{)}$$

$$Pf_1 = \text{Volumen de pérdidas totales por fugas en líneas de conducción (m}^3\text{)}$$

$$Pf_2 = \text{Volumen de pérdidas totales por fugas en red (m}^3\text{)}$$

$$Pf_3 = \text{Volumen de pérdidas de facturación (m}^3\text{)}$$

El procedimiento para disgregar y cuantificar las pérdidas por fugas (pérdidas físicas o reales), Pf_1 y Pf_2 , se puede consultar en el libro de Mejora de Eficiencia Física, ya que es parte de sus alcances. Sin embargo en el apartado 2.1.4.1 (Balance de agua de la IWA) se proporcionan algunas generalidades de ese tema. Ver en Ilustración 2.4 la indicación del método de balance de agua, el análisis de flujos nocturnos, y el análisis de componentes.

Tabla 2.1 Formato y terminología estándar internacional para el balance de agua (IWA, 2006)

Volumen que ingresa al sistema [m³/año]	Consumo autorizado [m³/año]	Consumo autorizado cobrado [m³/año]	Consumo medido cobrado (incluyendo agua exportada) [m³/año]	Agua rentable [m³/año]
			Consumo no medido cobrado [m³/año]	
		Consumo autorizado no cobrado [m³/año]	Consumo medido no cobrado [m³/año]	Agua no rentable (ANR) [m³/año]
			Consumo no medido no cobrado [m³/año]	
	Pérdidas aparentes [m³/año]	Consumo no autorizado [m³/año]		
		Inexactitudes de medición [m³/año]		
	Pérdidas reales [m³/año]	Fugas y derrames en tuberías de agua cruda y en procesos de potabilización (si aplica) [m³/año]		
		Fugas en tuberías de conducción y distribución [m³/año]		
		Fugas y derrames en tanques de almacenamiento de conducción y/o distribución [m³/año]		
		Fugas en conexiones domiciliarias aguas arriba del medidor [m³/año]		

De aquí se obtiene la Ecuación 2.12:

$$V_p = V_f + ANC \quad \text{Ecuación 2.12}$$

De esta relación, como ya se ha comentado inicialmente, se determina el ANC conociendo antes V_p y V_f , de manera que expresada en porcentaje sería:

$$ANC = \left(\frac{V_p - V_f}{V_p} \right) 100 \quad \text{Ecuación 2.13}$$

2.1.3.5. Eficiencia comercial

La eficiencia comercial mediante estas alternativas, que más bien sería *eficiencia de cobro*, está dada por la Ecuación 2.14, aunque

se aplica también la Ecuación 2.15 mediante montos en lugar de volúmenes, por ser datos más fáciles de obtener. Ver formatos y análisis de volumen facturado y volumen cobrado en (Evaluación del procesamiento de datos y su facturación).

Se aclara que los errores de exactitud y de lectura en tomas con medición de consumos, así como la sub estimación de volumen consumido en tomas de cuota fija, son parte de las pérdidas de facturación. En la planificación de acciones de mejora de eficiencia, en este caso, sustitución de medidores con mal funcionamiento e incremento de tomas medidas, se estima el volumen que se espera recuperar para proyectar la eficiencia comercial espe-

rada. Entonces se hacen las correcciones en los medidores a sustituir y en las tomas que pasarán de cuota fija a medidas. Ver apartados 2.3.4.1 (Pérdidas y eficiencia de facturación), 2.3.4.2 (Pérdidas y eficiencia de cobro o de recaudación), y 2.3.4.3 (Cálculo de la eficiencia comercial)

$$E_{comer} = \left(\frac{V_c}{V_f} \right) 100 \quad \text{Ecuación 2.14}$$

donde:

E_{comer} = Eficiencia comercial (%)

V_c = Volumen cobrado (m^3)

V_f = Volumen facturado (m^3)

$$E_{comer} = \left(\frac{\text{Monto cobrado}}{\text{Monto facturado}} \right) 100$$

Ecuación 2.15

Eficiencia global

Del producto de las eficiencias física y comercial anteriores se obtiene finalmente eficiencia global:

$$E_{glob} = (E_{fis}) (E_{comer}) \quad \text{Ecuación 2.16}$$

donde:

E_{global} = Eficiencia global (%)

E_{fis} = Eficiencia física (%)

E_{comer} = Eficiencia comercial (%)

2.1.4 INDICADORES INTERNACIONALES DE DESEMPEÑO

2.1.4.1. Balance de agua de la IWA

Lambert (2002) indicó que cualquier discusión relativa a pérdidas de agua debe ser precedida

por una clara definición de los componentes del balance de agua, pues debido a la amplia diversidad de formatos y definiciones, surgida en años recientes, se había identificado la urgente necesidad de una terminología común internacional. Explicó que una de las razones por las que se continuaban presentando altos niveles de pérdidas era la falta de un método estandarizado significativo para reportar y comparar el desempeño de las empresas de agua. En ese sentido la International Water Association (IWA) se dio a la tarea de elaborar un método estándar internacional para la definición y cálculo de los componentes del balance (ver Tabla 2.1).

Se distinguen en la anterior tabla los siguientes términos de pérdidas: *Pérdidas reales*, *pérdidas aparentes*, *pérdidas de agua*, y *agua no rentable*, expresados generalmente en $m^3/año$, y cuyo alcance y significado se explica por sí mismo. Nótese que el “Consumo autorizado no cobrado” es parte del ANR, pero no parte de las “Pérdidas de agua” (ver Tabla 2.1).

Debido a las interpretaciones ampliamente variantes a nivel mundial del término *Agua No Contabilizada (ANC)* - “Unaccounted For Water (UFW)” – la IWA no recomienda su uso, y en caso de usarse debe ser definida y calculada de la misma manera que el ANR (Lambert, 2002). Asimismo, el Instituto del Banco Mundial (WBI), al igual que se hace en México, denomina a las pérdidas reales como *pérdidas físicas*, y a las aparentes como *pérdidas comerciales*.

La Tabla 2.2 muestra el formato y los términos estandarizados para realizar el balance, en uno o más sectores de un sistema de abastecimiento. Cuando los datos originales se tengan con otra terminología y otros formatos, se deben pasar a éste para poder usarlos también en el cálculo de

Tabla 2.2 Componentes del balance de agua con variables codificadas (IWA, 2006)

A	B	C	D	E	
Volumen que ingresa al sistema [m ³ /año] A3	Consumo autorizado [m ³ /año] A14=A10+A13	Consumo autorizado cobrado [m ³ /año] A10=A8+A9	Consumo medido cobrado [m ³ /año] A8	Agua rentable [m ³ /año] A20=A8+A9	
			Consumo no medido cobrado [m ³ /año] A9		
		Consumo autorizado no cobrado [m ³ /año] A13=A11+A12	Consumo medido no cobrado [m ³ /año] A11		
			Consumo no medido no cobrado [m ³ /año] A12		
	Pérdidas de agua [m ³ /año] A15=A3-A14	Pérdidas aparentes [m ³ /año] A18=A16+A17		Consumo no autorizado [m ³ /año] A16	Agua no rentable [m ³ /año] A21=A3-A20
				Pérdidas de agua por inexactitudes de medición [m ³ /año] A17	
		Pérdidas reales [m ³ /año] A19=A15-A18		Pérdidas reales en tuberías de agua cruda y en procesos de potabilización [m ³ /año]	
				Fugas en tuberías de conducción y distribución [m ³ /año]	
			Fugas y derrames en tanques de almacenamiento en distribución y/o conducción [m ³ /año]		
			Fugas en conexiones domiciliarias aguas arriba del micromedidor [m ³ /año]		

indicadores IWA.

La secuencia y procedimiento de cálculo del balance para evaluar el agua no rentable (ANR) y las pérdidas de agua, consta de los 9 pasos siguientes:

- 1) Se determina el *volumen que ingresa al sistema* y se anota en la columna A de la Tabla 2.2.
- 2) Se determina el *consumo medido cobrado* y el *consumo estimado cobrado* en la

columna D; se anota el total en *consumo autorizado cobrado* (columna C) y *agua rentable* (columna E).

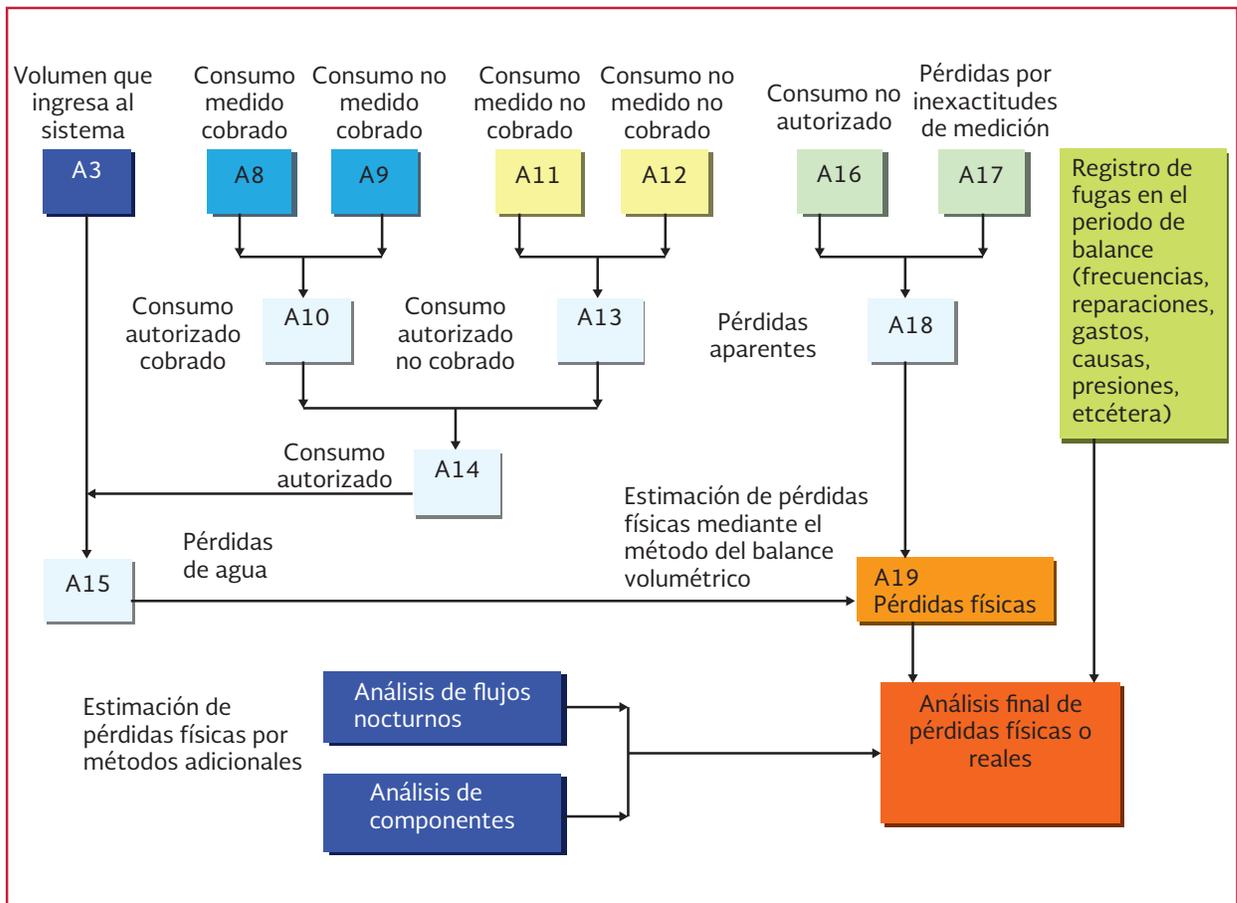
- 3) Se calcula el *volumen de agua no rentable* (columna E) como *volumen que ingresa al sistema* (columna A) menos *agua rentable* (columna E).
- 4) Se determina el *consumo medido no cobrado* y el *consumo estimado no cobrado* en columna D; Se transfiere el total a *consumo autorizado no cobrado* en columna C.

- 5) Se agregan los volúmenes de *consumo autorizado cobrado* y *consumo autorizado no cobrado* en columna C; se anota la suma como *consumo autorizado* en columna B
- 6) Se calculan las *pérdidas de agua* (columna C) como la diferencia entre el *volumen que ingresa al sistema* (columna A) y el *consumo autorizado* (columna B)
- 7) Se estiman los componentes de *consumos no autorizados* y de *inexactitudes de medición* (columna D) mediante los mejores medios disponibles, y se anota su suma en *pérdidas aparentes* (columna C)
- 8) Se calculan las *pérdidas reales* (columna C) como *pérdidas de agua* (columna B) menos las *pérdidas aparentes* (columna C)

- 9) Se estiman los componentes de las *pérdidas reales* (columna D) mediante los mejores medios disponibles (análisis de gastos nocturnos, cálculos de frecuencia de fugas/gastos/duración, modelación, etcétera), se suman y se confrontan con el volumen de *pérdidas reales* en columna C). Ver Ilustración 2.4

El estándar IWA establece que en los sistemas con una significativa proporción de usuarios no medidos (cuota fija) es difícil completar el balance de agua con una exactitud razonable, indicándose que en esos casos los consumos autorizados se determinen a partir de muestreos de medición de un número suficiente de conexiones domiciliarias de varias categorías y

Ilustración 2.4 Evaluación de pérdidas físicas o reales mediante el balance y métodos adicionales (flujos mínimos nocturnos y análisis de componentes).



subcategorías, estadísticamente representativos, y/o mediante medición de flujos totales en áreas discretas de usuarios de perfil uniforme, también de varias categorías y subcategorías.

Se indica en el método de medición de flujos y volúmenes totales en áreas discretas de usuarios de perfil uniforme, como por ejemplo en la línea de alimentación de un condominio con la instalación de un medidor de diámetro adecuado, se debe restar del volumen total de entrada la demanda de fugas, la cual se determina a su vez del análisis de sub-componentes de demanda nocturna, haciendo los ajustes apropiados por variación de presión diurna. El grado de confianza que se asigne a la determinación del consumo autorizado debe reflejar el rigor de las investigaciones.

Es importante hacer notar que para fines de balance el estándar IWA no especifica la determinación de errores de cuota fija en usuarios autorizados no medidos, sino la determinación misma de sus consumos. *Para la IWA no existe el concepto de errores de cuota fija.* También es notorio que en el balance IWA no se incluyen dentro de las pérdidas comerciales o aparentes a la cartera vencida y clientes morosos. Sin embargo dentro de sus indicadores de gestión se consideran los indicadores económicos y financieros “Retrazo de cuentas por cobrar”, y “Relación de pagos tardíos.

Diversos manuales y documentos establecen en México la definición y cálculo de los componentes de un balance de agua, en mucho coincidentes con el de la IWA. Sin embargo, al no ser llevados aún al rango de norma o estándar, se abre la posibilidad de que surjan diversas interpretaciones y variaciones, que hasta cierto punto dificultan su aplicación, y por tanto

la reducción y control de pérdidas. En la Tabla 2.2 se muestra un esquema de los componentes del balance de agua en México, que por lo comentado, puede diferir en mayor o menor grado con otros documentos.

Obsérvese que el término de pérdidas comerciales, a diferencia del de pérdidas aparentes de la IWA, considera pérdidas por errores de cuota, cartera vencida, y clientes morosos. Respecto al término de Agua no contabilizada (ANC), éste se ha venido usando ampliamente en México, y se ha comprobado en la práctica de elaboración de diagnósticos y balances, así como en la ejecución de programas de reducción, que suelen presentarse discusiones en su interpretación.

De acuerdo con Lambert (2002), el balance de agua es el método más básico y ampliamente utilizado para estimar el volumen de pérdidas reales, pero que está siempre sujeto a algunos errores de cálculo debido a errores en los componentes individuales. Establece que las desventajas de estimar las pérdidas reales a través del balance solamente son: a) Éste no indica los valores de sus componentes, o cómo estos son influenciados por las políticas de operación, b) Cubre normalmente un periodo retrospectivo de 12 meses, por lo que tiene un valor limitado como sistema de alerta para la ocurrencia de nuevas fugas y roturas no reportadas. Por lo anterior se recomienda que las pérdidas reales (físicas) sean además estimadas por los métodos adicionales de *análisis de componentes, y análisis de flujos nocturnos* (ver Ilustración 2.4).

Estos temas competen a los que se tratan en el libro “Mejora de eficiencia Física”, sin embargo se puede decir que en 1993 se desarrolló un

concepto general aplicable internacionalmente llamado BABE, “Background and Bursts Estimates” (Estimaciones de fondo y de roturas), para calcular las componentes de pérdidas físicas o reales con base en los parámetros que los influyen. Ver Tabla 2.3.

Por cuanto al análisis de flujos nocturnos, incluido el consumo mínimo nocturno, estos se detectan en redes sectorizadas, con servicio continuo. Este método es aplicable en sectores aislados de red. Lambert (2002) indica que los flujos nocturnos medidos en sectores moderadamente dimensionados (de alrededor de 3 000 conexiones domiciliarias), son bastante útiles para identificar la existencia de fugas y roturas no reportadas, así como para estimar las pérdidas reales anuales promedio. Los flujos nocturnos en sectores individuales deben ser medidos continuamente a lo largo del año. Los consumos nocturnos deben ser estimados y restados, y las fugas promedio nocturnas (m^3/h) multiplicadas por un factor “noche – día” que depende de la variación promedio de la presión durante las 24 horas en cada sector.

Los puntos de medición y registro de caudales se ubican a la entrada de la red o en la tubería de alimentación de un distrito hidrométrico. Ver ejemplo de distrito hidrométrico con estación de medición de caudal en Ilustración 2.5 y en Ilustración 2.6.

2.1.4.2. Auditoría del agua AWWA

En su MANUAL DE PRÁCTICAS DE SUMINISTRO DE AGUA - M36, tercera edición, “Auditorías de agua y programas de control

de pérdidas”, la American Water Works Association (AWWA), adopta la terminología y el balance de agua de la IWA. Asimismo los Indicadores de desempeño para los servicios de suministro de agua, en cuyo desarrollo participó junto con la IWA en el año 2000.

La auditoría de agua permite determinar las pérdidas de agua desde su captación y potabilización, hasta su distribución mediante conexiones domiciliarias en los predios de los clientes. La auditoría de agua por lo general se efectúa mediante una hoja de cálculo en la que se detallan los diferentes consumos y las pérdidas en la infraestructura de abastecimiento a la población.

El balance por su parte concentra los componentes y proporciona la rendición de cuentas, de que toda el agua ingresada al sistema de distribución debería - en teoría - ser igual a toda el agua consumida al sistema. Se observa pues que a nivel internacional se están adoptando los términos y mejores prácticas del Balance de Agua de la IWA, y habrá que considerarlo en la agenda nacional en la gestión de estándares de control de pérdidas de agua.

El balance IWA evalúa la gestión de pérdidas de agua a través de tres diferentes enfoques: financiero, técnico, y de recursos hídricos. Hace énfasis en completar hasta el paso 8, y preferentemente al 9, en particular intentar separar las pérdidas de agua en pérdidas aparentes y pérdidas reales o físicas, para poder calcular los indicadores de recursos hídricos, operacionales (técnicos) y financieros. Éstos se presentan en la Tabla 2.4

Tabla 2.3 Componentes de pérdidas reales (BABE).

Componentes de pérdidas reales babe	Velocidades de flujo y duración
1. Fugas base o de fondo en uniones y accesorios.	Son pequeñas fugas no visibles con velocidades de flujo demasiado bajas para ser detectadas con equipos sónicos; actúan continuamente, y se consideran no recuperables.
2. Fugas y roturas reportadas.	Son aquellas fugas con velocidades de flujo típicamente altas pero de corta duración, debido a que por su magnitud generalmente se atienden de forma rápida.
3. Fugas y roturas no reportadas.	Son fugas con velocidades de flujo moderadas, cuya duración promedio depende del método de control activo de fugas, es decir de las acciones de detección. Dependen también de las políticas de operación.

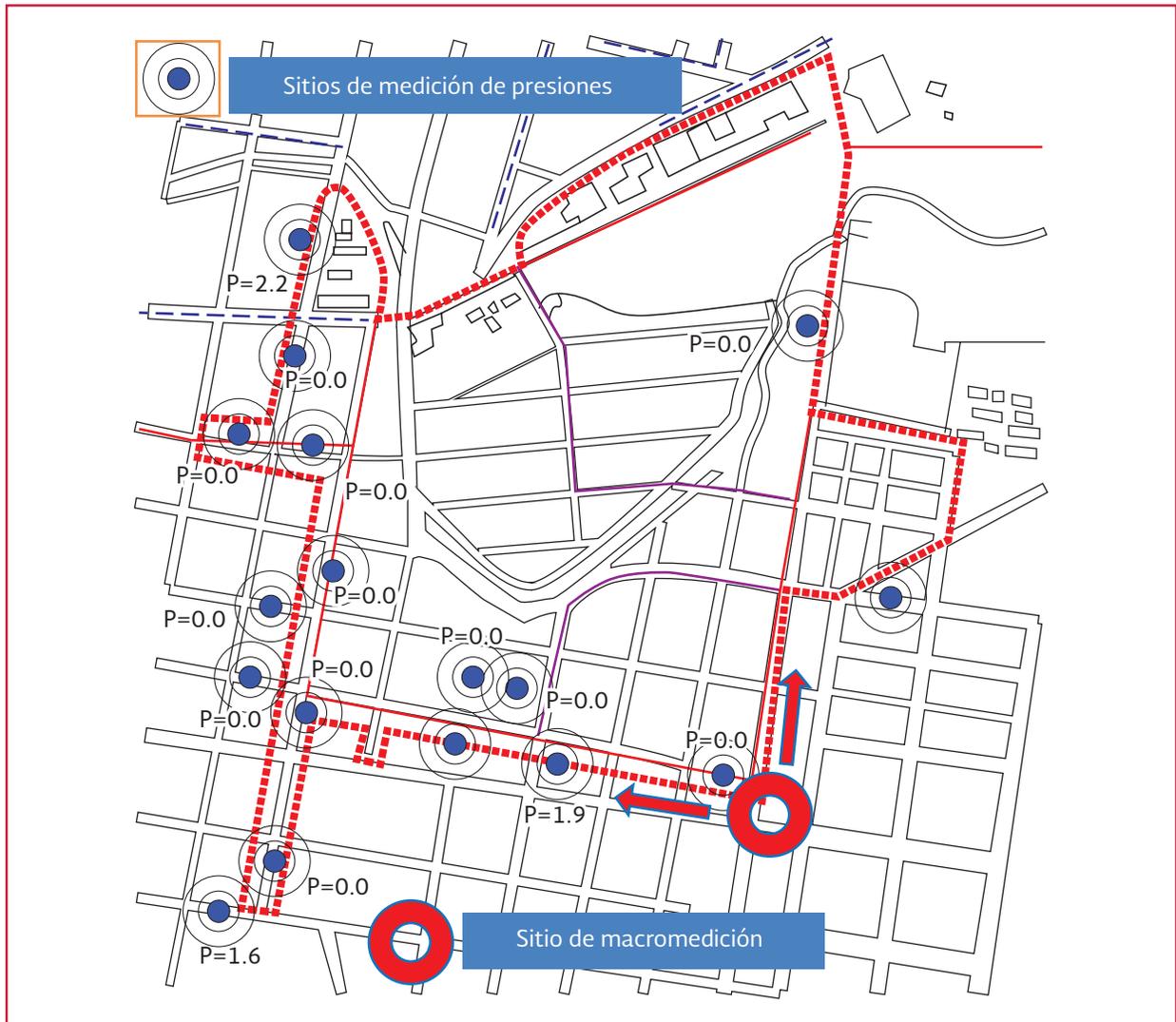
Fuente: Lambert (2002).

Tabla 2.4 Indicadores de pérdidas de agua IWA (2006)

Indicadores	Cálculo	Observaciones
Indicadores de recursos hídricos de pérdidas		
WR1: Ineficiencia del uso de recursos hídricos	WR1=(A19/A3)x100 A3: Volumen de entrada al sistema (m³) A19: Pérdidas reales (m³)	Indicador ambiental, no apropiado para estimar la eficiencia de la gestión técnica de los sistemas de distribución.
Indicadores operacionales de pérdidas		
Op23: Pérdidas de agua por toma domiciliaria (m³/toma domiciliaria/año)	Op23=(A15x365/H1)/C24 A15: Pérdidas de agua (m³) C24: Tomas domiciliarias (No.) H1: Periodo de estimación (días)	
Op26: Pérdidas aparentes (%)	Op26=(A18/A3)x100 A18: Pérdidas aparentes (m³)	
Op27: Pérdidas reales (litros/toma domiciliaria/día cuando el sistema está presurizado)	Op27=A19x1000/(C24xH2/24) H2: Tiempo en que el sistema está presurizado durante el periodo de estimación (horas).	Tiene en cuenta el servicio tandeado. CARL (Current Annual Real Losses)
Op29: ILI Índice de fugas en la infraestructura (Infrastructure leakage Index) $ILI = \frac{CARL}{UARL}$	Op29=Op27/(18xC8/C24+0.8+0.025xC25)/(D34/10) C8: Longitud de tuberías (km) C25: Longitud promedio de tomas (m) D34: Presión promedio de operación (kPa)	El nivel mínimo de pérdidas reales técnicamente alcanzable es igual a la mejor estimación de las llamadas Pérdidas Reales Inevitables promedio (UARL, Unavoidable Average Real Losses). De acuerdo con la IWA este indicador no reúne algunos requisitos para sus indicadores de gestión.
Indicadores económicos y financieros de pérdidas		
Fi46 Agua no rentable por volumen (%)	Fi46=(A21/A3)x100 A21: agua no rentable (m³)	A partir del balance

*No deben ser estimados para periodos menores de un año, y si es así se debe tener cuidado en su interpretación, no debiéndose utilizar para hacer comparaciones externas.

Ilustración 2.5 Evaluación de pérdidas físicas o reales mediante el balance y métodos adicionales. Los flujos mínimos nocturnos se detectan en redes sectorizadas, con servicio continuo. Los puntos de medición y registro de caudales se ubican a la entrada de la red o de un distrito hidrométrico



2.2. FASES PARA LA MEJORA DE EFICIENCIAS

Acorde a los objetivos de este libro y de esta sección en particular, en la Ilustración 2.7 se muestran las fases propuestas para la implantación de un programa de mejora de eficiencias, es decir de reducción y control de pérdidas. Se pueden encontrar situaciones diversas en los Organismos Operadores respecto a estas fases, por lo que su aplicación dependerá de cada caso en particular, aunque siempre será necesario re-

visar, y en su caso actualizar y complementar lo que se tenga avanzado.

Al respecto, la Comisión Nacional del Agua apoya técnica y financieramente a los organismos operadores del país en la realización de Estudios de Diagnóstico y Planeación Integral (DIP's), así como Estudios Simplificados de la Situación Actual (ESSA), que cubren las dos primeras fases planteadas, incluyendo la realización del balance volumétrico, y aspectos adicionales como el organizacional, financiero, legal, y otros.

Ilustración 2.6 Inspección de medidor electromagnético de caudal en la estación de medición de un distrito hidrométrico

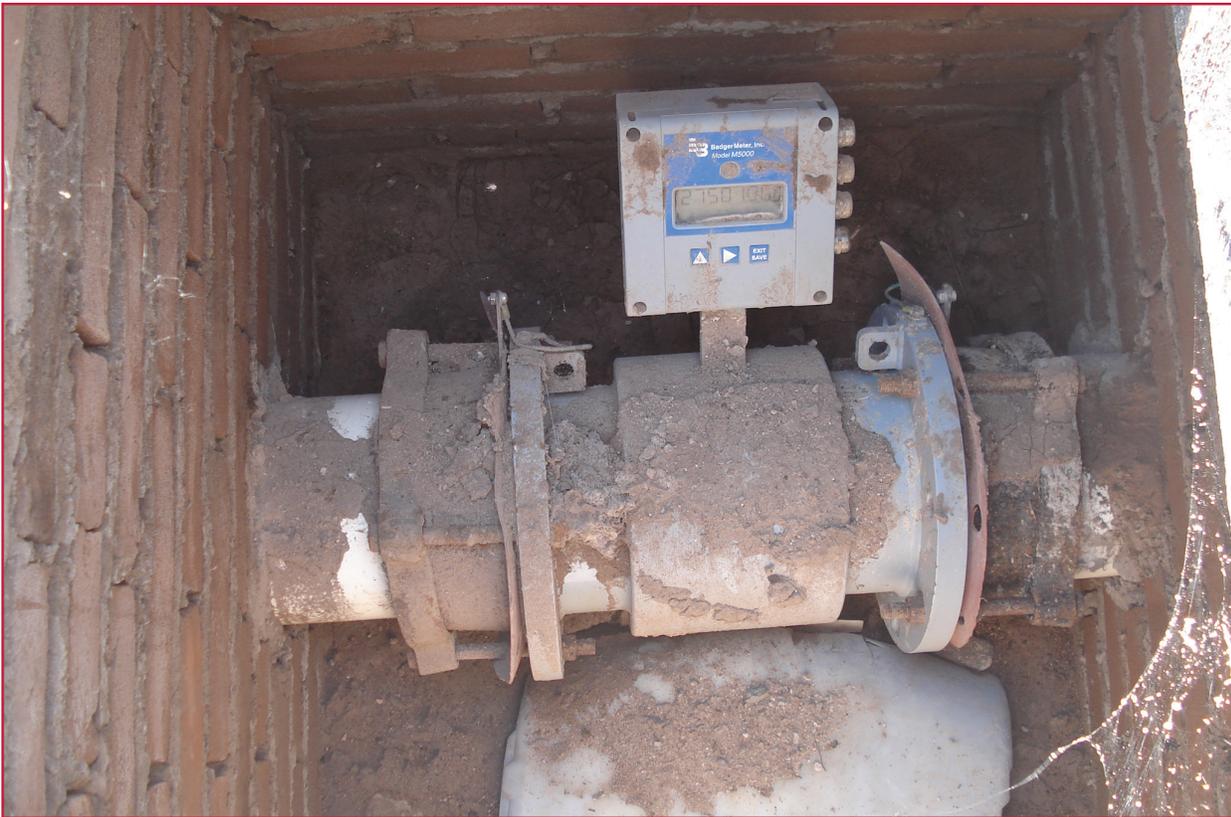
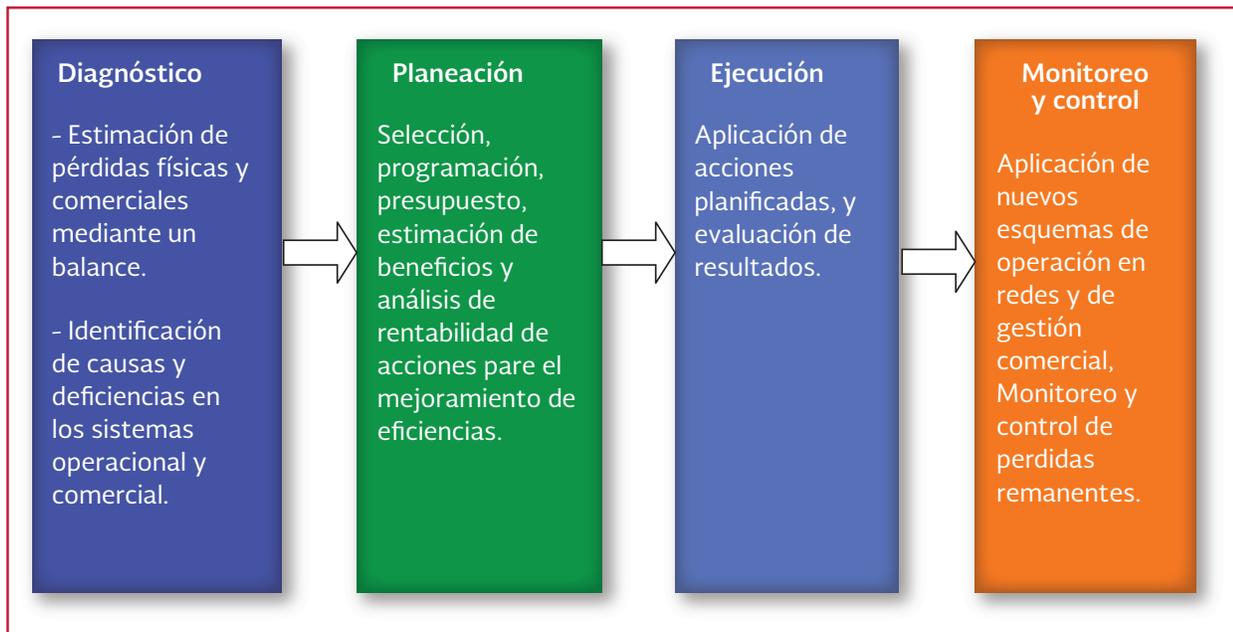


Ilustración 2.7 Fases para la mejora de la eficiencia física y comercial de los Organismos Operadores de agua potable



2.2.1 ALCANCES DE LAS FASES DE MEJORA

En este documento se describen y detallan solamente las fases de diagnóstico y planeación. Respecto a la fase de ejecución se puede comentar que normalmente requiere de apoyo externo, y se tiene el reto de decidir qué tanto del trabajo planificado se realizará por contrato, y cuánto por administración directa, pensando que la mayoría de los Organismos Operadores son de carácter público.

Asimismo la ejecución incluye tareas propiamente de consultoría, y otras de tipo constructivo y de mantenimiento. Mucha atención requiere este aspecto para asignar tareas conforme a especialidades y experiencia confirmadas. Un esquema de trabajo que ha dado buenos resultados en algunas ciudades es el de asignar a empresas de consultoría los trabajos de detección y evaluación de fuentes de pérdidas, físicas y comerciales, y realizar por administración directa las tareas correctivas correspondientes. Esta fuerte fase de trabajo implica la evaluación de resultados en términos de la reducción volumétrica de pérdidas que realmente se alcance, y sus implicaciones económicas de costo beneficio, amortización de la inversión, y tasa interna de retorno, entre otras.

Por otra parte, la fase 4, de monitoreo y control de pérdidas, es de carácter permanente, y normalmente es llevada a cabo por el personal de los organismos. Incluye el control de pérdidas remanentes, y la obtención y procesamiento de datos para la formulación de indicadores de gestión, principalmente de las mismas pérdidas.

El control de pérdidas, en particular las físicas, implica un cambio en la operación de las redes de distribución saneadas, principalmente res-

pecto a la continuidad del servicio, el cual debe tender a ser continuo para disminuir los sobreesfuerzos en los materiales de las tuberías y su consiguiente más rápido deterioro, y asimismo como parte de un mejor servicio a los usuarios.

En todas las fases, pero en ésta en especial, se requiere del compromiso de todo el organismo, haciendo cada una de sus áreas operativas la parte que le corresponde, y facilitando la información de manera oportuna y verás. En especial se requiere el compromiso entre los sistemas operacional y comercial, ya que generalmente son antagónicos.

2.3. DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA COMERCIAL

2.3.1 NIVELES DE DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de las áreas comerciales, su organización y desempeño, debe incluir la evaluación de la eficiencia comercial, expresada tanto en montos como en volúmenes, con el fin de considerar el potencial de reducción no solo de lo correspondiente a morosos y cartera vencida, sino también de submedición, errores de cuota fija, errores en el padrón de usuarios, errores en la colección y transferencia de lecturas de consumos, usuarios no registrados y consumos no autorizados (conexiones ilegales, robos y fraudes).

Esto quiere decir que mínimamente se debe determinar el volumen producido, el volumen facturado, el monto facturado y el monto cobrado. Como se ha dicho, la diferencia entre el volumen producido menos el facturado, corresponde al ANC que incluye pérdidas físicas y comerciales, la cual habrá de disgregarse de alguna manera para

atenderlas con los métodos y mejores prácticas que a cada una corresponde. Por lo anterior se debe partir de los resultados de un balance de agua, y si es necesario, también de una auditoría del agua.

Después de adoptar un estándar es de suma importancia hacer una estimación confiable de los componentes del balance, ya que desde esta etapa pueden surgir los problemas de efectividad de los programas de reducción, al proporcionar valores iniciales de pérdidas alejados considerablemente de los verdaderos. La subestimación o submedición de la producción y la sobrestimación o sobremedición de los consumos, tiende a subestimar las pérdidas físicas o reales. En el caso contrario se tiende a sobrestimarlas.

Se puede partir del balance de agua para de ahí profundizar en diferentes niveles de diagnóstico, conforme a las necesidades específicas, como se muestra en la Ilustración 2.8.

El nivel N1 corresponde al balance y estimación de las pérdidas físicas y comerciales, y las eficiencias respectivas. En el nivel N2 la evaluación de los lecturistas debe estar a cargo de un equipo de inspectores que confirmen, mediante procedimientos establecidos, su desempeño, este nivel determina el estatus de las actividades de control de pérdidas físicas y de pérdidas comerciales. El nivel N3 agrega el diagnóstico operacional y comercial, y el N4 corresponde a un diagnóstico integral con los alcances indicados.

En cada organismo operador o empresa de agua se debe reconocer el nivel requerido de diagnóstico. Empresas con altos niveles de agua rentable, y por ello muy probablemente con

un alto desarrollo institucional, en especial en sus sistemas operacional y comercial, podrían requerir del balance de agua sólo para fines de validación o certificación en sistemas de gestión de la calidad.

La CONAGUA tiene disponible una guía para la elaboración de lo que se denomina Diagnósticos Integral de Planeación (DIP), que corresponden al N4 mencionado, y que incluyen estudios de campo para estimar los componentes del balance y las pérdidas. Asimismo una guía para realizar Estudios Simplificados de la Situación Actual (ESSA), en los que los datos se retoman de la información disponible y de estudios recientes. Asimismo en el libro del MAPAS, “*Mejora de la Eficiencia Física*”, se presentan métodos para realizar la auditoría y balance de agua. Estos documentos pueden consultarse para evaluar los volúmenes, las pérdidas de agua, y desgregar las eficiencias física y comercial.

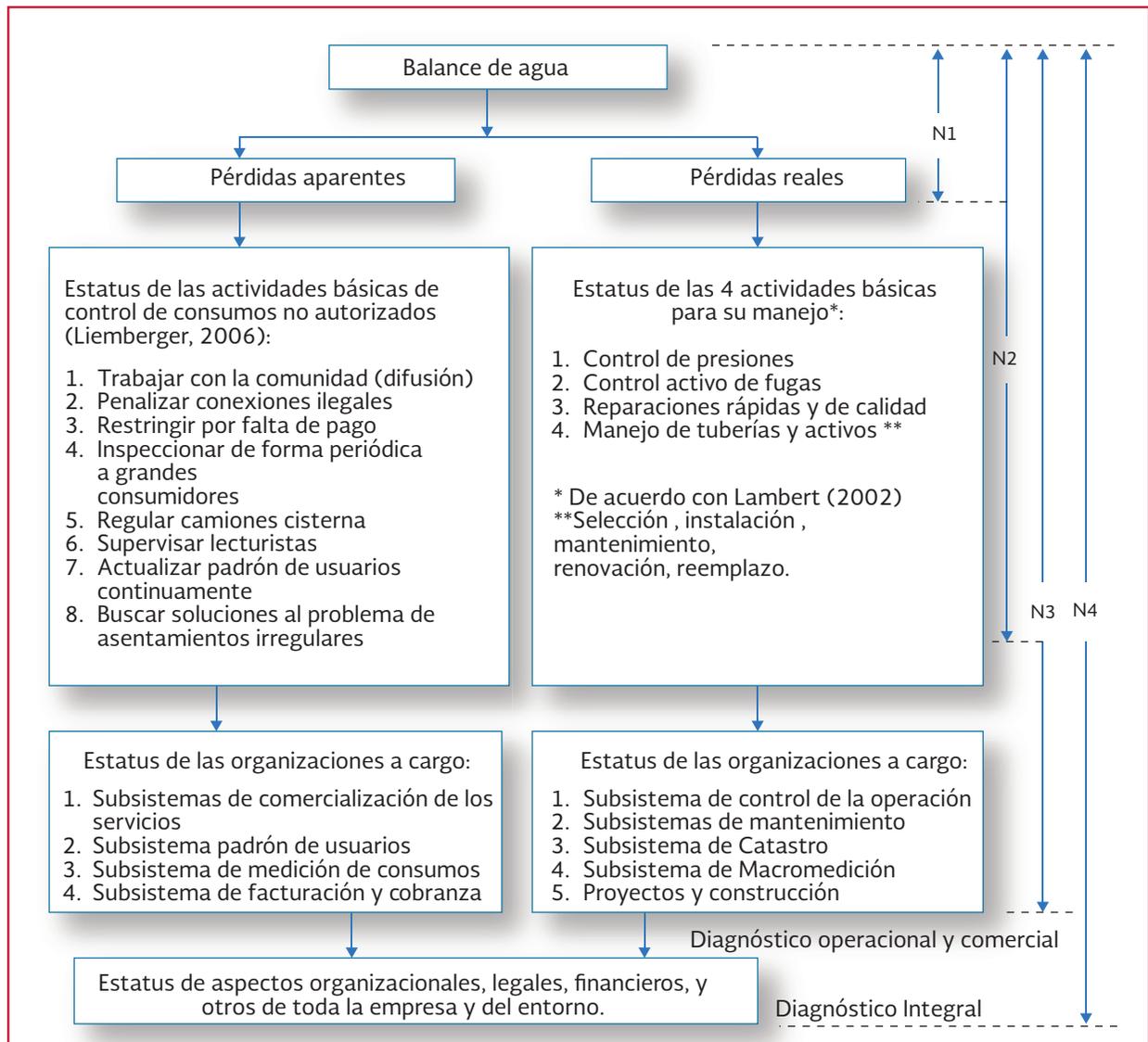
Por otra parte, generalmente una ciudad que tiene un sistema de distribución con niveles aceptables de pérdidas, arriba del 60% de eficiencia global, corresponde a un Organismo Operador o empresa de agua con un buen desarrollo institucional, y en consecuencia con los recursos adecuados para el monitoreo de flujos y volúmenes en los procesos de abastecimiento.

2.3.2 EVALUACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN DEL SISTEMA COMERCIAL

2.3.2.1. Descripción general del organismo

Para poder realizar un diagnóstico efectivo, ya sea integral o de un área específica, se debe primero conocer como está conformado el orga-

Ilustración 2.8 Niveles de diagnóstico en una empresa de agua o de un Organismo Operador.



nismo operador. La información más relevante que se debe identificar es:

- Forma de constitución (organismo desconcentrado, municipal, regional, estatal, de zona conurbana, intermunicipal, etcétera)
- Forma de operación: Integración de su patrimonio para operar (ingresos propios por la prestación de los servicios, bienes muebles e inmuebles, aportaciones, donaciones y subsidios que le sean

entregados por los gobiernos federal, estatal o municipales, etcétera

- Cantidad de empleados y su relación con el número de tomas registradas (confianza y sindicalizados)
- Descripción de los distintos departamentos o áreas del organismo
- Organigrama general
- Participación de cada una de las áreas en los procesos: Producción (captación y potabilización), conducción, distribución, recolección, tratamiento, facturación,

recaudación, cobranza, etcétera.

- Cobertura física y demográfica y el estado general de la infraestructura

2.3.2.2.Descripción del área comercial

Se debe recabar la información disponible de la organización del área comercial, identificando las Sub-áreas comerciales de: Comercialización de los Servicios, Padrón de Usuarios, Medición de Consumos y Facturación y Cobranza. Se investigarán y evaluarán al menos los elementos principales del área abajo indicados, identificando oportunidades de mejora y modernización mediante revisión y análisis, así como a través de la inspección física de las áreas y su equipamiento, **a través de entrevistas con el personal para detectar necesidades**, y por cualquier otro medio que permita diagnosticar la situación real de estas sub áreas:

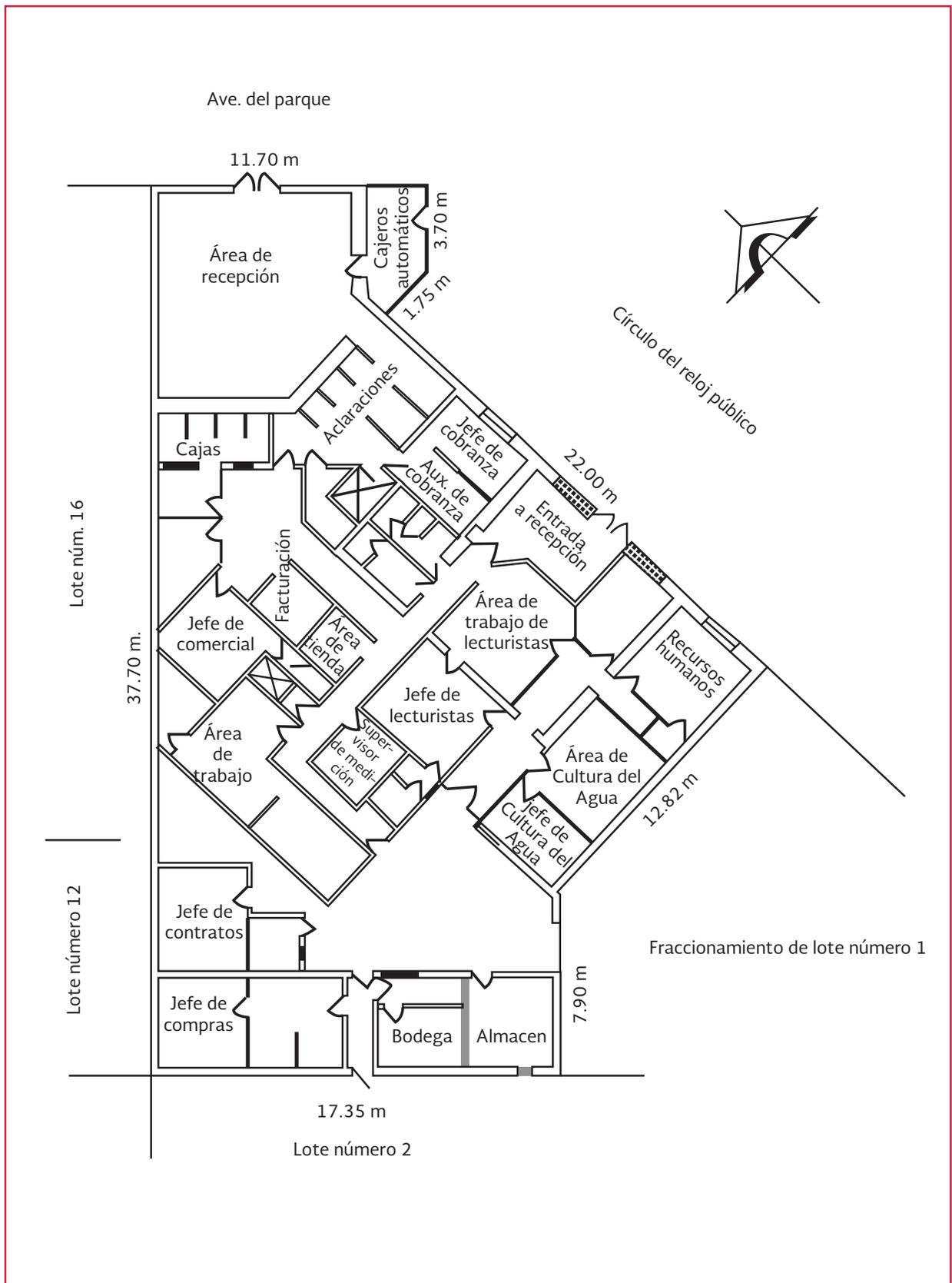
- Estructura organizacional
- Manual de Organización
- Manual de Procedimientos Comerciales
- Diagrama de interrelación real entre sub áreas comerciales, y con los demás sistemas del Organismo Operador (operacional, planificación, financiero, administrativo y de apoyo, y de información)

- Número de empleados
- Nivel de estudios y experiencia
- Capacitación
- Espacios de trabajo
- Parque informático disponible
- Mobiliario
- Vehículos
- Sistema informático para la facturación y cobranza
- Medidas de seguridad en su acceso y manejo (aplicación de bonificaciones y otros aspectos)
- Parque de medidores. Cobertura, disgregación por tecnología, por diámetros, por clase
- Taller de medidores
- Método y equipamiento para toma y registro de lecturas
- Sectores comerciales
- Rutas de lecturas
- Áreas de atención a usuarios
- Tiempos promedio de realización de trámites
- Alternativas de pago
- Cajeros automáticos
- Acciones de incremento de la eficiencia realizada en los últimos cuatro años y montos aplicados

Tabla 2.5 Espacios del área comercial para la realización de actividades y para atender al público usuario

Oficinas y Espacios del área comercialde	Superficie disponible m ²	Superficie requerida m ²	Necesidades de reacomodo o reacondicionamiento y viabilidad	Requerimientos
Contratos				
Padrón de usuarios				
Facturación				
Medición				
Taller de medidores				
Ventanillas de atención al público				
Sala de espera				
Ventanilla especiales para tercera edad, jubilados				
Etcétera				

Ilustración 2.9 Ejemplo de espacios de trabajo y de atención al público del área comercial



2.3.2.3. Diagnóstico de instalaciones y equipamiento

Las instalaciones, mobiliario, equipamiento informático y vehicular, son elementos esenciales para que el personal del área comercial realice sus actividades y cumpla sus funciones de manera oportuna y eficiente, y pueda brindar una buena atención en trámites de pago, aclaraciones y otras solicitudes del público usuario, en oficinas y en campo, por lo que se deben evaluar sus condiciones operativas y suficiencia, según lo siguiente:

Instalaciones y mobiliario:

Para evaluar la funcionalidad de las instalaciones se recomienda obtener los planos del área, tanto de oficinas centrales como de posibles sucursales, para hacer la relación que se muestra en la Tabla 2.5. Asimismo considerar la opinión del personal y también de los usuarios, entre ellos los de la tercera edad, jubilados y pensionados, para plantear necesidades reales el área que incidan en su eficiencia y en una buena atención. Ver Ilustración 2.12.

Las áreas de atención al público usuario atienden pagos de servicios, pero también muchos otros trámites, como: contratos, aclaraciones de alto consumo, reporte de fallas del servicio, solicitudes de factibilidad, convenios de pago, constancias de no adeudo, cambio de nombre, reinstalación de medidor, bonificaciones de pago, etcétera, ver Ilustración 2.9. Por esto es conveniente evaluar la conveniencia de separar estos trámites, como en cualquier otra oficina de servicios, mediante un sistema de turnos que no son costosos y que sí los usuarios agradecen, pues les permite tomar asiento mientras les toca ser atendidos, Ilustración 2.11. A toda la gente

le gusta tener buena atención, y sin duda eso abona a una mejor disposición de pago.

A partir de los resultados se podrán plantear varias posibilidades, con apoyo del área de proyectos, como por ejemplo:

- Que no se requiera ninguna adecuación
- Adecuaciones menores
- Remodelación (plantear proyecto de diseño y construcción)
- Nuevas instalaciones (plantear proyecto de diseño y construcción)
- Necesidades de mobiliario para oficinas y salas de espera (elaborar relación de mantenimiento y de muebles nuevos que se requieran)
- Necesidades de equipamiento para una atención más fluida a los usuarios (sistema de turnos, accesorios para unifila, etcétera)
- Etcétera

Equipamiento informático:

En la Tabla 2.6 se presenta una relación para evaluar la cantidad y condiciones del equipamiento informático del área comercial, para detectar necesidades de actualización y modernización. Es importante incorporar en este diagnóstico al personal de sistemas del Organismo Operador, así como al personal usuario de los equipos, ya que muchas veces una atención rápida a los usuarios depende del buen funcionamiento de estos.

Vehículos del área comercial

Respecto a los vehículos del área comercial es importante investigar, además de la cantidad, modelo y condiciones, los costos de operación y

Tabla 2.6 Listado de equipo informático del área

Tipo de equipo	Cantidad disponible	Uso	Antigüedad	Requerimientos
PC				
Impresoras				
Escáner				
Fotocopiadora				
Estaciones de trabajo				
Equipo x				

mantenimiento, ya que estos pueden ser mayores a los de una posible renovación, ver Ilustración 2.10. En la Tabla 2.7 se muestra la información básica a recabar para evaluar los vehículos disponibles y las necesidades de renovación. La tabla contiene una columna de uso en la que se debe justificar la necesidad del área respectiva en el cumplimiento de sus funciones comerciales.

2.3.3 EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS COMERCIALES

En el diagnóstico del sistema comercial, es preciso evaluar el desempeño de las sub áreas en la realización de sus funciones y procesos básicos, a partir de sus resultados de eficiencia comercial (ver ejemplo en Ilustración 2.13) y de la determinación y desglose de pérdidas de facturación y pérdidas de cobro, identificando los valores parciales que a cada una de estas sub áreas correspondan, con el fin de poder plantear acciones específicas de fortalecimiento y modernización, así como de mejora de la eficiencia. Ver en el Capítulo 3 (planificación de acciones de mejoramiento) las acciones de mejora que se pueden plantear, en función de los resultados del diagnóstico, que incluye el número de conexiones domiciliarias atendidas por cada organismo.

Para algunas de estas determinaciones, como la medición de consumos y otras, será necesario hacerlas a través de muestreos representativos, por lo que a continuación se presenta un proce-

dimiento para la determinación de muestras, y su selección aleatoria.

2.3.3.1. Determinación del tamaño de muestras

Para evaluar el desempeño de las áreas comerciales en la realización de sus funciones, es menester estimar mediante muestreos la cantidad de: usuarios no registrados, usuarios con datos confiables y actualizados en el padrón, medidores funcionando dentro los límites de error permisibles, lecturas de consumos confiables, etcétera.

Para determinar el tamaño de las muestras, conforme a Spiegel (1970), a partir de la media muestral los límites de confianza de la media poblacional μ vienen dados por $\bar{X} \pm z\sigma_x$, donde z es un coeficiente de confianza, y depende del nivel de confianza que se desee en cada caso específico y σ_x la desviación estándar de la distribución muestral de la media. En esta expresión se tiene que siendo:

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad \text{Ecuación 2.17}$$

donde:

- σ_x = Desviación estándar de la distribución muestral de la media
- σ = Desviación estándar de la población
- N = Tamaño de la población
- n = Tamaño de la muestra

Tabla 2.7 Relación de vehículos del área comercial

Marca/submarca	Modelo	Cantidad	Tipo	Uso	Costos anuales \$	Condiciones	Requerimientos

Ilustración 2.10 Diagnóstico del Parque vehicular del área comercial



Ilustración 2.11 Sistema de turnos para pagos y aclaraciones



Ilustración 2.12 Ventanilla de Jubilados y pensionados



Entonces los límites de confianza para la media poblacional, si el muestreo es sin reemplazamiento en una población finita de tamaño N , vienen dados por:

$$\bar{X} \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad \text{Ecuación 2.18}$$

donde:

- z = Nivel de confianza
- \bar{X} = Media poblacional

En esta expresión se puede ver entonces que el error de la media es:

$$e = z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad \text{Ecuación 2.19}$$

Haciendo operaciones para despejar n , se tiene:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N-1) + z^2 \sigma^2} \quad \text{Ecuación 2.20}$$

De la distribución muestral de proporciones, conforme a la referencia anterior de Spiegel (1970), en poblaciones y muestreo sin reemplazamiento, siendo p la proporción de éxito y $q=1-p$ la probabilidad de no ocurrencia, es válido que:

$$\sigma^2 = pq \quad \text{Ecuación 2.21}$$

donde:

- σ^2 = Varianza muestral
- q = Probabilidad de ocurrencia
- σ = Proporción de éxito

Reemplazando en la Ecuación 2.20 se obtiene la Ecuación 2.22 para determinar el tamaño requerido de la muestra para una población finita:

$$n = \frac{z^2 N p (1-p)}{e^2 (N-1) + z^2 p (1-p)} \quad \text{Ecuación 2.22}$$

donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Tamaño de la población (en este caso número de tomas registradas)
- z = Valor que se toma de la distribución de Gauss para el nivel de confianza dado; para un nivel de confianza de 95% z es igual a 1.96, para 68.27% $z=1.0$. Para otros niveles de confianza los valores z se pueden encontrar en las tablas de la curva normal de la referencia dada, o de cualquier otra.
- p = Nivel esperado (por ejemplo de tomas conformes con el padrón)
- e = El error máximo admisible (esto significa que si el resultado obtenido es r , el resultado real está en el rango de $r-e$ a $r+e$. Ejemplo: si e es igual a 5% y la verificación en campo sobre la muestra calculada por la Ecuación 2.22 resulte en 78% de tomas conformes con el padrón, entonces entre 73% y 83% de las tomas del padrón completo están conformes con el mismo).

Con la Ecuación 2.22 se determina la muestra para calcular una proporción o porcentaje, por ejemplo de medidores que satisfacen NOM-012-SCFI-1994.

Con la Ecuación 2.20 se determina la muestra para calcular un valor medio, por ejemplo del consumo de tomas de cuota fija mediante un medidor nuevo certificado. En esta ecuación se utiliza la desviación estándar σ , que es generalmente desconocida, por lo que se utiliza

la estima muestral s , como una aproximación satisfactoria para $n \geq 30$, siendo s la desviación estándar de la serie de números X , conforme a Spiegel (1970). Esta puede tomarse de algún estudio anterior de consumos en que se hayan determinado su media y su desviación estándar.

Como se describe en el apartado (Selección aleatoria de medidores) para la selección aleatoria de la muestra determinada, primero se hace la separación de tomas con medidor menor a una pulgada de diámetro, que generalmente son las más numerosas, en las cuales se aplican pruebas de error con medida volumétrica certificada. Estas pruebas de campo son costosas ya que un par de técnicos con vehículo y equipo de prueba podrán evaluar no más de 10 medidores de consumo, y pueden ser hasta seis o cinco. Por eso se recomienda este tipo de selección, aunque bien podría hacerse una determinación de muestras por bloques de algún tipo o por zonas de presión. Este equipo no aplica para diámetros mayores.

Las tomas con diámetro mayor a una pulgada corresponden a altos consumidores, y se evalúan de manera separada. Ver en el apartado 2.3.3.4 (Diagnóstico de la medición de con-

sumos) el inciso de evaluación de la medición de altos consumidores

Ejemplo:

Tamaño de muestra para evaluar el padrón de usuarios: Para un padrón mayor a 99,999 tomas, un máximo porcentaje de error aceptable del 5%, un nivel esperado de tomas conformes con el padrón, del 50% , y un nivel de confianza deseado del 95%, aplicando la Ecuación 2.22 resulta un tamaño de muestra de 383 tomas.

$$n = \frac{(1.96)^2 (99\,999)(0.5)(1 - 0.5)}{(0.05)^2 (99\,999 - 1) + (1.96)^2 (0.5)(1 - 0.5)}$$

$$n = 383$$

En la Tabla 2.8 se presenta un ejemplo de tamaños de muestra n , propuestos para evaluar la confiabilidad del padrón de usuarios, la medición de consumos, y la medición de altos consumidores con medidores mayores a 13 mm de diámetro. Esto según el máximo error aceptable, el nivel esperado de conformidad, y el nivel deseado de confianza, indicados.

Por otra parte, hay también disponible software libre para determinar el tamaño de las muestras.

Tabla 2.8 Ejemplo de tamaños de muestra especificados

Actividad	Máximo error aceptable e (%)	Nivel esperado de conformidad* p (%)	Nivel de confianza deseado (%)	Tamaño de muestra n
Evaluar la confiabilidad del padrón de usuarios	5	50	95	383
Evaluar la medición de consumos conforme a la NOM-012-SCFI-1994	10	50	95	96
Evaluar la medición de altos consumidores con medidores mayores a 25 mm de diámetro.	13.5	95	95	10

* En la primera actividad el nivel de conformidad es con respecto al padrón de usuarios, en la segunda con la NOM-012-SCFI-1994, y en la tercera con los consumos reales (sin sesgos ni desvíos de ningún tipo).

2.3.3.2. Diagnóstico de la comercialización del servicio

Aspectos organizacionales del subsistema de comercialización

Algunos aspectos básicos a considerar en el diagnóstico de este subsistema son:

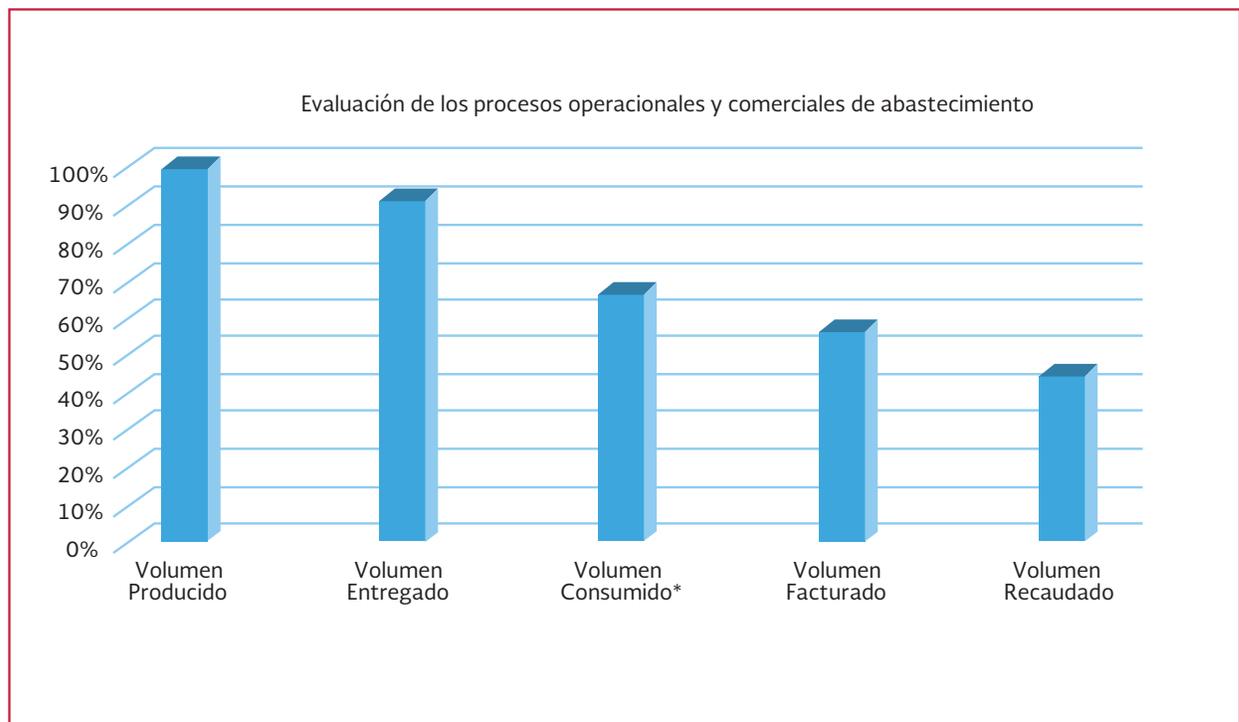
- Estructura organizacional para realizar sus funciones: desglose de personal, responsabilidades y facultades, capacitación, escolaridad, oficinas, sistemas informáticos utilizados, vehículos, etcétera
- Políticas, normas y procedimientos de operación, e interacción con los demás subsistemas comerciales
- Indicadores de desempeño
- Procedimientos de instalación de nuevas conexiones, y de control y atención de usuarios
- Confiabilidad y eficiencia de los procesos

- Conexiones no registradas, estimadas mediante métodos diversos (estudios, comparación con padrón de CFE y otros proveedores de servicios, etc.), y consumos respectivos (*consumo no autorizado*)
- Usuarios registrados, con tomas ocultas o con derivaciones
- Número de nuevas tomas por día, por mes y por año, etcétera
- Cancelación de tomas
- Usos o usuarios autorizados que no facturan, y consumos correspondientes (*consumo autorizado no cobrado*)
- Etcétera

Evaluación de usos no autorizados

Respecto al potencial de reducción de las pérdidas comerciales que existan en este proceso, generalmente el área de comercialización está sujeta a presiones de tipo social y político que pueden generar usuarios autorizados que no

Ilustración 2.13 Ejemplo de evaluación de los procesos operacionales y comerciales en función del desempeño en el manejo de los volúmenes de agua



facturan, manejo de pagos grupales (líderes) muy por debajo de las tarifas establecidas, bonificaciones y descuentos injustificados, etcétera. Asimismo de esta área depende el que los nuevos usuarios realicen su contrato de manera oportuna, o bien que reciban el servicio sin estar registrados. Pero principalmente se debe evaluar el desempeño en el control de usos no autorizados (clandestinaje, derivaciones, fraudes).

Comparativa con otros servicios

Caso especial es el de los usuarios no registrados, y el de usuarios registrados con tomas ocultas, que no son poco comunes. Es importante evaluar la existencia de procedimientos para estas actividades y cómo es que se aplican. El diagnóstico de esta situación puede hacerse primeramente mediante una comparativa con el catastro predial, con usuarios de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), y de otros servicios; asimismo mediante análisis de estadísticas del número de nuevas tomas por día, por mes y por año, cancelaciones, bajos consumos, etcétera.

Muestreo de predios

Otra alternativa para dimensionar este problema de conexiones no registradas y de conexiones ocultas, es a través de un muestreo aleatorio de predios, con o sin toma registrada, en el que se investigue alguna de estas posibilidades, mediante entrevistas, encuestas, sondeos, etcétera. Se determina primero una muestra representativa conforme a lo descrito en 2.3.3.1. Esta se debe seleccionar aleatoriamente en las listas del catastro predial del municipio de que se trate, que se deben recabar en las oficinas correspondientes. Ver procedimiento de selección en *Selección aleatoria de medidores*.

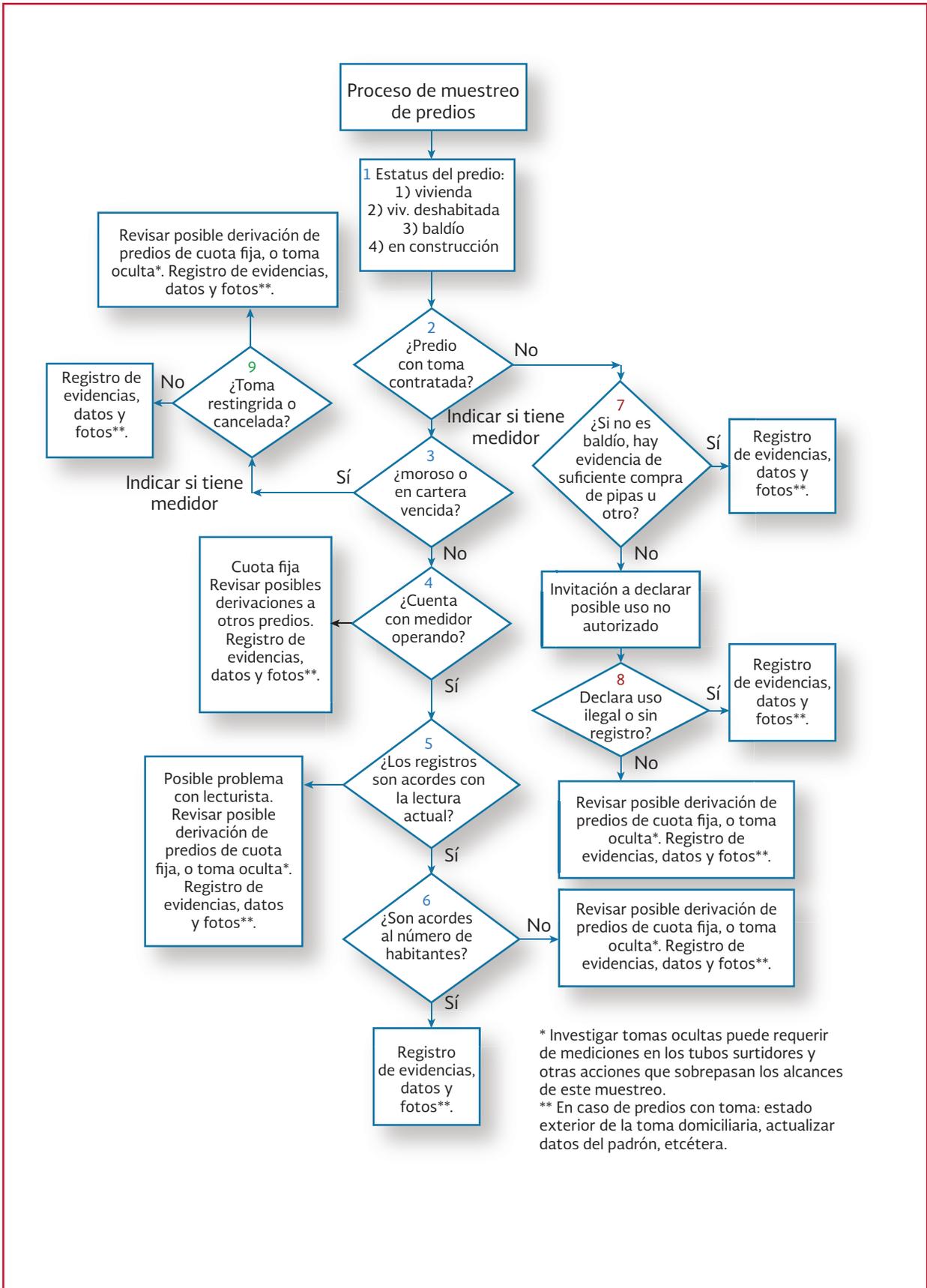
Para aplicación de este método se hará un recuento de la información disponible para ubicar los predios seleccionados. La información puede ser la siguiente:

- a) Planos predial y de distribución de los sectores en cuestión con datos como: número preliminar de tomas, su clasificación y ubicación (domésticas, comerciales, industriales, grandes consumidores, etcétera), horarios de servicio si es tandeado, presiones medias de operación, etcétera.
- b) Padrón preliminar de usuarios, impreso y/o en archivo.
- c) Listado de grandes consumidores, listado de usuarios morosos o en cartera vencida, listado de usuarios sospechosos por bajos consumos.

En la Ilustración 2.14 se muestra el diagrama de flujo para realizar la investigación de usos no autorizados. En la Tabla 2.9 se presenta el formato para registrar los resultados y determinar el número total de predios de la muestra con usos no autorizados, cuyo porcentaje se aplicará al número total de predios registrados en el catastro predial para determinar la cantidad de tomas que se estima está haciendo un uso no autorizado del servicio de agua potable.

Previamente a su realización, el Organismo Operador debe informar a la población de los sectores programados, sobre un programa de regularización de tomas domiciliarias, con el fin de ganar colaboración, y evitar demoras por desinformación, desconfianza y otras situaciones. Una opción es la entrega de volantes en los que se describan los trabajos a realizar con la participación de los usuarios, indicando lo que se requiere de parte de éstos, como puede ser tener a la mano la última factura o

Ilustración 2.14 Diagrama de flujo para muestreo de predios usos no autorizados



talón de pago. La entrega puede hacerse por medio de los lecturistas.

En los volantes se puede invitar a los posibles usuarios no registrados a declarar y regularizar de antemano sus tomas domiciliarias, indicando que no habrá ninguna sanción ni recargo para quien lo haga.

Aplicando un consumo promedio de los registros medidos disponibles a las tomas estimadas con uso no autorizado, se determina el volumen de pérdidas comerciales de facturación en este rubro. Ver cálculo en Ecuación 2.24.

Otras alternativas para identificar consumos no autorizados

Si es necesario en esta fase de diagnóstico confirmar o complementar los números estimados de consumos no autorizados, se debe acudir a opciones especiales de identificación. Por ejemplo a través del conocimiento de los lecturistas sobre las rutas que cubren, en las que posiblemente tengan detectados predios sospechosos. Incluso se podrían manejar incentivos por la detección de usuarios que estén en estas circunstancias.

De la misma manera se puede aprovechar la experiencia de los operadores de válvulas, quienes también pueden tener información de consumos no autorizados en sus zonas de operación. Si se hacen los estudios de vinculación predio contrato se pueden manejar también listas de usuarios sospechosos por bajos consumos.

Una alternativa recomendada, en especial para grandes consumos clandestinos, es la que se utiliza en distritos hidrométricos en los que se han registrado consumos y gastos mayores a

los esperados. El método, que igual sirve para la ubicación de fugas, consiste en aislar y medir en segmentos de red de aproximadamente 1 000 m, en los que al registrar caudales fuera de los previstos, según la clase y número de tomas supuestamente conectadas al segmento, y habiendo descartado o eliminado fugas importantes, se estará ante la posibilidad de estar muy cerca de grandes usuarios clandestinos, es decir con toma registrada y otra oculta. Esta alternativa se hace necesariamente en combinación con personal del sistema operacional.

2.3.3.3. Diagnóstico del padrón de usuarios

En la evaluación del desempeño de este subsistema de padrón de usuarios se recomienda considerar los siguientes aspectos:

- Estructura organizacional para realizar sus funciones
- Políticas, normas y procedimientos de operación, e interacción con los demás subsistemas comerciales
- Indicadores de desempeño
- Disponibilidad de sistemas de información geográfica con ubicación y datos de usuarios registrados, factibles y potenciales
- Sistema informático para el manejo de la base de datos del padrón
- Evaluación de base de datos: Cuenta, nombre, dirección, clase (doméstico, comercial, industrial, público), sector comercial, ruta, medidor, consumos, etcétera
- Evaluación de su confiabilidad: Usuarios con errores en los datos, usuarios con uso diferente al contratado, usuarios registrados no vigentes, usuarios no registrados

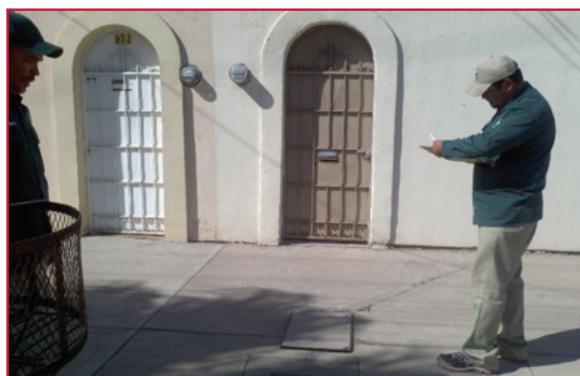
- Actualización respecto a altas, bajas, cambios, tipo de usuario, así como la veracidad de los datos registrados, y si estos son completos

Verificación de datos del padrón mediante muestreo de predios

La confiabilidad del padrón se determina mediante una muestra representativa conforme a lo descrito en 2.3.3.1. Ésta se debe seleccionar aleatoriamente del mismo padrón para que mediante recorridos de campo se confronten los datos reales de los predios seleccionados con los asentados en la base de datos. Ver procedimiento de selección en Evaluación del funcionamiento de los aparatos de medición. En estas tareas de verificación se requiere que estén presentes los propietarios de los predios, con el fin de consultarles datos actualizados. Es común encontrar que el usuario registrado ya no es el usuario actual, y no ha procedido a realizar los cambios respectivos.

En la Tabla 2.10 se presenta el formato propuesto para verificar los datos del padrón en campo. Incluye los datos del usuario, clase de toma (doméstica, comercial, industrial, pública), el giro en caso de ser comercial, sector y ruta. Asimismo datos del medidor de consumos: marca, modelo, año de fabricación, número

Ilustración 2.15 Evaluación del padrón de usuarios en campo



de serie, designación ($N\ m^3/h$), diámetro nominal (DN mm), y clase (A, B, C). También incluye campos para evaluar la toma de lecturas, la entrega de recibos de pago a tiempo, e identificación de posibles derivaciones o tomas ocultas. Uno de los aspectos más importantes a confirmar es la correspondencia entre cada usuario y la dirección del predio registrado (ver Ilustración 2.15), así como la vigencia de la cuenta contratada. Se pueden tener alternativas que pudieran arrojar mejores resultados, como es seleccionar los predios directamente en un Sistema de Información Geográfica, con lo cual se corroborarían los predios baldíos, pero incluso los predios con toma domiciliaria no registrada.

Para realizar la evaluación del padrón de usuarios se pueden aprovechar las terminales remotas con la base de datos del padrón para su verificación en campo, agregando además su geo posicionamiento. Cuando las diferencias del padrón con los datos de campo son menores, una de las tareas de los lecturistas es apoyar su actualización. Asimismo se pueden utilizar tabletas electrónicas para realizar estos y otros trabajos de campo.

A partir de las diferencias encontradas en la muestra verificada se puede establecer un % de confiabilidad de los datos del padrón, y por tanto las necesidades de actualización. Un padrón con una confiabilidad menor al 90%, requeriría de apoyo externo para actualizarlo, y habría que considerarlo en el plan de acciones de mejora de la eficiencia. Generalmente existen catastros prediales actualizados en otras dependencias, municipales, estatales y federales, que se pueden aprovechar para modernizar el padrón de usuarios de agua potable, y en general el sistema de información

del área comercial. Posibles hallazgos serían los siguientes:

- Clase de usuario diferente al contratado. Por ejemplo comercial con contrato doméstico. Aunque no existiría en este caso pérdida de agua, significa pérdida de ingreso debido a que las tarifas comerciales son mayores a las domésticas.
- Cuenta vigente en viviendas deshabitadas. Esto puede generar carteras vencidas inviables de recuperar.
- Propietario actual diferente al que hizo el contrato.
- Predio con domicilio distinto al indicado en el contrato.
- Datos de medidor diferentes a los del padrón.
- Etcétera.

Por otra parte, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) cuentan con herramientas diversas que se pueden aprovechar para la verificación del padrón de usuarios. Una de ellas es

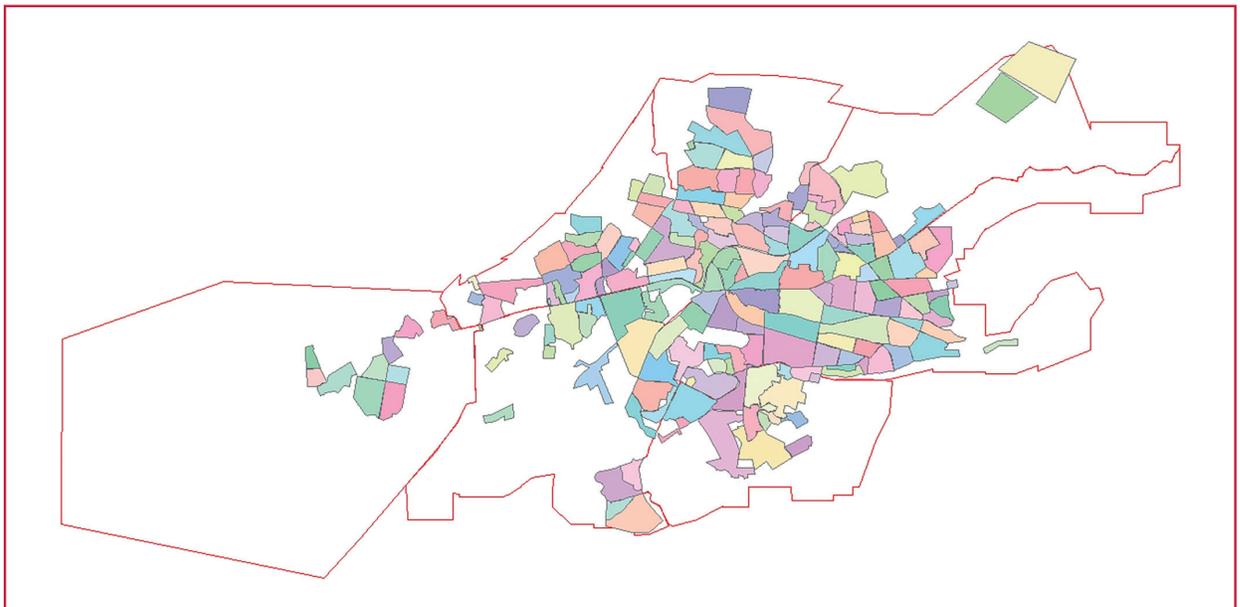
la selección aleatoria automática de predios para la verificación de datos. La tendencia actual en los sistemas de información comerciales es la inclusión de los SIGs, de manera que cada usuario se pueda ubicar geográficamente con sus datos y su situación de pagos al corriente o con atrasos. Asimismo con los datos de todos los predios para considerar usuarios potenciales y usuarios no registrados.

Ver ejemplo de aplicación de un SIG en la planimetría de una ciudad del país en la Ilustración 2.16 y en la Ilustración 2.17.

2.3.3.4. Diagnóstico de la medición de consumos

La evaluación del subsistema de medición de consumos y sus funciones principales de *incremento de la cobertura de medición mediante aparatos bien seleccionados y dimensionados*, establecimiento de rutas de lecturas, toma y descarga de lecturas, análisis estadístico de consumos, mantenimiento y verificación del

Ilustración 2.16 Planimetría de una ciudad del país conformada por 190 sectores, en un Sistema de Información Geográfica



parque de medidores, capacitación del personal del área, y todo lo conducente para alcanzar el 100% de cobertura efectiva y confiable de medición de consumos, debe incluir entre otros, los rubros siguientes:

- Estructura organizacional para realizar sus funciones, perfil del personal, supervisores, equipamiento (terminales remotas, equipo de cómputo, vehículos, etcétera)
- Políticas, normas y procedimientos de operación, e interacción con los demás subsistemas comerciales
- Indicadores de desempeño: coberturas, impacto en los ingresos, impacto en el control de consumos, impacto en la distribución del servicio a más usuarios, submedición, otros
- Cobertura de medición y datos técnicos tabulados del parque de medidores, con antigüedad, y otras condiciones
- *Verificación del dimensionamiento de medidores*
- Evaluación de la medición con aparatos menores a 25 mm de diámetro,
- Evaluación de la medición de altos consumidores con aparatos mayores a 25 mm de diámetro
- Evaluación de consumos en usuarios de cuota fija
- Evaluación de la toma de lecturas de consumos (método de toma de lecturas, consumos medidos, rutas, periodos, supervisión de lecturistas, etcétera)
- Retroalimentación al área de comercialización de los servicios con datos de

Tabla 2.10 Formato para verificar datos del padrón de usuarios en campo

Datos del usuario: Verificados y del padrón											
Nombre:		Domicilio:		No. Cuenta:		Clase		Giro:		Sector:	Ruta:
Nombre:		Domicilio:				Clase		Giro:		Sector:	Ruta:
Datos del usuario: Verificados y del padrón											
Marca/ modelo:		Año de fabricación		# de serie				N (m ³ /h)		DN (mm)	Clase
Marca/ modelo:		Año de fabricación		# de serie				N (m ³ /h)		DN (mm)	Clase
Lecturas (n medidores)											
Lectura (m ³)		Fecha		Lectura final (m ³) 10 o más días después		Fecha		Volumen (m ³)		Vol. mes (m ³)	Volumen último Dato padrón (m ³)
Volumen promedio 6 meses padrón (m ³)		Recepción recibo por usuario último o periodo (si, no)		Derivación probable o confirmada (si o no)				Observaciones generales			
		Fecha:				Hora:					
		Realizó:									
		Revisó:									

- la conexión y posibles derivaciones y anomalías
- Etcétera

Evaluación del funcionamiento de los aparatos de medición

Para evaluar el funcionamiento de los aparatos de medición a través de la prueba de errores, como en los dos casos anteriores primero se determina un tamaño de muestra representativo conforme a lo descrito en 2.3.3.1, y luego se hace la selección aleatoria del mismo padrón, para que mediante recorridos de campo se realicen las pruebas que se describen en el apartado *prueba de errores de medición en campo en medidores de hasta 25 mm de diámetro*. En seguida se describe

el procedimiento para la selección aleatoria de medidores a los que se aplicarán las pruebas.

Selección aleatoria de medidores

Para la selección aleatoria de la muestra determinada primero se hace la separación de tomas con medidor menor a una pulgada de diámetro, en las cuales se aplican las pruebas descritas en este apartado del manual. En las mayores no necesariamente se tiene que hacer una selección aleatoria. Tiene que decidirse con el responsable del proyecto. Un criterio puede ser tomar los diámetros mayores, por ejemplo si hay de 1", 2, 3" y 4", tomar los de 3" y 4". Por alguna razón muy particular se puede incluir alguno menor a estos.

Ilustración 2.17 Asignación de los puntos de cliente (tomas domiciliarias) a las tuberías para la estimación de caudal en los nodos, en modelo matemático de red de distribución de la ciudad del ejemplo indicado en la Ilustración 2.16. Las tomas domiciliarias se simbolizan por un punto y una línea corta conectadas a las líneas de distribución.



Para hacer la selección aleatoria de medidores se asigna un número consecutivo a cada una de las cuentas registradas en el padrón de usuarios; luego mediante Excel © se generan los números aleatorios requeridos según el tamaño de muestra determinado. Por ejemplo si el número de cuentas fuese 52 049 y el tamaño de muestra 50, entonces con la función ALEATORIO.ENTRE(1 52049) se van generando los 50 números.

Prueba de errores de medición en campo en medidores de hasta 25 mm de diámetro

A continuación, se presenta la metodología para realizar pruebas volumétricas con la finalidad de determinar errores de medición en campo. Las pruebas se realizan conforme a la NOM-012-SCFI-1994, que establece como límites permisibles $\pm 5\%$ en el campo inferior, comprendido entre el gasto mínimo q_{min} incluido y el gasto de transición q_t excluido; y $\pm 2\%$ en el campo superior, comprendido entre q_t incluido y el gasto de sobre carga q_s incluido. Los gastos q_{min} y q_t dependen de la clase metrológica A, B y C, y de la designación del medidor N en m^3/h .

Conforme a la misma norma se define el gasto permanente, q_p [m^3/h], como el gasto al cual se requiere que el medidor opere de manera satisfactoria bajo condiciones de flujo estable o intermitente, y que se determina con relación al valor numérico de la designación del medidor. Asimismo el gasto de sobre carga q_s [m^3/h] definido como el gasto al cual se requiere que el medidor opere de manera satisfactoria por un corto periodo de tiempo sin deteriorarse; su valor es igual al doble del gasto permanente.

Procedimiento para verificación de la exactitud de medición en campo para medidores de hasta 25 mm de diámetro

- Herramientas (Ver ilustración 2.18)
- Equipos de prueba (Ilustración 2.19)
- Toma de la prueba (Ilustración 2.20)

Las pruebas en campo pueden verse afectadas por diversas circunstancias, por lo que un solo ensayo en cada gasto podría sesgar los resultados. De hecho estas mismas pruebas en condiciones controladas de laboratorio se realizan tres veces para asegurar resultados confiables. Entonces al realizar una segunda repetición si el resultado no difiere con el de la primera (en no más del 0.5%, 100 ml) entonces se promedian los valores y no se realiza una tercera repetición. En caso contrario se realiza y se analiza si se promedian los tres resultados, ya que alguno pudiera ser muy diferente a los otros dos, por ejemplo debido a arenillas que inicialmente pudieran estar afectando el funcionamiento del medidor.

Con los datos de prueba del medidor y de la medida volumétrica patrón se determinan los gastos reales de prueba y los errores respectivos. Los equipos de prueba en sitio son (ver Ilustración 2.19):

- Probador portátil con medidor de gasto volumétrico, manómetro y válvulas para establecer los gastos de prueba
- Medida volumétrica certificada conforme a la NOM-042-SCFI-1997
- Nivelador
- Cronómetro

Se requieren también herramientas para sacar el medidor existente en la toma y conectar en su lugar el probador portátil (ver Ilustración 2.18).

Ilustración 2.18 Herramientas



Ilustración 2.19 Equipos de prueba



Ilustración 2.20 Toma de pruebas



llave de perico, pinzas de mecánico, desarmadores, llave de presión, y otras

De los resultados obtenidos en los medidores de la muestra se determina el error promedio de medición de consumos. Este se aplica al volumen de consumo total medido en el periodo establecido, para estimar las pérdidas comerciales por submedición. Ver Ecuación 2.24.

Verificación del dimensionamiento y de selección

Mediante la misma muestra determinada de medidores se puede verificar si el tipo y clase del aparato instalado en cada uno de los predios seleccionados, y principalmente su capacidad, son adecuados a los gastos derivados del consumo mensual, la continuidad del servicio, las presiones, las instalaciones prediales (cisternas, tinacos), calidad del agua (arenillas, fierro y manganeso, etcétera), y otras condiciones de sitio.

Se debe recordar que un medidor sobre dimensionado ocasionará pérdidas por submedición debido a que estando diseñado para ciertos caudales, funcionará en valores menores para los cuales el dispositivo no tendrá la suficiente

El cálculo de errores se realiza conforme a la expresión siguiente según la NOM-012-SCFI-1994:

$$Em = \frac{V_i - V_c}{V_c} (100) \quad \text{Ecuación 2.23}$$

dónde:

- Em = Error de medición (%)
- V_c = Valor convencionalmente verdadero del volumen (medida volumétrica) (m³)
- V_i = Valor indicado por el medidor bajo prueba (m³)

Herramientas mínimas para conexión de equipo de prueba a medidor existente: Llave Stilson,

sensibilidad. Por el contrario un medidor subdimensionado provocará que trabaje más continuamente en caudales de sobrecarga, desgastando más rápidamente su mecanismo, y por tanto su rápido deterioro.

Se deben recabar en el Organismo Operador los consumos medidos mensuales, y los horarios de servicio si este fuera tandeado. Se investigan las horas diarias de consumo para estimar los caudales de operación de los aparatos. Puede ser con el personal de campo del organismo y con los propios usuarios. Con los datos nominales de los aparatos se determinan los caudales: mínimo (q_{min}), de transición (q_t), permanente (q_p) y de sobre carga (q_s). Se comparan los caudales de consumo con los caudales nominales anteriores para verificar si están bien dimensionados. Ver ejemplo de revisión de un organismo operador en la Tabla 2.11. Se observa que varios medidores están sobredimensionados, otros tantos subdimensionados, y otros bien.

Para obtener mejores resultados sería necesario realizar estudios de campo con equipos portátiles apropiados, para medir la variación real de los caudales de consumo, y poder compararlos con las capacidades de los medidores instalados, como se indica en el *Sistemas de Medición del Agua: Producción, Operación y Consumo* del MAPAS en su apartado 11.7 “Selección y dimensionamiento de medidores”. Si mediante un estudio de ese tipo se establece un error promedio de submedición por sobredimensionamiento, se podrían estimar las pérdidas comerciales de facturación por este rubro, aplicando también la Ecuación 2.25.

De manera práctica y con la información disponible se puede hacer la aproximación descrita

del porcentaje de sobredimensionamiento de medidores.

Evaluación de la medición de altos consumidores

En las ciudades existen usuarios cuyos consumos significan los mayores ingresos para el Organismo Operador, por lo que es conveniente evaluar su medición de manera separada. Sus medidores son mayores a una pulgada de diámetro. En estos casos se hace lo que se denomina una auditoría al medidor permanente mediante un medidor portátil con certificado de calibración vigente, que registre los consumos cada cierto tiempo, por ejemplo 10 min, durante 24 horas. También se van haciendo registros en el medidor portátil. La auditoría incluye una inspección para descartar posibles desvíos o conexiones ocultas.

Por otra parte *las mejores prácticas recomiendan la inspección periódica de grandes consumidores, e incluso su monitoreo en tiempo real, dependiendo de los consumos y de los ingresos que signifiquen para cada organismo operador.*

Existen organismos operadores en el país con telemetría en medición de altos consumidores, y que pueden monitorear su variación en el momento que lo crean conveniente, pues significan sus mayores ingresos. De eso depende la periodicidad de la inspección y de consumos menores a los que regularmente se tienen registrados en cada alto consumidor. En este sentido en las mejores prácticas nacionales se maneja un padrón separado de altos consumidores, con sus propios periodos de facturación, y servicio al cliente con atención apropiada, que al igual que a todos los usuarios, se asegure su satisfacción y el pago a tiempo.

Tabla 2.11 Ejemplo de revisión de diámetro actual de medidor y diámetro propuesto, conforme a registro mensual de consumos

Clave de usuario	Cons prom m³/mes	Cons8 med L/h	Qmin L/h	Qt L/h	Qp L/h	Díam. actual pulg	Cons8 med L/s	V1 (m/s)	Díam propuesto pulg
004 007 0301	613.9	2 558	30	120	1 500	3/4	0.71	2.4927938	1
004 007 0300	731.6	3 048	30	120	1 500	3/4	0.85	2.9707298	1
023 007 0200	207.7	865	300	1200	15 000	2	0.24	0.1186138	1
035 007 1100	408.8	1 703	30	120	1 500	1/2	0.47	3.7346224	1
023 008 0200	10314.3	42 976	3 000	12000	150 000	6	11.94	0.6544336	4
023 008 0300	9267.5	38 615	4 000	16000	200 000	8	10.73	0.3307589	4
023 006 0400	39.0	163	30	120	1 500	1/2	0.05	0.3563309	Clase C de 1/2"
001 053 0100	633.1	2 638	300	1200	15 000	2	0.73	0.3615417	1
003 066 0200	519.3	2 164	300	1200	15 000	2	0.60	0.2965142	1
004 007 0400	3422.5	14 260	300	1200	15 000	2	3.96	1.9543953	2
007 001 0801	637.6	2 657	300	1200	15 000	2	0.74	0.3641114	1
004 007 0901	560.0	2 333	300	1200	15 000	2	0.65	0.3197842	1
004 007 0900	2861.9	11 924	30	120	1 500	3/4	3.31	11.621363	2
005 072 0300	551.5	2 298	800	3200	40 000	3	0.64	0.139969	1
006 002 0300	1258.8	5 245	300	1200	15 000	2	1.46	0.7188482	2
003 075 0101	99.8	416	30	120	1 500	1/2	0.12	0.9113849	0.5
006 032 0201	996.0	4 150	300	1200	15 000	2	1.15	0.568759	2
006 005 0100	213.1	888	300	1200	15 000	2	0.25	0.1217036	1
014 055 0100	1126.5	4 694	1 200	4800	60 000	4	1.30	0.16082	2
062 003 0100	859.1	3 580	1 200	4800	60 000	4	0.99	0.1226494	2
038 032 0501	103.4	431	1 200	4800	60 000	4	0.12	0.0147579	0.5
021 001 0900	192.4	802	800	3200	40 000	3	0.22	0.0488242	1
003 074 0400	199.5	831	300	1200	15 000	2	0.23	0.1139231	1
081 010 0188	259.1	1 080	300	1200	15 000	2	0.30	0.1479716	1
023 009 0400	15.1	63	300	1200	15 000	1/2	0.02	0.1381925	Clase C de 1/2"
003 048 0400	447.1	1 863	300	1200	15 000	2	0.52	0.2553277	1
011 025 1800	310.8	1 295	30	120	1 500	1/2	0.36	2.8392267	0.5
001 054 0300	136.1	567	300	1200	15 000	1/2	0.16	1.2437321	0.5
009 017 1500	262.3	1 093	30	120	1 500	1/2	0.30	2.3964235	0.5
003 071 0400	312.0	1 300	30	120	1 500	1/2	0.36	2.8506476	0.5
006 039 0200	306.6	1 278	300	1200	15 000	2	0.35	0.1750961	1
006 121 0101	63.4	264	30	120	1 500	1/2	0.07	0.5790378	Clase C de 1/2"
037 088 2600	241.0	1 004	30	120	1 500	1/2	0.28	2.2019425	0.5
005 045 0800	255.9	1 066	30	120	1 500	1/2	0.30	2.3378508	0.5
062 003 0200	119.8	499	30	120	1 500	1/2	0.14	1.0941187	0.5
003 075 0500	75.9	316	30	120	1 500	1/2	0.09	0.6932464	Clase C de 1/2"
005 016 0100	194.6	811	30	120	1 500	1/2	0.23	1.7782285	0.5
006 070 0800	52.3	218	30	120	1 500	1/2	0.06	0.4773921	Clase C de 1/2"
011 025 3600	268.0	1 117	30	120	1 500	1/2	0.31	2.4486332	0.5

En estas mejores prácticas la evaluación del servicio a altos consumidores, incluyendo el análisis de consumos y detección de desvíos importantes de los históricos, que hagan necesaria la revisión de las conexiones de servicio, es mensual.

En realidad esta evaluación es una comparativa entre ambos medidores, ya que a menos que se utilice un medidor portátil con exactitud sensiblemente mayor a la del permanente, no se podrá decir que se están determinando errores de medición de éste. Esta comparativa es para verificar:

- La variación horaria de consumos por parte del alto consumidor
- Si el dimensionamiento del medidor permanente es adecuado, ya que un sobredimensionamiento puede significar pérdidas importantes por submedición de flujos bajos
- Que el medidor permanente se comporte de manera similar al portátil
- Las diferencias de volumen acumulado entre ambos medidores, y que estas sean razonables en función del tipo de medidores
- Si el medidor permanente está midiendo bien, o requiere alguna verificación en laboratorio y ajuste, o incluso su cambio
- Posibles desvíos y otras irregularidades
- Etcétera

Ver ejemplo de auditoría en la Ilustración 2.21, se observa el medidor permanente evaluado, tipo turbina de 50 mm de diámetro, y el medidor portátil, tipo ultrasónico de tiempo en tránsito. En la Ilustración 2.21 se muestra gráficamente los volúmenes acumulados obtenidos en ambos equipos.

En la Ilustración 2.21 se puede observar que en la instalación del medidor permanente los espacios existentes para poder hacer mediciones comparativas son muy limitados. En la Ilustración 2.22 de volúmenes acumulados se observa que el medidor permanente se comporta de forma similar al portátil, hasta las 14:24 horas. A partir de esa hora el gasto de consumo disminuyó, y el medidor portátil no fue tan sensible para su registro. Por eso se dice que es una comparativa. Lo ideal sería realizar la evaluación con un medidor electromagnético bridado, que son de los más exactos. Sin embargo, en general se encontró que la medición del alto consumidor en cuestión, es confiable.

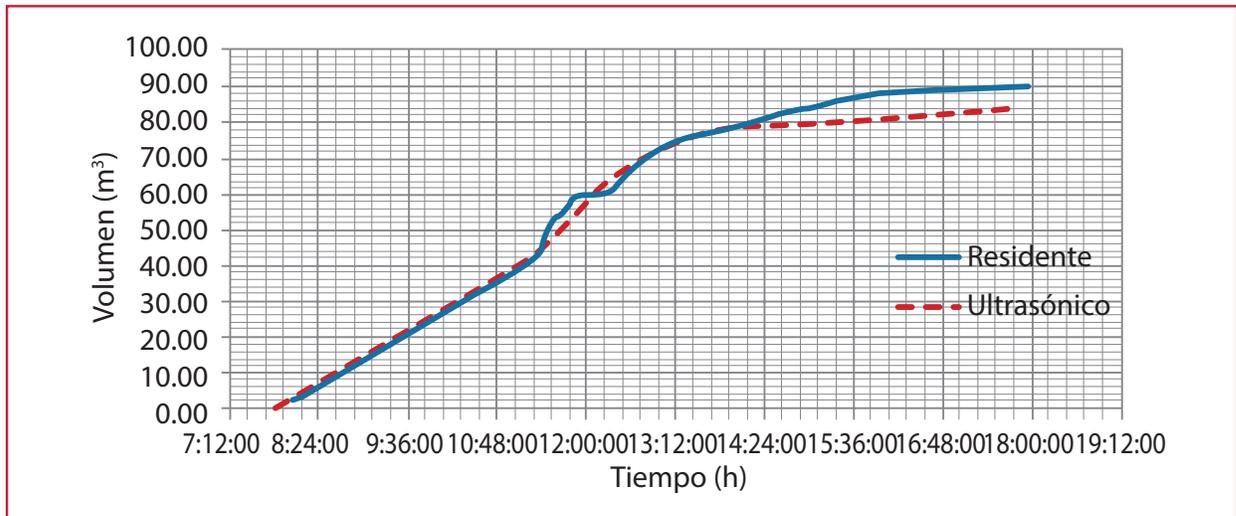
2.3.3.5. Validación de lecturas

Independientemente de la confiabilidad de los aparatos de medición, existe siempre la posibilidad de que voluntaria o involuntariamente los consumos reportados y capturados de la toma de lecturas, no concuerden con los volúmenes reales de los medidores, para el mismo periodo de facturación. Por ello, además de evaluar los medidores de consumo se debe evaluar también la toma de lecturas, tanto en su

Ilustración 2.21 Auditoría de medición de altos consumidores.



Ilustración 2.22 Ejemplo de auditoría de medidor. La medición del alto consumidor en cuestión, es confiable



procedimiento documentado, como en campo.

Se propone realizar la toma de dos lecturas a una muestra representativa de usuarios con medidor; una al momento de realizar la prueba de errores descrita en *Prueba de errores de medición en campo en medidores de hasta 25 mm de diámetro*, o la *verificación de datos del padrón mediante muestreo de predios*, y otra 10 o 15 días después. Se analizan los resultados para comparar los consumos proyectados al mes o al bimestre, con los consumos reportados por los letruristas, y, en su caso, se determina un error promedio en la toma lecturas.

El error promedio, en su caso, se aplica también al volumen de consumo total medido en el periodo establecido, para estimar las pérdidas comerciales de facturación por error de toma de lecturas. Ver Ecuación 2.24.

A partir de los resultados se puede confirmar si los letruristas están haciendo bien su trabajo, si requieren algún tipo de capacitación, o bien si hay problemas de honestidad, para tomar las medidas pertinentes.

2.3.3.6. Evaluación de consumos de cuota fija

Si la cobertura de medición de consumos no es del 100%, será necesario evaluar los consumos asignados para los usuarios de cuota fija, con el fin de determinar las posibles pérdidas comerciales de facturación en este tipo de tomas, y poder establecer la prioridad de instalación de medidores por zonas, su rentabilidad y otros aspectos de su planificación.

En el apartado 2.1.3.1 se indican dos métodos para determinar los consumos autorizados en conexiones sin medidor. Se describe a continuación el primero de ellos, sólo para fines de balance y planeación de acciones de mejora de eficiencia comercial, pues este manual no promueve el empleo de la cuota fija, debido a las desventajas que presenta, entre otras la falta de control de consumos, que impacta en los planes de distribución del área operacional.

Estimación de consumos mediante muestreos:

Consiste en la realización de muestreos de medición de un número suficiente de conexiones

domiciliarias, de varias categorías y subcategorías, estadísticamente representativos, conforme a lo siguiente:

- 1) Realizar la disgregación del número total de tomas de cuota fija en su clasificación básica: domésticas, comerciales, industriales y públicas. En general se esperaría que sólo en las primeras hubiese tomas sin medición de consumos, dado que son las más numerosas, y que las industriales y comerciales, al generar mayores ingresos, normalmente cuentan con aparato de medición
- 2) Disgregar las tomas domésticas sin medidor al menos en residenciales y populares, según las subcategorías establecidas en cada organismo operador, aunque también generalmente las primeras tienen prioridad de medición
- 3) Determinar el tamaño de muestra de cada categoría y subcategoría definidas de tomas sin medidor conforme a 2.3.3.1 (Determinación del tamaño de muestras)
- 4) Realizar la selección aleatoria de las muestras determinadas conforme al apartado (Selección aleatoria de medidores)
- 5) Recabar datos técnicos de las tomas seleccionadas: diámetro, continuidad del servicio, presiones, facilidades para instalar los medidores, etcétera
- 6) Seleccionar el tipo y tamaño de medidor apropiado para las tomas domiciliarias seleccionadas. Consultar detalles de selección y dimensionamiento en el libro “Medición del Agua” del MAPAS
- 7) Adquirir medidores nuevos que sean conformes con la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCFI-1994
- 8) Hacer la instalación en las tomas seleccionadas de conformidad con la norma NMX-CH-001/2-1993-SCFI, Medición de flujo de agua en conductos cerrados de, sistemas hidráulicos-medidores para agua potable fría-parte 2: requisitos de instalación. Asimismo considerar en las tomas lo indicado en la norma NOM-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba. Revisar la necesidad de algún tipo de accesorio especial para evitar la medición de aire en caso de servicio tandeado
- 9) Establecer un periodo de medición de los consumos y preparar los formatos con los datos de los predios en cuestión, para la toma de lecturas inicial y final. Se recomienda un periodo de un mes. Ver formato en Tabla 2.12
- 10) Realizar la lectura inicial y registrarla en los formatos. Al final del periodo seleccionado realizar la segunda lectura, y calcular el volumen consumido en cada predio, y el promedio de cada categoría o subcategoría de tomas, compararlo con el consumo asignado para cobro, y determinar por diferencias el error de cuota fija correspondiente, que constituye una parte de las pérdidas de facturación

Con el error promedio de cuota fija se calculan las pérdidas en las tomas sin medición de consumos, aplicando la Ecuación 2.26.

Tabla 2.12 Formato para muestreo de consumos por clase de tomas de cuota fija

No.	Nombre	Cuenta	Marca y modelo de medidor	Lectura inicial m ³	Fecha	Lectura final m ³	Fecha	Consumo mensual m ³

Si las “pérdidas” estimadas por este concepto son importantes desde el punto de vista de los montos que dejan de ingresarse, por ejemplo mayores al 2% de los ingresos actuales, en tanto no se cuente con medidor se pueden ajustar el pago mensual conforme a los consumos promedio investigados. Como elemento de decisión se debe considerar la continuidad del servicio. Si éste se presta mediante tandeos muy restringidos, difícilmente los usuarios sin medidor tendrán agua para desperdiciar; pero considerando que el objetivo es tener redes de distribución rehabilitadas, en las que lo indicado será mantenerlas presurizadas para evitar la fatiga de los materiales, el servicio tendería a ser continuo y por tanto los usuarios sin medidor podrían desperdiciarla, por lo que en ese caso lo conducente sería instalar medidores.

Por otra parte, existe la posibilidad de que los “errores de cuota fija” resulten a favor de los usuarios. En ese caso también lo mejor sería la instalación de medidores, para que a los usuarios se les cobre según sus consumos y las tarifas establecidas. Es una de las desventajas de incrementar la cobertura de medición de consumos. Una ventaja, además del cobro justo, sería evitar la tentación de querer controlar la demanda a

través de los tandeos, que como ya se dijo afecta la infraestructura de distribución.

2.3.3.7. Diagnóstico de la Facturación y cobranza

Aspectos organizacionales del Subsistema de facturación y cobranza

Al subsistema de facturación y cobranza le competen las funciones de facturación, recaudación, y de cobranza de cartera vencida, con apoyo de otras áreas del Organismo Operador, como es la jurídica. Estas deben evaluarse para identificar oportunidades de mejora, conforme a lo siguiente:

Facturación:

Se requiere de verificar la existencia y aplicación de procedimientos para realizar las actividades de: asignación de número de cuenta para cada usuario, verificación de consumos reportados por el subsistema de medición, aplicación de las tarifas correspondientes a los consumos verificados según las categorías establecidas, cálculo del monto a pagar, elaboración de recibos de pago, y notificación a los usuarios.

Recaudación:

En cuanto a las actividades de recaudación, se requiere verificar también la existencia y aplicación de procedimientos para: recepción y registro de pagos, aplicación y control de descuentos a usuarios autorizados (tercera edad y otros), análisis estadístico de consumos y pagos según la clase de usuarios, y disposición de ventanillas y medios diversos de cobro y de aclaraciones. Ver Ilustración 2.28.

Cobranza:

De igual manera se debe verificar la existencia y aplicación de procedimientos para el manejo y control de usuarios morosos, como es la restricción de tomas, y procedimientos para la depuración y recuperación de cartera vencida.

Conforme a los resultados de las verificaciones anteriores se podrán proponer en el plan de acciones de mejora de la eficiencia, la actualización y elaboración de los procedimientos que se requieran.

En estas verificaciones se deben incluir además rubros como los siguientes:

- Estructura organizacional para realizar sus funciones, perfil del personal, supervisores, equipamiento (terminales remotas, equipo de cómputo, vehículos, etcétera)
- Políticas, normas y procedimientos de operación, e interacción con los demás subsistemas comerciales
- Indicadores de desempeño: eficiencia de facturación, eficiencia de cobro, otros
- Capacitación del personal del área, y todo lo conducente para incrementar y mantener la eficiencia de facturación y la eficiencia de recaudación

- Sistema informático de recaudación: manual o instructivo, soporte técnico, mantenimiento, programa fuente en poder del organismo, módulos, módulos que lo integran, módulos que se utilizan, módulos faltantes, integridad en las funciones, control de accesos a sistema informático, reportes para corte o restricción, etcétera

Dentro de los procesos comerciales es fundamental el de la generación de recibos de pago, junto con los ciclos y aplicación correcta de tarifas, así como el manejo de la información y su registro en el sistema informático disponible. Asimismo el procedimiento para transferir información de las sucursales a la oficina central. Es importante verificar que la base de datos tenga de integridad y seguridad en su manejo, de conformidad con los manuales e instructivos del desarrollador.

Validación de captura de consumos

Otra de las tareas del proceso comercial que se debe evaluar es la captura de consumos medidos y el procedimiento para verificar que los valores sean consistentes. Si se hace transmisión de lecturas al momento que se toman con terminales remotas (hand helds), o bien si la información se descarga directamente de estos equipos al sistema informático comercial, los errores de captura se eliminan. Asimismo si se hace lectura remota con equipo de toque o con vehículo en marcha, y más aún si el sistema de medición incluye red fija para la transmisión de datos de consumo al sistema informático.

Finalmente esta es la tendencia de modernización de los sistemas de medición de consumos, los cuales minimizan los riesgos de errores y

hacen mucho más eficientes las tareas del sistema comercial de los organismos operadores de agua potable y saneamiento.

Cuando las lecturas de consumo son registradas en papel y la captura por tanto es manual, se corre el riesgo de cometer errores voluntarios o involuntarios, por lo que se puede cotejar una muestra de lecturas del último período con la información capturada y almacenada en el sistema informático. Esta muestra puede ser la misma que se maneja en 2.3.3.5 (Validación de lecturas). En su caso, con las diferencias encontradas entre lectura y captura se determina un error promedio.

El error promedio, en su caso, se aplica también al volumen de consumo total medido en el periodo establecido, para estimar las pérdidas comerciales de facturación por error de captura de lecturas. Ver Ecuación 2.24.

En caso de que el impacto de los errores sea sustantivo, se analizan posibilidades de mejora y modernización, como es el uso de terminales remotas (ver Ilustración 2.23).

Evaluación del procesamiento de datos y su facturación

En esta fase los datos de volúmenes de facturación se combinan con las tarifas respectivas para obtener montos de facturación, o bien recibos de pago que deben indicar el volumen consumido por cada usuario, y el monto a pagar, pasando del proceso de facturación al de recaudación.

El objetivo de esta actividad es verificar que una vez revisados los consumos y su captura en el sistema informático, se apliquen las tarifas que a cada clase y subclase de usuarios corresponde, ya que de otra manera desde esta tarea se estarían teniendo pérdidas,

Ilustración 2.23 Terminales remotas para toma de lecturas de consumo (hand helds) con impresora térmica



tanto en montos de facturación como en montos de recaudación.

Por eso se debe contar con la información actualizada de las tarifas autorizadas. Las tarifas se analizan con el único fin de verificar su correcta aplicación. En este libro no se abordan en otro sentido, ya que si un organismo tiene una baja eficiencia de facturación y de cobranza, antes de pensar en revisar e incrementar sus tarifas, primero debe incrementar estas eficiencias.

Esta tarea se efectuará sobre una muestra representativa de usuarios según lo descrito en 2.3.3.1, y que puede ser la misma que se trae en *Validación de captura de consumos* con los montos del último periodo de facturación. En la Tabla 2.13 se presenta un ejemplo de la verificación del procesamiento de datos de consumo de una muestra de 23 usuarios de un organismo operador del país. Contiene número de cuenta, la clave de tarifa que aplica (comercial y doméstica), el consumo en m^3 , el precio por m^3 , y el cálculo de montos a pagar. Estos se pueden confirmar con los datos de tarifas de la Tabla 2.14 y Tabla 2.15, lo que significa que este procesamiento se hace correctamente.



De la muestra de usuarios dos son del tipo comercial, y los demás domésticos. En cinco de los casos se indican notas respecto al volumen de consumo. Estas son generadas por los lecturistas según las diferentes circunstancias encontradas al momento de tomar las lecturas, principalmente del medidor. Por supuesto los lecturistas deben tener la supervisión necesaria para confirmar estas situaciones.

En la aplicación de las tarifas en el caso específico del organismo operador del ejemplo se realiza de conformidad con lo siguiente:

- El importe por el concepto de agua se calcula multiplicando los metros consumidos por el precio del metro según el rango de la tarifa establecida
- Por el concepto de alcantarillado sanitario el cobro será del 20.00% del monto cobrado por agua siempre y cuando descarguen a la red general y cuente con este servicio.
- Por el concepto de saneamiento el cobro será del 30.24% del monto cobrado por

agua siempre y cuando se cuente con el servicio de alcantarillado sanitario

- Quienes tengan un consumo cero se cobrará de conformidad a lo establecido en cobro de los derechos a edificaciones deshabitadas
- Los derechos de extracción se cobrarán conforme se encuentren estipulados en la ley federal de derechos vigentes debidamente señalados como Derechos Federales de Extracción de Agua. En servicio medido: se cobrará de acuerdo a los metros cúbicos facturados

Evaluación del sistema de información comercial

Necesidades y prioridad del sistema de información comercial

Como se describe en el apartado 1.2.1, cada uno de los sistemas que integran un Organismo Operador (operacional, comercial, planificación, financiero y administrativo de apoyo) debe

Tabla 2.13Ejemplo de formato para verificar la aplicación correcta de tarifas sobre consumos medidos, comerciales y domésticos

Cuenta	Sector	Tarifa	Total Metros cúbicos	Precio Metro Agua S/M	Tarifa agua	Tarifa Drenaje Agua* 20%	Tarifa Agua y Drenaje	Tarifa Sanaem 30.24% agua	Derecho FED.EXT. \$4062*M	Subtotal	Iva 16%	Total	Observaciones
0010020104	001	CS	3		78.79	15.76	94.55	23.83	1.22	119.59	19.13	\$138.73	
0010020103	001	CS	6		80.71	16.14	96.85	24.41	2.44	123.70	19.40	143.10	
0010020102	001	RS	1		45.93	9.19	55.12	13.89	0.41	69.41		69.41	
0010022000	001	RS	27	5.40	145.80	29.16	174.96	44.09	10.97	230.02		230.02	
0410012100	001	RS	4		45.93	9.19	55.12	13.89	1.62	70.63		70.63	
0410012000	001	RS	8		48.71	9.74	58.45	14.73	3.25	76.43		76.43	
0410012200	001	RS	15	5.12	76.80	15.36	92.16	23.22	6.09	121.48		121.48	
0410011900	001	RS	11	5.12	56.32	11.26	67.58	17.03	4.47	89.08		89.08	
0410012600	001	RS	0		45.93	9.19	55.12	13.89	2.03	71.04		71.04	Tiene nota se cobra por 17m3
0410012700	001	RS	8		48.71	9.74	58.45	14.73	3.25	76.43		76.43	
0420030701	001	RS	71	8.17	580.07	116.01	696.08	175.41	28.84	900.34		900.34	
0440010800	001	RS	9		49.68	9.94	59.62	15.02	3.66	78.30		78.30	
0440010200	001	RS	26	5.40	140.40	28.08	168.48	42.46	10.56	221.50		221.50	
0440041300	001	RS	23	5.15	118.45	23.69	142.14	35.82	9.34	187.30		187.30	
0530021200	001	RS	17	5.12	87.04	17.41	104.45	26.32	6.91	137.67		137.67	Tiene nota de med. se cobra por 17m3
0530020900	001	RS	51	7.11	362.61	75.52	435.13	109.65	20.72	565.50		565.50	
0700420400	001	RS	0	5.12	87.04	17.41	104.45	26.32	6.91	137.67		137.67	Tiene nota se cobra por 17m3
0700430700	001	RS	0	5.12	87.04	17.41	104.45	26.32	6.91	137.67		137.67	Tiene nota se cobra por 17m3
0700422100	001	RS	5		45.93	9.19	55.12	13.89	2.03	71.04		71.04	
0700431500	001	RS	13	5.12	66.56	13.31	79.87	20.13	5.28	105.28		105.28	
0700283100	001	RS	11	5.12	56.32	11.26	67.58	17.03	4.47	89.08		89.08	
0700281700	001	RS	0		45.93	9.19	55.12	13.89	2.03	71.04		71.04	Tiene nota se cobra por 17m3
0700281500	001	RS	12	5.12	61.44	12.29	73.73	18.58	4.87	97.18		97.18	

Tabla 2.14 Tarifas para el servicio doméstico medido (del ejemplo de la tabla 2.13)

A) Doméstico					
Rango (m³)	Agua	Alcantarillado	Saneamiento	Total	Precio M³
0	19.88	-	-	19.88	-
1 a 5	45.93	9.19	13.89	69.00	-
DS 1 a 5	22.96	4.59	6.94	34.50	-
6	46.77	9.35	14.14	70.27	-
DS 6	23.39	4.68	7.07	35.13	-
7	47.71	9.54	14.43	71.68	-
DS 7	23.39	4.78	7.22	35.89	-
8	48.71	9.74	14.73	73.18	-
DS 8	24.35	4.87	7.36	36.59	-
9	49.68	9.94	15.02	74.64	-
DS 9	24.84	4.97	7.51	37.32	-
10	51.20	10.24	15.48	76.92	-
DS 10	25.60	5.12	7.74	38.46	-
11 a 15	Ver nota	Ver nota	Ver nota		5.12
DS 11 a 15	"	"	"		2.56
16 a 20	"	"	"		5.12
DS 16 a 20	"	"	"		2.56
21 a 25	"	"	"		5.15
DS 21 a 25	"	"	"		2.58
26 a 30	"	"	"		5.40
DS 26 a 30					2.71
31 a 35	"	"	"		5.71
36 a 40	"	"	"		5.96
41 a 50	"	"	"		6.34
51 a 60	"	"	"		7.11
61 a 70	"	"	"		7.80
71 a 80	"	"	"		8.17
81 a 90	"	"	"		8.75
91 a 100	"	"	"		9.20
101 a 150	"	"	"		10.29
151 a 200	"	"	"		10.85
más de 200	"	"	"		12.16

Tabla 2.15 Tarifas para el servicio comercial medido (del ejemplo de la tabla 2.13)

A) Comercial					
Rango (m ³)	Agua	Alcantarillado	Saneamiento	Total	Precio m ³
0	19.88	-	-	-	-
1 a 5	78.79	15.76	23.83	118.38	-
6	80.71	16.14	24.41	121.26	-
7	82.44	16.49	24.93	123.86	-
8	84.19	16.84	25.46	126.48	-
9	85.14	17.03	25.75	127.91	-
10	86.80	17.36	26.25	130.41	-
11 a 20	Ver nota	Ver nota	Ver nota		8.42
21 a 30	"	"	"		7.35
31 a 40	"	"	"		7.10
41 a 50	"	"	"		7.15
51 a 100	"	"	"		7.12
101 a 150	"	"	"		7.65
151 a 200	"	"	"		9.23
201 o más	"	"	"		10.15

contar con su propio sistema de información, que dé lugar a un sistema de información de todo el organismo, ver Ilustración 2.25. En el caso del sistema comercial, el funcionamiento de sus subsistemas requiere que previamente se cuente con su sistema de información.

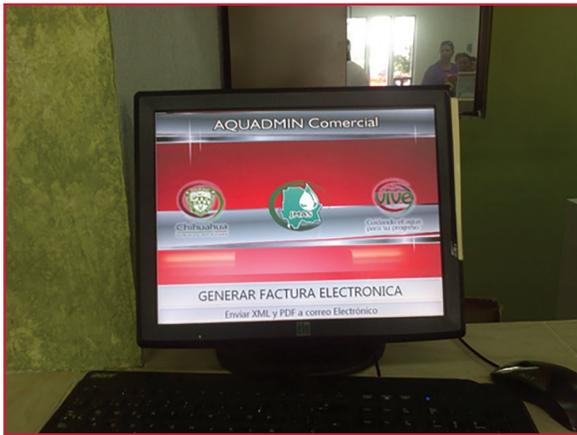
Lo anterior se ve claramente al analizar el Sub-sistema de Medición de Consumos. No se puede concebir la instalación de los aparatos de medición si antes no se ha dispuesto de rutas y procedimientos de lectura, formatos, periodo de toma de lecturas, y un sistema informático que permita el acopio datos de consumos medidos, y su procesamiento para determinar los montos a cobrar por cada usuario según sus consumos y tarifas aplicables, la recepción de pagos y su administración, etcétera. Igual sucede con los demás subsistemas.

Así que es claro que el sistema informático del sistema comercial es prioritario a cualquier acción de mejoramiento de la eficiencia comercial, ya sea como un sistema nuevo o bien como actualización al que se tenga disponible, dependiendo de los resultados del diagnóstico que al respecto se aplique, que es el objetivo de este apartado.

Diagnóstico

- a) Realizar entrevistas con el personal de las áreas comerciales para obtener las características técnicas del sistema actual, si es una licencia o desarrollo propio, módulos que lo integran, documentación técnica, instructivos, soporte técnico que se recibe, actualizaciones realizadas (por ejemplo para considerar la aplicación de la Ley General de Contabilidad

Ilustración 2.25 Ejemplo de sistema informático del área comercial



- Gubernamental), fallos y deficiencia que presente y que impidan u obstaculicen el control de los consumos, la generación de recibos de cobro, y la recepción y control de pagos; asimismo necesidades de actualización y complementación o de sistema nuevo, etcétera. Estas entrevistas se deben realizar al menos con personal de los cuatro subsistemas comerciales
- b) Consultar y precisar datos técnicos con el personal del departamento de sistemas, incluyendo los diferentes componentes de hardware y software del sistema, módulos que lo integran (padrón de usuarios, determinación de obligaciones fiscales, emisión de liquidaciones, control de cobranza, medición de consumos, manejo telemétrico de consumos, caja, contabilidad, pagos por internet y cajeros automáticos, etcétera, ver ilustración 2.26), arquitectura y plataforma de desarrollo, integración con sistemas de información geográfica, así como demostraciones detalladas de su operación, en cada uno de sus módulos disponibles
 - c) Consultar y verificar de manera particular los elementos de respaldo de la base de datos, las terminales y módulos autorizados de acceso de las diferentes

Ilustración 2.26 Cajeros automáticos del área comercial



- áreas, el control de accesos, los reportes de la información capturada y modificada, principalmente sobre bonificaciones, descuentos realizados, administración de morosos y cartera vencida, etcétera
- d) Retomar resultados de la evaluación del procesamiento de datos para detectar posibles problemas u otros aspectos que puedan ser importantes en el diagnóstico
 - e) Consultar si es necesario al desarrollador del sistema para recabar información adicional
 - f) Analizar la información recabada para establecer el diagnóstico y las oportunidades de mejora del sistema, en función del tamaño del Organismo Operador y su desarrollo institucional, discutiéndolas con las áreas comerciales entrevistadas para su conciliación

2.3.3.8. Volúmenes y montos de facturación y recaudación

Finalmente, para cerrar el apartado 2.3.3 (Evaluación de los procesos comerciales) lo que procede es obtener y analizar los registros de volúmenes y montos de facturación y recaudación resultantes de la gestión realizada por los

subsistemas comerciales, ver Ilustración 2.24, en lo que a estos directamente corresponde, pues es claro que directa o indirectamente, también tienen que ver las demás áreas de los Organismos Operadores. En la Tabla 2.16 se presenta un formato para el registro la información desgregada por clase de usuarios, al menos del año anterior al del diagnóstico.

Otra información fundamental para cerrar este apartado, previo a la elaboración del balance de agua y a la planificación de acciones de mejora, es la correspondiente a los registros de morosidad y cartera vencida, que en cuanto a tiempo

de antigüedad son todavía viables de recuperación. En la Tabla 2.17 se presenta un formato para el registro la información de morosidad de los últimos cinco años, tanto de usuarios domésticos como no domésticos, desgregada por rangos de adeudo, con el fin de tener elementos para priorizar las acciones de recuperación.

2.3.4 BALANCE DE AGUA

Una vez que se cuenta con los datos obtenidos mediante las tareas anteriores de evaluación de los procesos comerciales, lo siguiente es realizar el balance de agua y determinar las eficiencias

Tabla 2.16 Formato para el registro de datos anuales de facturación y recaudación

No.	Usuarios	No. Cuentas	% cuentas	Facturación m ³	%	Facturación \$	%	Recaudación \$
1	Domésticos							
2	Comerciales							
4	Industriales							
5	Públicos							
	TOTAL							

Tabla 2.17 Formato para el registro de usuarios domésticos morosos

Clasificación	Número de usuarios domésticos	Monto del adeudo	Número de usuarios no domésticos	Monto del adeudo	Monto de Total del Adeudo
Adeudos mayores a \$50 mil, últimos 5 años					
Adeudos mayores a \$10 mil y menores a \$50 mil, últimos 5 años					
Adeudos mayores a \$5 mil y menores a \$10 mil, últimos 5 años					
Adeudos mayores a mil y menores a \$5 mil, últimos 5 años					
Adeudos menores a mil pesos					
TOTAL					

Fuente: Adaptado de Banobras (2013)

Ilustración 2.27 Restricción de toma domiciliar de usuario moroso, derivado de reportes de morosidad del sistema informático



Ilustración 2.28 Ventanilla de pagos y aclaraciones



Tabla 2.18 Usuarios Domésticos

Clasificación	Número de usuarios domésticos	Monto del adeudo \$	Número de usuarios no domésticos	Monto del adeudo \$	Monto de Total del Adeudo \$
Adeudos mayores a \$50 mil, últimos 5 años					
Adeudos mayores a \$10 mil y menores a \$50 mil, últimos 5 años					
Adeudos mayores a \$5 mil y menores a \$10 mil, últimos 5 años					
Adeudos mayores a mil y menores a \$5 mil, últimos 5 años					
Adeudos menores a mil pesos					
TOTAL					

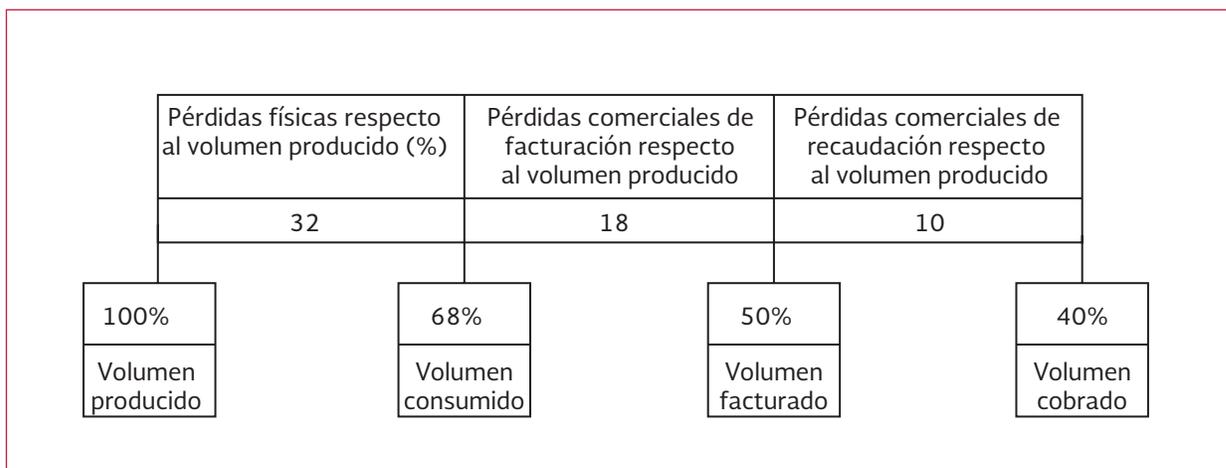
de facturación, de recaudación, y comercial. En la Ilustración 2.29 se muestra un ejemplo de balance de agua.

Se recuerda que de estos datos los que más a la mano se tienen en los Organismos Operadores, son el monto facturado y el monto cobrado por la prestación del servicio de agua potable, pero también los volúmenes a los cuales se aplicaron las tarifas respectivas para obtener los montos. Es decir, que no se debe haber tenido mayor problema para recabar los datos de volumen

facturado y volumen cobrado, para calcular la eficiencia de recaudación. Asimismo de la diferencia de estos volúmenes de determinan las pérdidas de cobro o recaudación del periodo de aplicación del balance. Pero también es un dato que se obtiene en el área de facturación y cobranza, y debe concordar con el anterior.

Como se ha descrito anteriormente, el volumen consumido o distribuido, necesario para estimar la eficiencia de facturación, es de los datos más complicados de obtener, pero si

Ilustración 2.29 Esquema con ejemplo de balance de agua en un Organismo Operador. Las pérdidas físicas incluyen pérdidas en conducción y en redes de distribución



las tareas de evaluación de los procesos comerciales se realizan en condiciones favorables, y permiten la disgregación y determinación de las pérdidas comerciales de facturación con buena aproximación, entonces el problema estará resuelto. Sólo habrá que sumarlas al volumen facturado para obtener el volumen consumido.

En el libro “Planeación de acciones de incremento y control de la eficiencia en sistemas de abastecimiento de agua potable” (CONAGUA, 2004), se puede consultar otro método para la obtención del volumen consumido, no olvidando que también está la opción de los consumos mínimos nocturnos y el análisis de componentes de fugas para estimar las pérdidas físicas, y de ahí este volumen.

Por lo anterior es evidente que la determinación de las pérdidas comerciales de facturación es clave para realizar un buen balance de agua.

2.3.4.1. Pérdidas y eficiencia de facturación

La eficiencia de facturación se determina conforme a la Ecuación 2.8, conociendo el volumen facturado V_f que generalmente tienen

disponible los Organismos Operadores, y el volumen consumido o distribuido V_d , que aunque es una variable complicada, se puede determinar con la Ecuación 2.9, de la suma de V_f y de las pérdidas de facturación Pf_3 (tomas clandestinas, submedición, errores de cuota fija, errores en lecturas de medidores, errores en su descarga, consumos autorizados que no facturan, y otros) cuyo procedimiento para su determinación y disgregación se ha abordado en el apartado 2.3.3.

Entonces lo siguiente es cuantificar estas pérdidas de facturación Pf_3 . En la Tabla 2.19 se muestran los criterios de cálculo propuestos para estimarlas. Se podrían utilizar métodos de estimación más detallados, pero requerirían también de mayor información, y más precisa que la disponible.

Pero también V_d se puede determinar a partir de la Ecuación 2.7, restando al volumen entregado a redes de distribución (V_e) el volumen de pérdidas totales por fugas en red (Pf_2). En caso de tener disponible esta información lo conducente es aprovecharla para cruzar valores y llegar a resultados más confiables.

Tabla 2.19 Cuantificación de las pérdidas de facturación (P_{f3}) según el diagnóstico del área comercial

Componentes de pérdidas de facturación	Estimación de volúmenes de pérdidas en el periodo seleccionado (m^3)
<p>1. Usos no autorizados: Derivaciones y usuarios clandestinos</p>	$P_{fc} = C_p \sum_{i=1}^n U_{ci} F_i \quad \text{Ecuación 2.24}$ <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> P_{fc} = Pérdidas de facturación por clandestinos C_p = Consumo promedio medido n = Número de usuarios clandestinos estimados U_{ci} = Cada usuario parcial o totalmente clandestino F_i = Factor de tiempo de clandestinidad en el periodo: 0-1
<p>2. Errores en medición domiciliaria</p> <p>Si existiese sobremedición el resultado será (-).</p> <p>En este rubro se podrían agregar pérdidas por submedición en grandes consumidores. Asimismo pérdidas por error o mal intención detectadas en toma de lectura y de captura de consumos.</p>	$P_{fm} = \left[\frac{V_M}{1 + \epsilon} \right] - V_M \quad \text{Ecuación 2.25}$ <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> P_{fm} = Pérdidas de facturación por errores de medición V_M = Volumen facturado medido en el periodo establecido ϵ = Error de medición domiciliaria obtenido en la verificación de exactitud de micromedidores; (-) en submedición
<p>3. Errores en el volumen asignado de cuota fija</p> <p>Si el volumen asignado de cuota fija está sobrestimado se obtiene un valor (-) que habrá que corregir.</p>	$P_{fe} = U_{cf} [C_p - C_e] \quad \text{Ecuación 2.26}$ <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> P_{fe} = Pérdidas de facturación por estimación de cuota fija U_{cf} = No. de usuarios de cuota fija C_e = Consumo estimado asignado de cuota fija C_p = Consumo promedio medido en el muestreo
<p>4. Asentamientos irregulares con hidrantes públicos.</p>	$P_{fh} = \sum_{i=1}^{n_1} C d_i \quad \text{Ecuación 2.27}$ <p>donde:</p> <ul style="list-style-type: none"> P_{fh} = Pérdidas de facturación en hidrantes n_1 = Número de hidrantes que no estén facturando Ch_i = Consumo medido o estimado de cada hidrante

Tabla 2.19 Cuantificación de las pérdidas de facturación (P_{f3}) según el diagnóstico del área comercial (Continuación)

Componentes de pérdidas de facturación	Estimación de volúmenes de pérdidas en el periodo seleccionado (m^3)
5. Consumos en edificios públicos, riego de jardines, y otros usos autorizados que no facturan.	$P_{fh} = \sum_{i=1}^{n_1} Cd_i$ <p style="text-align: right;">Ecuación 2.28</p> <p>donde:</p> <p>P_{fd} = Pérdidas de facturación diversas</p> <p>n_2 = Número de usuarios y usos diversos que no facturan</p> <p>C_{di} = Consumo medido o estimado de cada usuario y uso diverso</p>
TOTAL	$P_{f3} + P_{fc} + P_{fe} + P_{fm} + P_{fh} + P_{fd}$ Ecuación 2.29

2.3.4.2. Pérdidas y eficiencia de cobro o de recaudación

Se describió el procedimiento para evaluar la eficiencia de cobro o de recaudación, como el cociente del volumen cobrado entre el volumen facturado, y como el cociente del monto cobrado entre el monto facturado. Asimismo las pérdidas respectivas de usuarios morosos y cartera vencida.

En cuanto al monto de facturación para determinar la eficiencia de recaudación, en el apartado Evaluación del procesamiento de datos y su facturación, que tiene el fin de verificar la aplicación correcta de las tarifas en la elaboración de los recibos de pago, puede darse el caso de usuarios comerciales con aplicación de tarifa doméstica, o bien de otro tipo, lo cual es un tipo de pérdida económica que habrá inferir y considerar en los montos de facturación.

2.3.4.3. Cálculo de la eficiencia comercial

Contando con los valores estimados de la eficiencia de facturación y de la eficiencia de cobro o recaudación, sólo resta obtener su producto

para determinar la eficiencia comercial, como parámetro de desempeño del sistema comercial del Organismo Operador, el cual es responsable no sólo de la eficiencia de recaudación, sino también de la eficiencia de facturación.

Balance según criterios de ANC

Conforme a la Ecuación 2.11, el de agua no contabilizada (ANC) comprende las pérdidas totales; pérdidas por fugas visibles y no visibles en líneas de conducción Pf_1 , pérdidas por fugas en red Pf_2 (fugas visibles y no visibles en tuberías, derrames en tanques, conexiones domiciliarias, y cajas de válvulas), y pérdidas de facturación Pf_3 (usuarios clandestinos, errores de cuota fija, submedición domiciliaria, etcétera).

En la Tabla 2.20 se presenta un ejemplo de balance con un valor de volumen facturado del 42.45% respecto al volumen producido, que sería el valor de la eficiencia física indicada en la Ecuación 2.10, y por tanto un agua no contabilizada del 57.55%, cuya disgregación muestra que las pérdidas por facturación (clandestinos, submedición, errores cuota fija, etc.) son del 25.97% y las pérdidas por fugas y derrames del 31.59%.

Tabla 2.20 Ejemplo de resultados de balance de agua con criterios nacionales (ANC)

Conceptos	m ³	%
Volumen anual producido	8 357 454	100
Volumen facturado	3 547 362	42.45
Agua no contabilizada (ANC)	4 810 092	57.55
Pérdidas de facturación: Pf_3		
Predios autorizados que no facturan, iglesias, escuelas, asilos, campos deportivos, Cruz Roja, Ayuntamiento	86 400	1.03
Conexiones clandestinas (número estimado)	960 000	11.49
Errores de medición, de toma de lecturas, descarga y captura de datos, y otros	13 740	0.16
Subestimación cuota fija	1 110 096	13.28
Subtotal	2 170 236	25.97
Pérdidas físicas: Pf_1+Pf_2		
Fugas en líneas de conducción, tanques, cajas de válvulas, tomas domiciliarias, y tuberías de redes de distribución	2 639 856	31.59
Subtotal	2 639 856	31.59

En general el nivel de pérdidas puede corresponder a las necesidades de desarrollo institucional, es decir que si las pérdidas físicas resultan altas es posible que se requieran acciones importantes no sólo de eliminación de fugas, sino también de fortalecimiento del sistema operacional, con el fin de hacer sustentable la reducción y control. Una relación similar se tendría entre pérdidas comerciales y el sistema comercial.

2.4. CULTURA DEL AGUA Y SATISFACCIÓN DEL USUARIO

Las labores de difusión y de transmisión de conocimiento del ciclo urbano del agua y otros conceptos, así como influir en el comportamiento de los usuarios en cuestiones de uso eficiente y

cultura de pago, por parte de los departamentos de cultura del agua serán más eficaces si por otro lado se les brinda un buen servicio de suministro, y de atención en trámites de pago y de aclaraciones diversas. En este apartado se tratan brevemente ambos aspectos inherentes a los Organismos Operadores y a los usuarios de los servicios.

2.4.1 CULTURA DEL AGUA

Entre otras funciones, los departamentos de cultura del agua de los Organismos Operadores tienen la de difusión del conocimiento a toda la población sobre todo lo que implica el llevar agua potable a los hogares y a los distintos tipos de usuarios, para que estén conscientes del cuidado de las fuentes de abastecimiento, del recurso hídrico limitado que se tiene en México, de los costos de operación, y de su necesaria participación en el suministro actual y futuro, a través del pago oportuno de sus recibos de agua.

Ver representación del ciclo urbano del agua en la ilustración 3.1 realizado por un Organismo Operador como parte de las tareas de difusión y concientización del departamento de cultura del agua. Asimismo la promoción del uso eficiente, la importancia del pago a tiempo, el reúso, y el desarrollo de programas para la reducción de pérdidas y desperdicios, incluyendo escuelas, edificios públicos, industrias, y toda la población en general. Por ello es necesario diagnosticar la organización, operación y resultados de estos departamentos, con el fin también de identificar oportunidades de mejora, para que puedan contribuir de manera más eficiente en las tareas de reducción y control de pérdidas, en este caso comerciales.

Para ello se realizan entrevistas con el personal asignado a estas áreas, y se recaba información

documental respecto a los programas que manejan para el cumplimiento de sus funciones. Se analizan conjuntamente sus resultados, así como las propuestas de mejora que normalmente el personal ya tiene identificadas. Para mayor información consultar el libro “Cultura del Agua” del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del (CONAGUA, 2014).

2.4.2 SATISFACCIÓN DEL USUARIO

La disposición al pago por parte de los usuarios está relacionada con la satisfacción por la calidad del servicio que recibe, así como por la calidad de la atención recibida en trámites y pago de los servicios. Es por ello necesario evaluar la satisfacción del usuario, ya que también permi-

tirá detectar áreas de oportunidad, y proponer acciones de mejora y modernización. Con los resultados de la evaluación se podrán proponer mejoras en la atención al usuario, de forma justificada. Por ejemplo incrementar el número de ventanillas de atención, ampliar las oficinas comerciales, incrementar sucursales, proponer cajeros automáticos, pagos por internet, renovar el equipamiento de cómputo, implantar sistemas de turnos, capacitar al personal en servicio al cliente, instalar más sillas, etcétera.

En la Tabla 2.21 se presenta un ejemplo de formato para la aplicación de encuestas de satisfacción de usuarios respecto a la atención recibida al acudir a las oficinas comerciales para realizar sus pagos y trámites diversos.

Ilustración 2.30 Ciclo urbano del agua presentado por un departamento de cultura del agua



Tabla 2.21 Ejemplo de formato para encuesta de satisfacción de usuarios* en trámites y pago de servicios

1. Tiempo de espera y atención	Bueno	Regular	Malo	Total	Bueno	Regular	Malo	Total
1.1 Tiempo de espera	37	17	2	56	66.07%	30.36%	3.57%	100.00%
1.2 Atención del personal	48	8	0	56	85.71%	14.29%	0.00%	100.00%
2. Infraestructura e instalaciones				0				
2.1 Señalización	52	4	0	56	92.86%	7.14	0.00%	100.00%
2.2 Comodidad	48	7	0	55	87.27%	12.73%	0.00%	100.00%
2.3 Número de ventanillas y personal	40	16	0	56	71.43%	28.57%	0.00%	100.00%
3. Comunicación			0					
3.1 Amabilidad	47	8	1	56	83.93%	14.29%	1.79%	100.00%
3.2 Trato recibido	48	7	1	56	85.71%	12.50%	1.79%	100.00%
4. Calidad				0				
4.1 Conocimiento del trámite	50	4	2	56	89.29%	7.14%	3.57%	100.00%
4.2 Solución proporcionada a la solicitud	47	7	2	56	83.93%	12.50%	3.57%	100.00%
5. Satisfacción general				0				
5.1 Satisfacción general	43	11	2	56	76.79%	19.64%	3.57%	100.00%
Nivel de satisfacción	82.29%	15.92%	1.79%	100.00%				

* La satisfacción del usuario implica una mejor disposición al pago, lo cual impacta en la eficiencia comercial

3

PLANIFICACIÓN DE ACCIONES DE MEJORAMIENTO

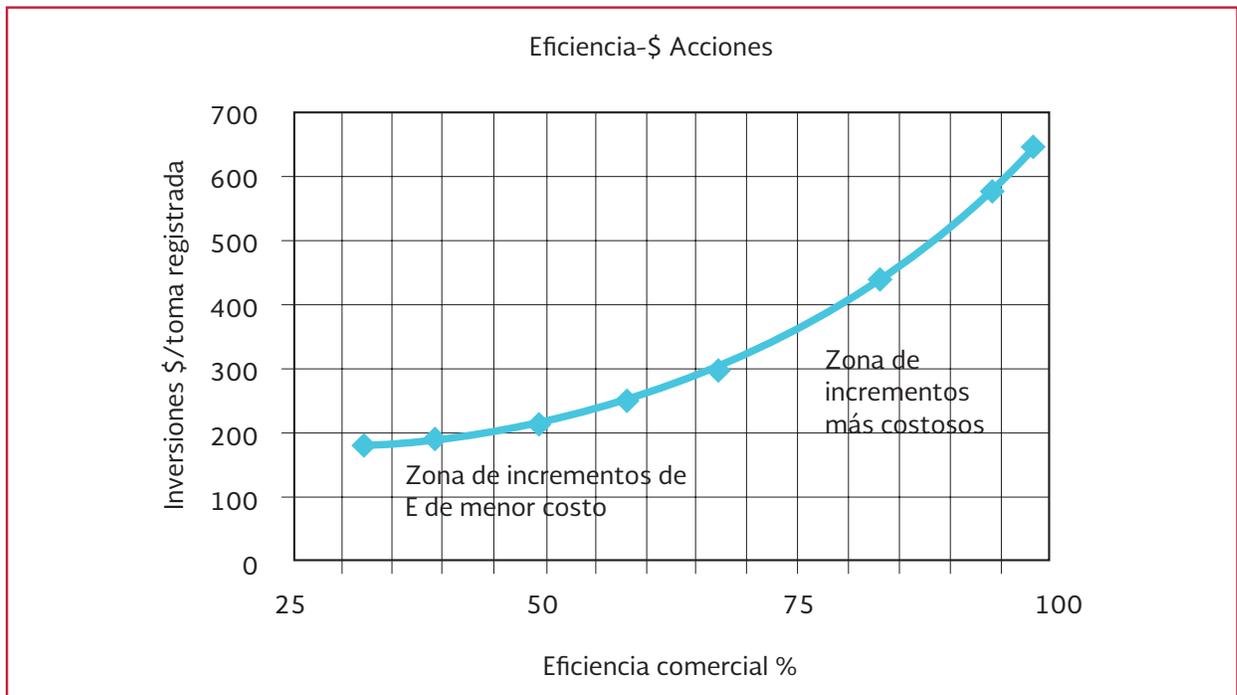
3.1. ALTERNATIVAS SEGÚN RESULTADOS DE DIAGNÓSTICO

En esta fase de planificación, del mejoramiento de la eficiencia comercial, se debe partir del conocimiento de su actual nivel, y de la disgregación de pérdidas respectivas, y si es posible del nivel de eficiencia física. Asimismo del estatus del sistema comercial y de su organización,

conforme a los resultados que se tengan del diagnóstico y del balance de agua.

La tarea es entonces plantear inversiones rentables para los organismos operadores, según esos resultados, seleccionando y dimensionando acciones con cuya ejecución se puedan alcanzar y mantener niveles sustantivos de eficiencia. En la Ilustración 3.1 se muestra a manera de ejemplo una curva de eficiencia comercial, en la que se

Ilustración 3.1 Ejemplo de curva de costos de acciones de eficiencia contra porcentajes de eficiencia comercial, que depende de cada organismo operador



aprecia cómo las inversiones en la zona de eficiencias bajas generan mayores beneficios, y que los incrementos se van haciendo más costosos conforme la eficiencia va aumentando.

Lo anterior se explica en razón de que si las pérdidas son altas, las principales fuentes que las ocasionan están más a la vista y no hay que buscar mucho para plantear soluciones efectivas. Hablando de pérdidas físicas o reales por fugas, la acción prioritaria sería el control de presiones. En pérdidas comerciales, para incrementar la facturación la acción prioritaria sería la identificación de usuarios no registrados, para ampliar la base de contribuyentes; mientras que la acción prioritaria para reducir pérdidas por recaudación sería la restricción de los servicios de agua y drenaje, de manera similar a las medidas que se aplican con otros servicios como el de electricidad, telefonía, cable y otros.

Lo anterior sin dejar de observar el derecho humano al agua, que sin duda será más viable en un Organismo Operador con finanzas sanas, con usuarios conscientes de la importancia de su contribución para tener un servicio confiable y de calidad, con margen de maniobra para poder prestar el servicio a toda la población.

Dado que las acciones se aplicarán en infraestructura generalmente deteriorada, es imprescindible coordinar y consultar acciones con el área operacional, solicitando asimismo su plan de acciones de mejora de la eficiencia física (para reducción de las pérdidas de agua por fugas y derrames, es decir de pérdidas reales). Como ya se ha comentado, en mayor o en menor grado, las acciones de mejora de la eficiencia comercial pueden tener efectos en el sistema operacional y su eficiencia, y viceversa, las acciones de mejora

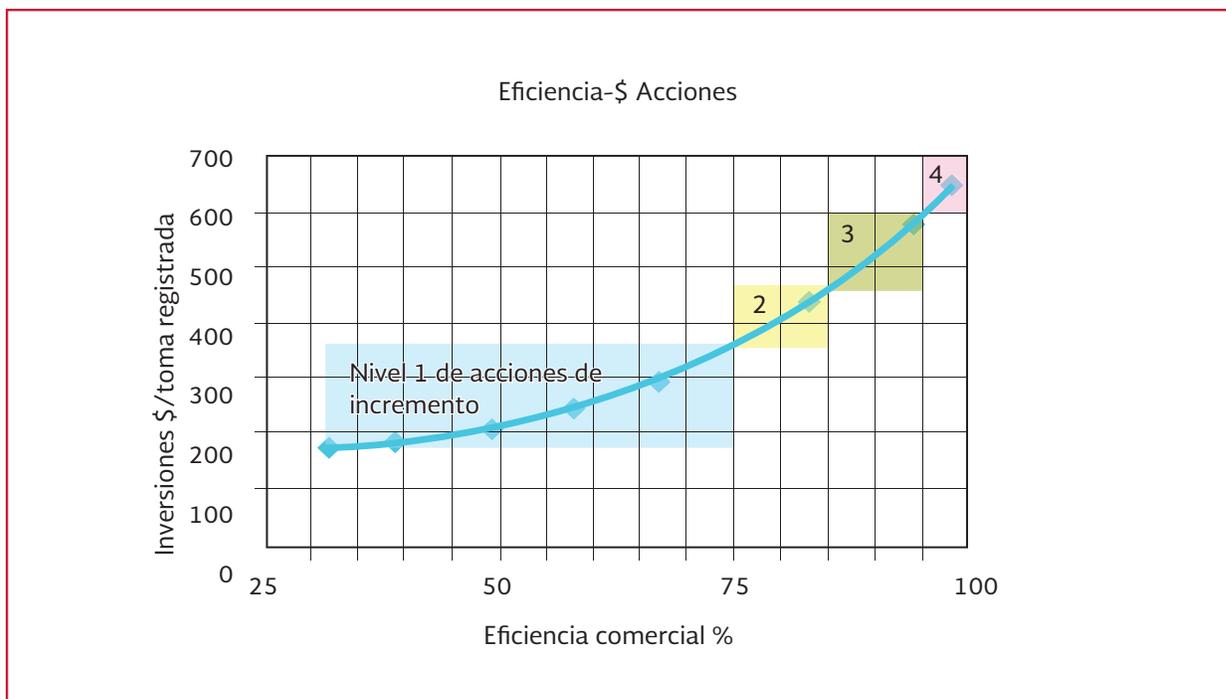
de la eficiencia física pueden tener efectos en el sistema comercial y su eficiencia.

Se han dado ejemplos de los efectos relacionados con la medición generalizada de consumos, la cual al conseguir el efecto deseado de control de consumos puede a su vez incrementar las fugas en redes si no se acompaña de una acción de mejora de la eficiencia física, como es el control de presiones. Un ejemplo de mejora de eficiencia física con efectos positivos en la comercial puede ser la sustitución de tuberías debilitadas de distribución, la cual al reponer las conexiones domiciliarias permitiría identificar usuarios ilegales para su regularización.

En el planteamiento de acciones de mejoramiento se debe considerar también el desarrollo institucional del Organismo Operador, para hacerlo por etapas, según el nivel de eficiencia encontrado. Pasar de una etapa a otra requiere, además de las inversiones necesarias, elevar en paralelo el nivel de desarrollo para poder hacer frente a las nuevas condiciones, incluyendo la operación y mantenimiento de los equipos y sistemas incluidos en las mejoras.

En la Ilustración 3.2 se presenta una alternativa de planificación, según el nivel de eficiencia y desarrollo institucional actuales. La cual consiste en cuatro etapas de mejora recomendadas, sólo como una alternativa, ya que las condiciones y circunstancias pueden sugerir por ejemplo pasar de un nivel 1 al 3, en vez del nivel actual al del 75% del nivel 1, y luego del 1 al 2, y del 2 al 3. Lo importante es analizar bien la situación para confirmar su viabilidad técnica, financiera, económica y social. La meta es alcanzar la máxima eficiencia comercial, de forma rentable.

Ilustración 3.2 Esquema de mejoramiento de la eficiencia por etapas de inversiones y de desarrollo institucional



Conforme lo arriba indicado las acciones de mejora de eficiencia comercial no pueden plantearse y ejecutarse de manera independiente de las acciones de eficiencia física. Al respecto, en la Tabla 2.4 (Indicadores de pérdidas de agua IWA) se incluye el Índice de fugas en la infraestructura ILI (Infrastructure Leakage Index), que según su valor las mejores prácticas internacionales recomiendan su reducción también por etapas. Es importante en este sentido, en las prácticas nacionales, identificar

en el área operacional sus planes de mejora de eficiencia física, en sus diferentes etapas.

Regresando al planteamiento de acciones para mejora de la eficiencia comercial, en la Tabla 3.1 se enlistan las acciones básicas recomendadas para cada una de las etapas planteadas, sin ser limitativas. Se incluyen las acciones que directamente permiten reducir pérdidas de facturación y recaudación, y las acciones necesarias de soporte y control, y de desarrollo institucional.

En resumen, el procedimiento recomendado de planificación de acciones de mejoramiento de la eficiencia comercial consiste en:

- I. Hacer la selección y pre dimensionamiento de las acciones, según el nivel actual y el nivel meta de eficiencia, y los resultados del diagnóstico comercial y balance de agua; consultar Tabla 2.12
- II. Realizar el análisis de los costos que implicaría la ejecución de esas acciones; algunos de los costos pueden consultarse en la versión vigente del *Catálogo general de precios unitarios para la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado* (CONAGUA,2014), como por ejemplo el suministro de medidores de consumo
- III. Determinar beneficios económicos en términos de incremento de volúmenes y de montos de facturación, y volúmenes y montos de recaudación; asimismo beneficios sociales por la mejora en la prestación de los servicios, y disminución de tiempos de atención de usuarios
- IV. Evaluar la rentabilidad de las inversiones, para confirmar que los planes traerán los beneficios económicos requeridos por el Organismo Operador. Incluir la evaluación social de la rentabilidad; En esta etapa de la planificación se puede hacer uso del concepto de *Eficiencia de equilibrio económico* y su metodología; consultar el manual de *Planeación de Acciones de Incremento y Control de la Eficiencia en Sistemas de Agua Potable* (CONAGUA, 2004); Si la rentabilidad no fuese sustantiva, regresar al punto I, hasta obtener mejores números
- V. Elaborar especificaciones preliminares de las acciones planteadas. Consultar la versión vigente de las *Especificaciones generales para la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado* (CONAGUA,2014)
- VI. Elaborar el cronograma de ejecución

La exactitud de los datos resultantes del diagnóstico dependerán del muestreo que realice: tamaño de muestra, tamaño de la población (en este caso número de tomas registradas), el nivel

de confianza seleccionado, generalmente del 95 por ciento, nivel esperado (por ejemplo de tomas conformes con el padrón), y del error máximo admisible, por ejemplo 5 por ciento.

Tabla 3.1 Acciones de mejoramiento de la eficiencia comercial según alternativa de cuatro etapas, las cuales se pueden aplicar en las cuatro etapas, pero en cantidades diferentes

Etapas de Incremento de Eficiencia %	Acciones de incremento	Acciones de soporte y control, y fortalecimiento institucional	Observaciones
Hasta 75% Nivel 1	<p>Facturación:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación de usuarios no registrados, y tomas ocultas (aumento de la base de contribuyentes) 2. Reemplazo de medidores defectuosos 3. Incremento de conexiones medidas <p>Recaudación y Cobranza:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Restricción por falta de pago (morosos) 5. Depuración y recuperación de cartera vencida 	<ol style="list-style-type: none"> 6. Renovación del sistema informático comercial 7. Actualización del padrón de usuarios 8. Elaboración del Manual de procedimientos 9. Renovar equipos de cómputo 10. Capacitación del personal de oficinas y certificación del personal de campo 11. Modernizar toma de lecturas (hand helds e impresoras térmicas, y otros) 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación focalizada de acciones de incremento, mediante "Tiros de precisión". • Para el análisis de rentabilidad se deben determinar y presupuestar las actividades de mantenimiento de las acciones seleccionadas, para que estén siempre en condiciones de operar correctamente. • Coordinar acciones con área operacional
Entre 75% y 85% Nivel 2	<p>3. Incremento de conexiones medidas</p> <p>Y Seleccionar y dimensionar las que apliquen del nivel 1, sin descartar alguna de la 18 a la 20</p>	<ol style="list-style-type: none"> 12. Monitoreo de altos consumidores 13. Más opciones de pago (cajeros automáticos, tiendas, etcétera) 14. Remodelar áreas comerciales <p>Y seleccionar y dimensionar las demás que apliquen de la 6 a la 11, sin descartar alguna de la 15 a la 17</p>	Mismas recomendaciones.
Entre 85% y 95% Nivel 3	<p>3. Incremento de conexiones medidas</p> <p>Y Seleccionar y dimensionar las que apliquen del nivel 1, sin descartar alguna de la 18 a la 20</p>	<ol style="list-style-type: none"> 15. Renovar transporte 16. Revisar rutas de lecturas 17. Adecuar la estructura organizacional <p>Y seleccionar y dimensionar las demás que apliquen de la 6 a la 14</p>	Mismas recomendaciones.
Mayor a 95% Nivel 4	<ol style="list-style-type: none"> 18. Programa permanente de reporte de usuarios no registrados. 19. Renovación e incremento del parque de medidores. 20. Programa permanente de atención a usuarios morosos y cartera vencida. Participación de Cultura del Agua. 	<p>Actualizaciones que apliquen de las acciones 6 a la 17, y evaluar aplicación de las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> a). Trabajar con las comunidades locales (concientización) b). Penalizar conexiones ilegales c). Restringir por falta de pago d). Inspeccionar periódicamente grandes consumidores y sitios de construcción e). Regular camiones cisterna f). Conservar lecturistas honestos g). Actualizar de manera continua el padrón de usuarios h). Buscar soluciones al problema de asentamientos irregulares 	<p>Las actividades de control a) a la h) pueden realizarse dentro de las labores cotidianas de las áreas comerciales.</p> <p>Mantenimiento de medidores y demás equipos y aparatos.</p>

Nota: Ver anexo A. Fichas técnicas de cada una de las acciones.

Las acciones identificadas por numeros del 1 al 20 en la anterior Tabla 3.1 se describen en el Anexo A, consistente en una guía para su ejecución. A continuación se describen las acciones identificadas en dicha tabla desde los incisos a a la h.

a) Trabajar con las comunidades locales (concientización)

Esta tarea corresponde a las áreas de cultura del agua de los Organismos Operadores. En el libro “Cultura del Agua” del MAPAS (CONAGUA, 2014) se describe el diseño de planes estratégicos para promover el uso eficiente del recurso, el pago oportuno y mejores prácticas en el consumo del vital líquido en el uso doméstico, comercial e industrial. Conforme a los planes que se establezcan las áreas de cultura del agua definirán sus propios presupuestos. Asimismo se describe la metodología de la mercadotecnia social, como herramienta para el diseño de las estrategias para promover la cultura del agua, no sólo a nivel comunicación, sino también en el ámbito de la gestión.

b) Penalizar conexiones ilegales

Esta acción depende principalmente de la legislación de cada estado, pero mínimamente se debe investigar o estimar el tiempo que las conexiones han estado activas para cuantificar el volumen total que han consumido, para aplicar las tarifas que correspondan y determinar el adeudo respectivo. Generalmente estas acciones son acompañadas por el departamento jurídico de los Organismos Operadores. Principalmente cuando se trata de grandes consumidores que por años han estado conectados ilegalmente. No deben significar costos extraordinarios, ya que es parte de las

tareas cotidianas en el contexto de un plan de consolidación y control, con eficiencias comerciales altas.

c) Restringir por falta de pago

Igual esta acción depende principalmente de la legislación de cada estado, así como de la legislación federal, considerando el derecho humano al agua. El sistema comercial por medio del personal de estudios sociales verificará los casos en los que se pueda hacer algún tipo de apoyo o descuento a los usuarios que verdaderamente lo necesiten. Normalmente se manejan descuentos para personas de la tercera edad y otros con esa necesidad. Sin embargo se pueden encontrar usuarios que simplemente no tienen la cultura de pago, y sobre esos se debe actuar, tanto en la concientización, en la restricción y si es necesario con el apoyo jurídico.

d) Inspeccionar periódicamente grandes consumidores y sitios de construcción

También debe ser una tarea cotidiana de las áreas comerciales. Generalmente, debido a que este tipo de usuarios participan con la mayor parte de los ingresos en los Organismos Operadores, se puede llevar un padrón aparte, con su propia gestión de consumos, facturación y cobros. Las mejores prácticas nacionales aplican este tipo de acciones, e incluso el monitoreo en tiempo real de las conexiones de estos usuarios, generalmente mayores a una pulgada de diámetro.

e) Regular camiones cisterna

En el caso de camiones cisterna (pipas de agua) privados que se abastezcan sin autorización de la red de agua, se deben tomar medidas para su control y pago respectivo.

f) Supervisar lecturistas

Se recomienda que los lecturistas se cer-

tifiquen en el estándar de competencia laboral EC0140 “*Cuantificación del consumo de agua potable con medición*”, a cargo del Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER), el cual conforme a su ficha técnica, tiene el propósito de servir como referente para la evaluación y certificación de las personas que se desempeñan en la cuantificación del consumo de agua potable con medición de lectura directa y cuyas competencias incluyen: el preparar la documentación y el equipo y registrar la lectura, para la determinación del consumo de agua potable con medición.

Conforme a la misma ficha técnica, el Estándar de Competencia (EC) describe el desempeño de un lectorista, desde la preparación de su ruta de atención al servicio, de las herramientas, materiales y equipo hasta el registro de lecturas de los medidores, para ofertar un servicio con las características de calidad que requiere el mercado. También establece los conocimientos teóricos básicos con los que debe contar un lectorista para realizar su trabajo, así como las actitudes relevantes en su desempeño.

g) Actualizar de manera continua el padrón de usuarios

Como se indicado en la Tabla 2.10 la actualización continua del padrón de usuarios debe ajustarse a la dinámica de cambios de los usuarios: nuevas tomas por día, baja de tomas, cambios de propietario, fallecimientos, casa abandonadas, cambios en la clase de usuario, etcétera. En esta actualización de información, que debe de ser ingresada a una base de datos, es importante la participación de los lectoristas, quienes deben informar

de los cambios y situaciones anómalas en las conexiones domiciliarias y en los aparatos de medición, incluyendo datos que no concuerdan con los vistos en los predios.

h) Buscar soluciones al problema de asentamientos irregulares

Proveer cualquier tipo de servicio a usuarios en estas condiciones, y principalmente el de agua potable y saneamiento, resulta muy caro, no saliendo positivos en los análisis de beneficio costo, ya que generalmente son asentamientos no planificados, situados en áreas periurbanas, que además tienen problemas para el pago de los servicios. Los Organismos Operadores de algunas grandes ciudades del país, han optado por el suministro gratis a través de pipas, ya que les resulta más económico que instalar la infraestructura, además de atender la demanda social del servicio.

Conforme a los niveles alcanzados por varios Organismos Operadores de México en cuestión de eficiencia comercial, el máximo permisible de pérdidas comerciales de facturación (clandestinos, submedición, errores de cuota fija, y otros) y pérdidas comerciales de cobranza (cartera vencida, morosos, etc.) debiera ser no mayor al 5% del volumen producido o que ingresa al sistema de abastecimiento, pero debe confirmarse la rentabilidad de las inversiones necesarias para alcanzar esos niveles.

Para soportar técnicamente la planeación de acciones de reducción de pérdidas comerciales (aparentes) se recomienda resumir los resultados del diagnóstico comercial y del balance vo-

Tabla 3.2 Resultados principales del diagnóstico comercial y recomendaciones correspondientes

Subsistemas	Cantidad atribuible de pérdidas (% Respecto al volumen producido que ingresa)	Principales deficiencias detectadas y observaciones	Recomendaciones de diagnóstico
1. Comercialización de los servicios	%	Poco control de usuarios clandestinos, lenta contratación, y confusa, otros.	La más importante de las acciones de mejora de la eficiencia comercial: Identificar y regularizar usuarios clandestinos para incrementar la base de contribuyentes del Organismo Operador.
2. Padrón de usuarios	%	Errores en el padrón. Otros.	Emprender acciones de actualización y depuración del padrón, que puedan ajustarse a la dinámica de cambios que demandan los usuarios: nuevas tomas por día, baja de tomas, cambios de propietario, fallecimientos, casa abandonadas, cambios en la clase de usuario (por ejemplo de doméstico a comercial, etcétera), incrementar ventanillas de atención, capacitar a los empleados en atención al público, modernizar el parque informático, etcétera.
3. Medición de consumos	%	Consumo no medido cobrado, submedición. Errores de cuota fija, errores en la colección y transferencia de datos, simulación en la toma de lecturas, otros.	Incrementar la cobertura de medición, reponer medidores que empiezan a fallar o que ya no funcionan, adquirir terminales remotas para hacer más eficiente la toma de lecturas de consumo, revisar rutas de lecturas, certificar instaladores de aparatos de medición y lecturistas en estándares de competencia, realizar supervisión de lecturistas, etcétera.
4. Facturación y cobranza	%	Errores en el procesamiento, descontrol en bonificaciones, lenta atención en trámites de pago y de aclaraciones, cartera vencida y clientes morosos.	Depuración de cuentas y rezago incobrable; tomar medidas para recuperación de cartera vencida, como restricciones del servicio de agua y drenaje, y programas con ventajas para el organismo y para el usuario. Revisar, actualizar o reponer el sistema informático del sistema comercial, para hacerlo compatible con las nuevas tecnologías telemétricas, con los módulos necesarios y niveles de seguridad en operaciones relacionadas con los ingresos, etcétera. Ampliar las oficinas comerciales, establecer nuevas sucursales, poner cajeros automáticos, pago en línea, y todo aquello que facilite el cobro-pago de los servicios.
Total	%		

Nota: es importante en la evaluación del desempeño de los subsistemas comerciales, incluir los costos de su operación (egresos), y el indicador de personal por cada mil tomas.

lumétrico conforme a los formatos de las tablas anteriores (Tabla 2.16, Tabla 2.17, Tabla 2.18 y Tabla 2.19).

Complementariamente en la Tabla 3.2 se relacionan las pérdidas con las deficiencias y recomendaciones de los subsistemas comerciales, obtenidas en el diagnóstico. Las pérdidas comerciales de facturación incluyen errores en el padrón de usuarios y errores en la colección y transferencia de datos. Esto significa que si fuese el caso, cierto porcentaje de las pérdidas podrían atribuirse al subsistema de padrón de usuarios, y otra al de facturación y cobranza. El objetivo de esta tabla es estimar la distribución de las pérdidas para tener mayores elementos de soporte en la planeación de acciones de mejora.

3.2. PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN DE ACCIONES

3.2.1 DEFINICIÓN DE METAS DE EFICIENCIA

Conforme a todo lo descrito, se definen las etapas para pasar de la eficiencia comercial actual a una eficiencia meta de 90 por ciento o 95

por ciento, y su duración. Se recomienda que la duración de las etapas sea de un año, ya que como se ha explicado la reducción de pérdidas comerciales es menos complicada y costosa que la de pérdidas físicas.

Por ejemplo si la eficiencia comercial diagnosticada fuese del 50 por ciento, y se planteara una meta mínima del 95 por ciento, se podrían proponer cuatro etapas anuales para alcanzarla; la primera del 50 por ciento al 75 por ciento, la segunda del 76 por ciento al 84 por ciento, la tercera del 85 por ciento al 90 por ciento, y la cuarta del 91 por ciento al 95 por ciento.

Considerando este ejemplo, en la Tabla 3.3 se muestran pérdidas iniciales de facturación del 30 por ciento y de cobro del 20 por ciento, que ocasionan la eficiencia comercial del 50 por ciento. Asimismo el plan de reducción de estos dos tipos de pérdidas para poder incrementar las eficiencias comerciales planteadas para cada etapa. Nótese que con la reducción de pérdidas de facturación y el consiguiente incremento en el volumen facturado, se considera que este volumen pasa a incrementar el volumen cobrado, teniendo en cuenta que con las acciones de soporte y control que se indican en 4.2.2.3 (Acciones de soporte y control, fortalecimiento y modernización comercial), se podrán cobrar

Tabla 3.3 Ejemplo de planteamiento de meta de eficiencia y etapas anuales para alcanzarla (% de volumen)

Etapa anual	1. Vol consumido	2. Pérdidas facturación	3. Vol facturado: (1-2)	4. Pérdidas cobro	5. Vol cobrado: (3-4)	6. Efac: (3/1)	7. Ecob: (5/3)	8. Ecomer: (5/1)	9. Ecomer: (6X7)
0	100	30	70	20	50	0.7	0.71	0.5	0.50
1	100	15	85	10	75	0.85	0.88	0.75	0.75
2	100	10	90	5	85	0.9	0.94	0.85	0.85
3	100	7	93	3	90	0.93	0.97	0.9	0.90
4	100	3	97	2	95	0.97	0.98	0.95	0.95

y mantener estos volúmenes, al menos como meta. Igualmente la reducción de pérdidas de cobro incrementa el volumen cobrado.

Lo que sigue es seleccionar y dimensionar acciones para obtener estas reducciones. El ejemplo es simple para facilitar en su explicación, obviando en las etapas los incrementos de población, de nuevas tomas, volúmenes consumidos correspondientes, y las posibilidades de pérdidas en las mismas, considerando que las etapas son de corto y mediano plazo. Pero en proyecciones más detalladas se pueden y se deben incluir junto con otras variables como el posible incremento de tarifas.

3.2.2 SELECCIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DE ACCIONES

3.2.2.1. Acciones de reducción de pérdidas de facturación y sus beneficios

Hacer la selección y dimensionamiento de las acciones para reducir pérdidas de facturación, según el nivel actual y los niveles meta de eficiencia, y los resultados del diagnóstico comercial y balance de agua; consultar Tabla 3.1. Asimismo consultar las ecuaciones de la Tabla 2.19 para desglosar los volúmenes de pérdida de facturación a reducir conforme a las metas de incremento de eficiencia que se propongan, de los totales previamente cuantificados según estas expresiones. Aplicando las tarifas correspondientes se determinan los montos de pérdida de facturación a reducir correspondientes.

Como se indica en la Tabla 3.1, se consideran tres opciones principales para incrementar la facturación, la más importante es la identificación de usuarios no registrados, y tomas

ocultas, que permiten aumentar la base de contribuyentes; la segunda es la sustitución de medidores defectuosos, incluyendo los de grandes consumidores, para corregir errores por submedición; y la tercera el incremento de conexiones medidas, que permite corregir errores de asignación de cuota fija.

Si existiesen, y fuesen factibles de recuperarse, se podría agregar en el incremento de la facturación la reducción de pérdidas por error o mal intención, detectadas en toma de lectura y captura de consumos. Asimismo posibles consumos no facturados en hidrantes y en edificios públicos, y otros usos autorizados que no facturan.

3.2.2.2. Acciones de reducción de pérdidas de recaudación y sus beneficios

Respecto a las pérdidas de recaudación se procede de manera similar a la anterior; hacer la selección y pre dimensionamiento de las acciones para reducir pérdidas de recaudación actuales, es decir acciones de cobranza (restricción del servicio a morosos, depuración de cuentas y recuperación de cartera vencida), según el nivel actual y los niveles meta de esta eficiencia de recaudación. Para estimar los volúmenes y montos de reducción de pérdidas de recaudación, de los totales previamente cuantificados, consultar el apartado 2.3.4.2 (Pérdidas y eficiencia de cobro o de recaudación).

3.2.2.3. Acciones de soporte y control, fortalecimiento y modernización comercial

En la Tabla 3.1 se indican de manera cualitativa más no limitativa acciones de soporte y control, fortalecimiento y modernización comercial, aso-

Tabla 3.4 Recursos del sistema comercial y acciones de control, fortalecimiento y modernización

Recursos del sistema comercial	Estatus	Acciones
Sistema informático comercial	Módulos, seguridad y control en su acceso, control de bonificaciones y descuentos, etcétera	Suministro, elaboración, desarrollo, renovación, actualización, etcétera
Base de datos del padrón de usuarios	Confiabilidad, procedimiento de actualización, etcétera	Suministro, elaboración, desarrollo, renovación, actualización, etcétera
Manual de procedimientos comerciales	Disponibilidad, vigencia, número de procedimientos, aplicación por el personal, necesidad de actualizarlo, última actualización, etcétera	Suministro, elaboración, desarrollo, renovación, actualización, etcétera
Equipamiento de cómputo	Cantidad, antigüedad, etcétera	Suministro, elaboración, renovación, actualización, etcétera
Personal de oficinas, talleres y de campo	Cantidad, cursos de capacitación recibidos del personal de oficina, del personal de talleres, certificaciones del personal de campo (lecturistas, e instaladores de medidores), etcétera	Capacitación del personal de oficinas, certificación del personal de campo, etcétera
Procedimiento de toma de lecturas de consumo y entrega de recibos	Método de lectura, periodos, lecturas de altos consumidores, equipos, descarga de datos, confiabilidad de lecturas, etcétera	Suministro de terminales remotas (hand helds) suministro de impresoras térmicas, manejo separado para altos consumidores, telemetría para estos, etcétera
Administración de altos consumidores	Base de datos separada, personal asignado, tecnología de medición y lectura y descarga de datos, etcétera	Desarrollo, monitoreo mediante telemetría, etcétera
Opciones de pago	Cajeros automáticos, tiendas, etcétera	Aumentar ventanillas de atención, aumentar sucursales, instalar cajeros automáticos, manejo en tiendas, etcétera
Áreas comerciales	Ventanillas de atención, espacios generales y de espera, información, sillas, tiempos de atención de pagos, aclaraciones y otros trámites, atención por turnos mediante fichas, por unifila u otro, etcétera	Remodelar áreas comerciales, suministro de muebles, sistema de turnos, etcétera
Transporte para personal de campo, inspectores y otros relacionados con actividades del sistema comercial	Cantidad, antigüedad, etcétera	Suministro de motocicletas, suministro de vehículos, etcétera
Rutas de lecturas	Listado de rutas y lecturistas, rendimiento de toma de lecturas, confiabilidad lecturas, transporte utilizado para lo toma de lecturas, método de lecturas, ya directa, transmisión remota por toque o vehículo en marcha, etcétera	Analizar y diseñar rutas de lecturas más eficientes, etcétera
Estructura organizacional del sistema comercial y estructura de cada subsistema	Estructura de cada subsistema, personal y funciones, perfiles requeridos y perfiles reales, indicadores de desempeño de cada subsistema, pérdidas atribuibles a cada subsistema, etcétera	Adecuar la estructura organizacional, modificar la estructura organizacional del sistema comercial y sus subsistemas, etcétera
Programa permanente de identificación de usuarios clandestinos y tomas ocultas		

Otros

ciadas a los recursos del sistema comercial para llevar a cabo sus funciones de manera correcta, eficaz y eficiente. Es claro que las tareas cotidianas de facturación y recaudación, requieren que estos recursos del sistema comercial funcionen de manera adecuada, para mantener los niveles de eficiencia logrados. Sin estas acciones y recursos, la reducción de pérdidas mediante las acciones indicadas en 3.2.2.1 y 3.2.2.2 no sería sustentable.

En la Tabla 3.4 se listan, también de manera cualitativa más no limitativa, los recursos del sistema comercial, con una columna de estatus de cada una, y las posibles acciones requeridas para su correcto funcionamiento. Con ayuda de esta tabla se seleccionan las acciones de este tipo que se agregarán a las acciones de reducción de pérdidas.

3.2.3 ANÁLISIS DE COSTOS DE ACCIONES

Algunos de los costos de las acciones pueden consultarse en la versión vigente del *Catálogo general de precios unitarios para la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado* (CONAGUA, 2014), como por ejemplo el suministro de medidores mecánicos de consumo (volumétricos y de velocidad).

Otros, como los costos de identificación de usuarios no registrados, pueden consultarse en el manual de *Planeación de Acciones de Incremento y Control de la Eficiencia en Sistemas de Agua Potable* (CONAGUA, 2004), y actualizarse conforme a la inflación aplicable.

Otros más tendrán que buscarse mediante estudios de mercado, como es el suministro del sistema informático comercial, de conformidad con las especificaciones y módulos requeridos. Asimismo medidores de consumo con principios de operación

diferentes a los mecánicos, terminales remotas (hand helds), cajeros automáticos, etcétera.

Con las acciones determinadas, sus cantidades y costos, se elaborara un catálogo de conceptos, con subtotal, IVA y total, para fines de gestión y evaluación de los recursos financieros, para la ejecución de las acciones.

3.2.3.1. Costo de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento de los equipos, sistemas y vehículos, que se suministren como parte del mejoramiento de la eficiencia comercial, pueden utilizarse para compararlos con los costos de los existentes, en caso de que se trate de reemplazo. Esto en general tiene un beneficio sustantivo tratándose de vehículos, debido a la baja de rendimiento normal por el uso y el tiempo, y por el incremento de los costos de mantenimiento. Si es el caso se recomienda hacer esa comparativa.

En otro tipo de suministros, de soporte y control y fortalecimiento institucional, como la renovación del equipamiento de cómputo, el beneficio mayor estará en la disminución de tiempos de atención a usuarios, que se debe tatar en la evaluación social de los proyectos.

En cualquier caso se deben estimar los costos de operación y mantenimiento asociados a los suministros descritos, para incluirlos en las evaluaciones de rentabilidad, durante el horizonte de planeación del proyecto.

3.2.4 CUANTIFICACIÓN DE BENEFICIOS

En la Tabla 3.5 se ha presentado el planteamiento de reducción de pérdidas y los beneficios

de incremento de la facturación y la recaudación en volumen. Asimismo, se registran los montos de facturación y recaudación correspondientes, con y sin proyecto. Se hace para cada una de las etapas de incremento de la eficiencia comercial, en un horizonte de cinco años, para la evaluación de las inversiones.

3.2.5 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD DE LAS INVERSIONES

El presente apartado describe la metodología para determinar la viabilidad y factibilidad de las acciones recomendadas, por medio de la rentabilidad. Consiste en evaluar los beneficios por incremento en la eficiencia de cobro o de recaudación.

La rentabilidad será medida con tres indicadores financieros: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI). Se investigarán e identificarán los posibles riesgos operativos, financieros y de entorno, para poder ser medidos y cuantificados, con la finalidad de planificar estrategias para minimizarlos e incrementar los beneficios monetarios. Para el cálculo del VAN se parte de los conceptos VAB y VAC que se describen a continuación.

3.2.5.1. Valor Actual de los Beneficios (VAB)

El Valor Actual de los Beneficios (VAB) indica el valor presente del flujo de efectivo generado por el incremento en la recaudación por medio de las acciones propuestas, el cual es la diferencia en recaudación sin y con proyecto, en un horizonte de evaluación. Para calcularlo se utiliza una tasa de descuento (r) la cual refleja el costo de oportunidad de los recursos. En México, la tasa social de descuento es del 10% y es la autorizada por la SHCP para evaluar proyectos de inversión pública.

$$VAB = V_o + \frac{V_1}{(1+r)} + \frac{V_2}{(1+r)^2} + \frac{V_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{V_n}{(1+r)^n}$$

Ecuación 3.1

donde

- VAB = Valor actual de los beneficios
- V_i = Beneficio del periodo i
- r = Tasa de descuento
- n = Número de años del horizonte de evaluación

Tabla 3.5 Cuantificación de beneficios por incremento en la facturación y recaudación (\$), para la etapa 1 de reducción de pérdidas en un horizonte de cinco años

Años	Sin proyecto			Con proyecto				
	Monto facturado \$	Monto recaudado \$	Eficob %	Monto facturado \$	Monto recaudado \$	Eficob %	Incremento en la facturación %	Incremento en la recaudación %
0								
1								
2								
3								
4								
5								

En la Ilustración 3.3 se presenta ejemplo del cálculo del valor actual de los beneficios (VAB) a través de hoja de cálculo de Excel ©, aplicando la función financiera Valor Actual Neto (VAN), donde los beneficios en la recaudación son la diferencia de la situación sin y con proyecto.

3.2.5.2. Valor Actual de los Costos (VAC)

El Valor Actual de los Costos (VAC) indica el valor presente de las salidas de efectivo generado por la inversión de las acciones y los costos asociados de operación y mantenimiento, en un horizonte de evaluación. Para calcularlo se utiliza una tasa de descuento (r) la cual refleja el costo de oportunidad de los recursos. En Mé-

xico, la tasa social de descuento es del 10 por ciento y es la autorizada por la SHCP para evaluar proyectos de inversión pública.

$$-VAC = -I_0 + \frac{-C_1}{(1+r)} + \frac{-C_2}{(1+r)^2} + \frac{-C_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{-C_n}{(1+r)^n}$$

Ecuación 3.2

donde

- VAC = Valor actual de los costos
- I_0 = Inversión Inicial
- C_i = Costo totales en el periodo i
- n = Número de años del horizonte de evaluación

Ilustración 3.3 Cálculo de Valor Actual de los Beneficios (VAB)

Periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año n
Beneficio		10	20	30	40
Tasa de descuento	10%				
VAB	=+VNA(C6,D2:G2)				
	<small>=VNA(tasa,valor1,valor2,valor3,...)</small>				

Ilustración 3.4 Cálculo de Valor Actual de los costos (VAC)

Periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año n
Costos	-50	-5	-5	-5	-5
Tasa de descuento	10%				
VAC	=+VNA(C6,D2:G2)+C2				
	<small>=VNA(tasa,valor1,valor2,valor3,...)</small>				

En la Ilustración 3.4 se presenta un ejemplo en hoja de cálculo de Excel © del cálculo del Valor Actual de los Costos (VAC); se realiza aplicando la función financiera “VNA”, donde el año “0” es la inversión inicial y año “1” a año “n” los costos de operación y mantenimiento.

3.2.5.3. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) indica el valor presente del flujo de efectivo generado descontando la inversión inicial y los costos de operación del proyecto en el horizonte de evaluación. Para calcularlo, previamente es calculado el valor actual de los beneficios y de los costos.

$$VAN = VAB + (-VAC) \quad \text{Ecuación 3.3}$$

donde

VAN = Valor actual Neto

3.2.5.4. Beneficio/costo (BC)

Mide la relación de los valores actuales de los beneficios y de los costos, donde los beneficios son mayores que los costos.

$$BC = \frac{VAB}{VAC} \quad \text{Ecuación 3.4}$$

donde

BC = Costo beneficio

La razón de beneficio/costo, indica si hay o no rendimiento por parte de las inversiones, es decir; cada \$1 peso invertido generará un beneficio. Es una regla para decidir si vale o no la pena de hacer la inversión.

3.2.5.5. Tasa interna de rendimiento (TIR)

La TIR es la máxima tasa de descuento que puede tener un proyecto para que sea rentable. La TIR, está definida como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de beneficios y costos. Es decir, la tasa interna de rendimiento de una propuesta de inversión, es aquella tasa de interés r^* que satisface cualquiera:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1 + r^*)^t} = 0 \quad \text{Ecuación 3.5}$$

donde:

I_0 = Inversión inicial

B_t = Valor de los beneficios en el periodo t

C_t = Costos totales en el periodo t

r^* = TIR = tasa de descuento

t = Periodo

En la Ilustración 3.5 se muestra un ejemplo en hoja de cálculo de Excel © para estimar de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR); se realiza aplicando la función financiera “TIR”, utilizando los

Ilustración 3.5 Cálculo de Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Periodo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año n
Beneficio	0	10	20	30	40
Costos	-50	-5	-5	-5	-5
Efectivo Neto	-50	5	15	25	35
TIR	=TIR(C4:G4)				
	TIR(valores, [estimar])				

Tabla 3.6 Período de recuperación de la inversión (PRI)

Periodo	Inversión	Año 1	Año 2	Año 3	Año n
Beneficio	0	10	20	30	40
Costos	-50	-5	-5	-5	-5
Efectivo Neto	-50	5	15	25	35
Saldo		45	30	5	2
	PRI= 3.02				

Tabla 3.7 Ejemplo de cálculo para el determinar el periodo de recuperación de la inversión

Periodo	Inversión	Beneficio Neto	Valor Actual	Periodo de Recuperación de la Inversión
Año 0	-50.00		-50.00	-50.00
Año 1		5.00	4.55	-45.45
Año 2		15.00	12.40	-33.06
Año 3		25.00	18.78	-14.27
Año n		35.00	23.91	9.63

flujos netos de efectivo. El criterio para decidir si se realiza el proyecto es si la TIR es mayor a la tasa de interés de los recursos para hacer la inversión.

3.2.5.6. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

El PRI es el tiempo que debe operar el proyecto para recuperar la inversión inicial, considerando el valor del dinero en el tiempo. Para obtenerlo se calcula el valor presente de cada uno de los flujos del proyecto, teniéndose un flujo acumulado. En el momento en que éste sea igual a cero, la inversión se ha recuperado; el periodo en el que esto suceda será el PRI (BANOBAS, 2013).

Para calcular en porcentaje el periodo de recuperación de la inversión puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$(I_0 - BN_1), (SI_1 - BN_2), \dots, (SI_n - BN_n), \left(\frac{SI_n}{BN_n}\right) = 0 \quad \text{Ecuación 3.6}$$

donde:

I_0 = inversión en el periodo cero (inicial)

BN = Beneficios totales en el periodo t

SI_n = Saldo de la inversión en el periodo t

El periodo de recuperación de la inversión, mide el periodo de tiempo requerido para recuperar la inversión. El procedimiento se presenta en la Tabla 3.6.

En la Tabla 3.7 se presenta un ejemplo del cálculo del periodo de recuperación de la inversión (PRI), con base en los flujos netos de efectivo, definido como la diferencia de los beneficios contra los costos. Los beneficios netos son calculados a valor actual, a los cuales se les va descontando la inversión.

3.2.5.7. Valor Social del Tiempo

Para fines de evaluar el beneficio que generan las acciones de soporte, control, fortalecimiento y modernización del sistema comercial, en la disminución de tiempos de atención a usuarios por parte del personal, el Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S. N. C. (BANOBAS, 2013), recomienda aplicar la metodología del “Valor Social del tiempo en México”, presentada

Tabla 3.8 Valor social del tiempo (CEPEP, 2007)

Entidad	VST*
Aguascalientes	29.53
Baja California	40.10
Baja California Sur	36.28
Campeche	31.38
Coahuila	33.61
Colima	32.01
Chiapas	29.54
Chihuahua	34.54
Distrito Federal	35.84
Durango	28.10
Guanajuato	27.63
Guerrero	30.61
Hidalgo	31.42
Jalisco	33.11
Estado de México	27.00
Michoacán	34.65
Morelos	26.75
Nayarit	29.91
Nuevo León	38.48
Oaxaca	30.64
Puebla	28.32
Querétaro	31.88
Quintana Roo	32.34
San Luis Potosí	28.12
Sinaloa	32.45
Sonora	31.85
Tabasco	31.74
Tamaulipas	34.20
Tlaxcala	26.10
Veracruz	30.08
Yucatán	26.90
Zacatecas	27.10
Total	31.10

*(Base en el salario horario del mercado)

por Héctor Cervini Iturre, bajo el patrocinio del Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP, 2007), para determinar el beneficio total.

Estimación del Valor Social del Tiempo (VST):

$$VST = (\alpha_1 * w_1) * w_2 \quad \text{Ecuación 3.7}$$

donde:

α_1 = número de trámites realizados

w_1 = Proporción del tiempo de trabajo en el ahorro de tiempo

w_2 = Ingreso promedio por hora con prestaciones sociales e impuestos (se considera SMG por región)

Para su aplicación se selecciona el factor correspondiente a la Entidad (Tabla 3.8), se determina la diferencia en horas de la situación con y sin proyecto, se aplica la fórmula de VST para calcular los beneficios, se suman los beneficios para usuarios y los del personal para obtener el beneficio total. La sumatoria del beneficio total se considera como beneficio para la evaluación social.

Ejemplo

En la Tabla 3.9 se muestra un ejemplo de la estimación del beneficio por la reducción de tiempos de atención en trámites en un Organismo Operador de Agua, con base en la metodología antes mencionada.

3.2.6 EFICIENCIA DE EQUILIBRIO ECONÓMICO

Una alternativa para planificar las acciones de mejora de la eficiencia, es determinar la eficiencia de equilibrio económico, la cual requiere de registros históricos de eficiencias y de los

Tabla 3.9 Ejemplo de cálculo para el determinar el periodo de recuperación de la inversión

Tipo de trámite	Número de trámites por año	Factor VST	Beneficio usuarios min/trámite	Beneficios para usuarios (\$)	Beneficio personal min/trámite	Liberación de personal (\$)	Beneficio Total (\$)
Ajustes	1 6006	30.08	8	64 194.73	5.000	40 121.71	104 316.44
Constancia de no adeudo	506	30.08	6	1 522.05	2.000	507.35	2 029.40
Cobros autorizados	20 528	30.08	9	92 622.34	5.000	51 456.85	144 079.19
Convenio	10 852	30.08	9	48 964.22	5.000	27 202.35	76 166.57
Sanción	939	30.08	9	4 236.77	5.000	2 353.76	6 590.53
Convenio de toma domiciliaria	3 191	30.08	12	19 197.06	5.000	7 998.77	27 195.83
Contrato de toma	4 290	30.08	9	19 356.48	2.000	4 301.44	23 657.92
Baja definitiva	86	30.08	14	603.61	2.000	86.23	689.83
Total Beneficio							384 725.71

costos de las acciones realizadas, los cuales se deben llevar a valor presente.

Para esto se evalúa el costo de las pérdidas asociados a las eficiencias, y el costo de las acciones que incrementan la eficiencia, para tratar de determinar el punto de equilibrio entre estos dos costos. La metodología para realizar este análisis se puede consultar en el manual de *Planeación de Acciones de Incremento y Control de la Eficiencia en Sistemas de Agua Potable* (CONAGUA, 2004).

La principal hipótesis en la que se basa el método propuesto en el mencionado manual (CONAGUA, 2004) es la siguiente:

La variación del porcentaje de eficiencia comercial respecto al costo unitario de acciones necesarias para su incremento y control, puede ser representada por la curva de la Ecuación 3.8.

$$C = aE^b \quad \text{Ecuación 3.8}$$

donde:

- C = Costo de acciones para alcanzar y mantener la eficiencia, en \$/toma
- a y b = Coeficientes de ajuste de la curva
- E = Eficiencia comercial, en (por ciento)

Los coeficientes “a” y “b” se obtienen a partir de pares de datos conocidos de variación de eficiencia y costos de las acciones. El par de datos (E1, C1) corresponden a la eficiencia actual, y (E2, C2) a la eficiencia meta buscada, que puede ser 90 por ciento o 95 por ciento.

Ejemplo de eficiencia de cobranza o recaudación (hipotético sólo para mostrar aplicación del procedimiento):

En Tabla 3.10 se muestran los registros de costos de acciones de eficiencias aplicadas por un Organismo Operador (\$/toma) y las eficiencias de recaudación obtenidas (porcentaje). Para una eficiencia del 49.38 por ciento el Organismo aplicaba \$18.46/toma regis-

trada en a) revisión y depuración de cuentas y en b) restricciones de servicio. Para el 85 por ciento de eficiencia \$68/toma. Con la eficiencia del 49.38 por ciento y una facturación promedio de \$151.70/toma, se estima que sus pérdidas de cobranza eran de \$76.79/toma registrada, resultado de lo que se deja de ingresar teniendo la eficiencia arriba indicada. Para el 85 por ciento las pérdidas de recaudación disminuyen a \$22.75/toma.

En la cuarta columna de la Tabla 3.10 se indica la suma de costos de acciones de eficiencia y pérdidas de recaudación. Se desea determinar la eficiencia de equilibrio económico.

Solución

Con los dos pares de datos de eficiencia y sus costos, se hace el ajuste a una ecuación del tipo de la Ecuación 3.8 en hoja de cálculo, obteniendo la ecuación que se muestra en la Ilustración 3.6, en la que además se muestra la ecuación de las pérdidas obtenida también de pares de datos de eficiencia y las pérdidas indicadas.

Se hace la gráfica en la misma ilustración de la curva correspondiente a la suma de costos (de acciones de eficiencia y de pérdidas de recaudación).

Como se ha mencionado, en la Ilustración 3.6 se presentan las curvas de eficiencia-costos de acciones y de eficiencia-costos de pérdidas, así

como la correspondiente a eficiencia-suma de costos. En esta gráfica se puede observar que la eficiencia de equilibrio económico se encuentra entre 69 por ciento y 79 por ciento, sólo para este ejemplo específico. No se puede generalizar.

Para precisar el punto de equilibrio, en la Tabla 3.11 se presentan los datos de costos de la eficiencia de cobranza, del 49 por ciento al 87 por ciento. En esta se puede observar que el menor costo corresponde a una eficiencia del 72 por ciento, que es la eficiencia de equilibrio económico buscada, sólo para fines de este ejemplo. El costo de acciones para esta eficiencia es de \$45.93/toma registrada. De la diferencia entre este costo y el de eficiencia inicial de 49.38 por ciento, resulta un costo de \$27.47/toma instalada, para lograr el incremento de eficiencia de cobranza del 49.38 por ciento actual a la de equilibrio del 72 por ciento. Para este caso hipotético resulta más conveniente esta eficiencia, con los datos y costos considerados, principalmente el de las pérdidas de recaudación. La conveniencia de este método depende mucho de la disponibilidad de registros confiables de costos de acciones aplicadas y de las eficiencias obtenidas.

Una vez determinado este costo lo siguiente es multiplicarlo por el número de tomas registradas, para determinar la inversión necesaria. El monto determinado se distribuye entre acciones de incremento y acciones de control que garanticen los beneficios buscados. En el Anexo

Tabla 3.10 Ejemplo de costos actuales de eficiencia (49%) y de pérdidas de cobranza, y costos respectivos para eficiencia del 85%

Eficiencia de cobranza %	Costos de acciones de eficiencia (\$/toma)	Costos por dinero no cobrado (\$/toma)	Suma de costos (\$/toma)
49.38	18.46	76.79	95.25
85	68.00	22.75	90.75
90	78.47	15.168	93.64

Ilustración 3.6 Ejemplo de gráfica de punto de equilibrio entre el costo de las pérdidas y el de las acciones de eficiencia comercial, cuyo valor óptimo depende de cada Organismo Operador y de la disponibilidad de datos confiables de costos y eficiencias. C = Costos de acciones de eficiencia, y E = Eficiencia

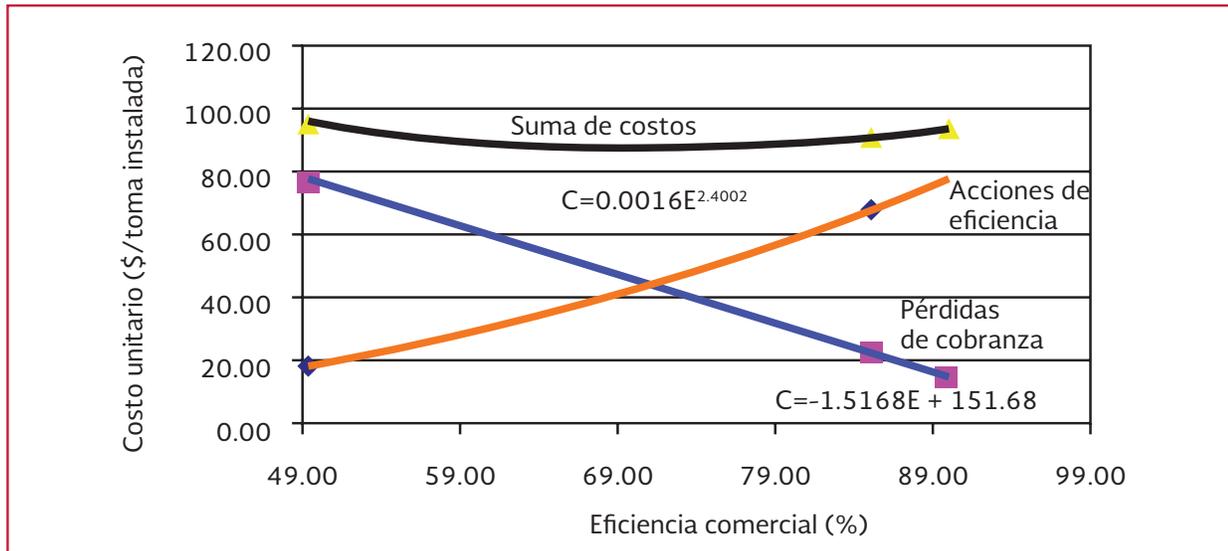


Tabla 3.11 Eficiencias de cobranza y costos de pérdidas y de acciones de eficiencia, referidos al ejemplo descrito

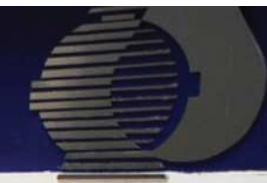
Eficiencia comercial %	Costo por dinero no cobrado (\$/Toma)	Costo de acciones de eficiencia (\$/Toma)	Suma de costos (\$/Toma)
46	81.90	15.7	97.6
47	80.39	16.50	96.9
48	78.87	17.36	96.2
49	77.36	18.24	95.6
50	75.84	19.14	95.0
51	74.32	20.07	94.4
52	72.81	21.03	93.8
53	71.29	22.02	93.3
54	69.77	23.03	92.8
55	68.26	24.06	92.3
56	66.74	25.13	91.9
57	65.22	26.22	91.4
58	63.71	27.33	91.0
59	62.19	28.48	90.7
60	60.67	29.65	90.3
61	59.16	30.85	90.0
62	57.64	32.08	89.7
63	56.12	33.33	89.5
64	54.60	34.62	89.2
65	53.09	35.93	89.0
66	51.57	37.27	88.8
67	50.05	38.64	88.7
68	48.54	40.04	88.6

Tabla 3.11 Eficiencias de cobranza y costos de pérdidas y de acciones de eficiencia (Continuación)

Eficiencia comercial %	Costo por dinero no cobrado (\$/Toma)	Costo de acciones de eficiencia (\$/Toma)	Suma de costos (\$/Toma)
69	47.02	41.47	88.5
70	45.50	42.93	88.4
71	43.99	44.41	88.4
72	42.47	45.93	88.4
73	40.95	47.48	88.4
74	39.44	49.05	88.5
75	37.92	50.66	88.6
76	36.40	52.29	88.7
77	34.89	53.96	88.8
78	33.37	55.66	89.0
79	31.85	57.39	89.2
80	30.34	59.14	89.5
81	28.82	60.93	89.8
82	27.30	62.76	90.1
83	25.79	64.61	90.4
84	24.27	66.49	90.8
85	22.75	68.41	91.2
86	21.24	70.36	91.6
87	19.72	72.34	92.1

A, se presentan fichas técnicas de acciones de eficiencia, la mayoría de las cuales tienen estimado un costo por toma registrada.

La metodología detallada para realizar las determinaciones de este ejemplo, se debe consultar en la referencia indicada (CONAGUA, 2004).



JUMAPA



Comunicación Social

Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de León, S.C.

CONCLUSIONES

Se describen las funciones básicas que realiza “el sistema comercial” de los organismos operadores; se puntualizan los principales problemas asociados con las sub áreas comerciales, como puede ser: alto número de usuarios clandestinos, padrón de usuarios no actualizado, baja cobertura de medición de consumos, altos rezagos debido a problemas de cobro-pago, y otros, que inciden en la ausencia de recursos económicos suficientes para operar y mantener el sistema de abastecimiento de manera adecuada.

En el tema de indicadores se describen los conceptos de eficiencia física, comercial y global con datos volumétricos, y sus variantes, incluyendo eficiencia comercial con datos de montos. Asimismo sus ventajas y desventajas respecto a otro tipo de indicadores, considerando la necesidad de un método estandarizado significativo para reportar y comparar el desempeño de las empresas (de agua), pues cualquier discusión relativa a pérdidas de agua debe ser precedida de una clara definición de los componentes del balance de agua, debido a la amplia diversidad de formatos y definiciones existentes (Lambert, 2002).

Se plantea la metodología para diagnosticar el funcionamiento y organización de las áreas comerciales, partiendo del balance de agua, necesario para identificar, valorar y disgregar las pérdidas en físicas y comerciales. Asimismo una guía para elaborar el plan de acciones de reducción y control de este tipo de pérdidas, y el análisis de su rentabilidad, de forma que se dé prioridad a aquellas que generen los mayores beneficios. Dentro de estas acciones se da especial atención a la modernización de las áreas comerciales. En todo esto se retoman las mejores prácticas nacionales, y también las internacionales.

Los esfuerzos y costos para mejorar, incrementar y mantener los valores de eficiencia comercial, se incrementan conforme estos se acercan al 100 por ciento. Los incrementos se vuelven muy lentos, sin embargo las caídas pueden ser muy rápidas si las acciones de eficiencia son desatendidas. Mantener la eficiencia en cierto nivel también tiene sus costos. Sin embargo no se puede recomendar ningún valor óptimo, ya que depende del organismo operador, las mejores prácticas nacionales e internacionales indican eficiencias comerciales mayores al 90 por ciento.

Dado que las acciones se aplicarán en infraestructura generalmente deteriorada, es imprescindible coordinar y consultar acciones con el área operacional, solicitando asimismo su plan de acciones de mejora de la eficiencia física (para reducción de las pérdidas de agua por fugas y derrames, es decir de pérdidas reales). Cómo ya se ha comentado, en mayor o en menor grado, las acciones de mejora de la eficiencia comercial pueden tener efectos en el sistema operacional y su eficiencia, y viceversa, las acciones de mejora de la eficiencia física pueden tener efectos en el sistema comercial y su eficiencia.

Se han dado ejemplos de los efectos relacionados con la medición generalizada de consumos, la cual al conseguir el efecto deseado de control de consumos puede a su vez incrementar las fugas en redes si no se acompaña de una acción de mejora de la eficiencia física, como es el control de presiones. Un ejemplo de mejora de eficiencia física con efectos positivos en la comercial puede ser la sustitución de tuberías de distribución debilitadas, la cual al reponer las conexiones domiciliarias permitiría identificar usuarios ilegales para su regularización.

Se retoma un método para planificar las acciones de mejoramiento de la eficiencia comercial, con base en la eficiencia de equilibrio económico, cuyo detalle se puede consultar en el manual de *Planeación de Acciones de Incremento y Control de la Eficiencia en Sistemas de Agua Potable* (CONAGUA, 2004).

BIBLIOGRAFÍA

- Alegre, H., et al (2003), "Performance indicators for water supply services", second edition, Efficient operation and management of urban water system specialist group, International Water association.
- Arreguín, F. (1991), "Uso eficiente del Agua". Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Nacional del Agua. Revista Ingeniería Hidráulica en México/mayo-agosto 1991. Comisión Nacional del Agua-Instituto Mexicano de Tecnología del agua.
- Arreguín y Ochoa (1997) "Evaluation of Water Losses in Distribution Networks", Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, *Journal of Water Resources Planning and Management*, Vol. 123, No. 5, September/October 1997, pp. 284-291. American Society of Civil Engineers.
- BANOBRAS (2013) Guía para la Elaboración de Diagnósticos de Modernización de las Áreas Comerciales de Organismos Operadores de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S. N. C. México, Noviembre 2013.
- BANOBRAS (2013) Guía para la Elaboración de Proyectos Ejecutivos de Modernización de las Áreas Comerciales de Organismos Operadores de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Banco. Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos S.N.C., México, Noviembre 2013.
- Capella, A. (2004), "El problema de las fugas de agua". México 2004.
- Cervini, H., Ramírez, L. (2008) "Valor social del tiempo en México", Análisis Económico, Núm. 54, vol. XXIII, Tercer cuatrimestre de 2008,
- Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), México, abril 2008.
- CONAGUA (2011), "Agenda del Agua 2030, Comisión Nacional del Agua". Subdirección General de Programación, Comisión Nacional del Agua. Edición 2011. México, marzo 2011.
- CONAGUA (2014), "Situación del subsector agua potable, drenaje y saneamiento". Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, Comisión Nacional del Agua, Secretaría del Medio Ambiente, y Recursos, Naturales. Edición 2014. México, noviembre de 2014.
- CONAGUA (2004) "Planeación de acciones de incremento y control de la eficiencia en sistemas de abastecimiento de agua potable", Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana, Unidad de agua Potable y Saneamiento, Gerencia de Estudios y Proyectos. México, D. F., 2004.
- CONAGUA (2007), "Sectorización de redes de agua potable", Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua. México, D. F., 2007.
- CONAGUA (2009), "Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable", Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento

- de la Comisión Nacional del Agua. México, D. F., 2009.
- DGCOH, DDF (1991) "Programa de Uso Eficiente del Agua en la ciudad de México" Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica-Secretaría General de Obras-DDF. Revista Ingeniería Hidráulica en México/mayo-agosto 1991. Comisión Nacional del Agua-Instituto Mexicano de Tecnología del agua.
- IMTA (2003), "Aseguramiento de la Calidad, Mejoramiento Continuo de Células de Distribución de la Ciudad de Santiago de Querétaro, Qro." Proyecto HC-0352, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cuernavaca, Mor., México, 2003.
- IMTA (2004), "Incremento de eficiencia física y de facturación en tres células de distribución de agua potable de la ciudad de Querétaro.", Proyecto HC-0454, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cuernavaca, Mor., México, 2005.
- IMTA (2012), "Estudio Simplificado de la Situación y Diagnóstico de Modernización del Área Comercial de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Chihuahua, Chihuahua.", Proyecto HC-1136.3, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cuernavaca, Mor., México, 2012.
- IMTA (2012), "Estudio Simplificado de la Situación y Diagnóstico de Modernización del Área Comercial de la Junta Municipal de Agua y Saneamiento de Hidalgo del Parral, Chihuahua.", Proyecto HC-1142.3, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cuernavaca, Mor., México, 2012.
- Jiménez, M. et al (2008) "Importancia del control de presiones en la reducción de fugas, y su aplicación al sector Reynaco, ciudad de México" Instituto de Ingeniería e Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México. SEREA 2008, VIII Seminario Iberoamericano sobre sistemas de abastecimiento y drenaje. Lisboa, Portugal, Julio 2008.
- Kazuaki, M., y Farley, M. (2004) "Operation & maintenance - the starting point for improving efficiency of water supply and sanitation services", Department of Water Supply Engineering, National Institute of Public Health, Tokyo, Japan. Malcolm Farley Associates, Oxfordshire, UK. O&M Network Core Group Member.
- Lambert, A. O. (2002), "International Report: Water losses management and techniques", Water Science and Technology: Water Supply Vol. 2 No. 4 pp 1-20, UK.
- Lambert, A. O, Fantozzi, M. (2005), Recent advances in calculating economic intervention frequency for active leakage control, and implications for calculation of economic leakage levels, IWA International Conference, Greece, 2005.
- Liemberger, R, (2006), "Introduction to Water Loss Analysis and Reduction", International Water Association, World Bank Institute.
- Manual para el levantamiento de las redes hidráulicas en áreas urbanas, Subdirección de Infraestructura Hidráulica, Unidad de Asuntos Fronterizos, Comisión Nacional del Agua, México 2003.
- NOM-012-SCFI-1994, *Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos- Medidores para agua potable-fría-Especificaciones*, Secretaría de Comercio y fomento Industrial, México, 1997.
- NMX-CH-001/3-1993-SCFI, *Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos- Medidores para agua potable-fría-Parte 3: Equipo y métodos de prueba*, Secretaría de Comercio y fomento Industrial, México, 1993.
- NMX-CH-001/2-1993-SCFI, *Medición de flujo de agua en conductos cerrados de, sistemas*

- hidráulicos-medidores para agua potable fría-parte 2: requisitos de instalación
- NOM-042-SCFI-1997- Instrumentos de medición-Medidas volumétricas metálicas con cuello graduado para líquidos con capacidades de 5 l, 10 l y 20 l, Secretaría de Comercio y fomento Industrial, México, 1997.
- Ochoa, L., Bourguett, V. (2001) “Reducción integral de pérdidas de agua”, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cuernavaca, Mor., México, 2001.
- Ochoa, L., Camacho C. A., Enríquez Z. S. y Maldonado S. J. “Resumen del Informe final del Proyecto Detección y Control de Fugas e Impacto de Micromedición en Guaymas, Son,” Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Cuernavaca, Mor., México, diciembre de 1990.
- OPS (1981), “Proyecto de desarrollo tecnológico de las instituciones de abastecimiento de agua potable y alcantarillado (DTIAPA)-Desarrollo Institucional”. Organización Panamericana de la Salud. Washington, 1981.
- Pearson, D., (2004), “Testing the UARL & ILL approach using a large UK Data Set”, Consultant, UK.
- Saavedra J., et al (1991), “Tarifas de agua potable y alcantarillado en México en 1990”, Comisión Nacional del Agua. Revista Ingeniería Hidráulica en México/mayo-agosto 1991. Comisión Nacional del Agua-Instituto Mexicano de Tecnología del agua
- Spiegel, M, Estadística, Serie de compendios Shum, Libros McGraw-hill de México, México, 1970.
- Scheafer et al, Elementos de Muestreo, Grupo Editorial Iberoamérica, México, 1987.
- www.decisionanalyst.com
- Yepes, G., Diánderas, A. (1996), “Indicators Water and wastewater utilities 2nd Edition”, International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, Washington, DC 20433 USA.
- Yepes, G., et al (2000), “The High Costs of Intermittent Water Supplies”.
- Páginas de internet:**
- http://www.cepep.gob.mx/documentos/valor_social_tiempo_final.pdf
- <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=24&n3=31>
- <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/DescripcionprogramaPROMAGUA2012.pdf>
- <http://www.cconagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=44&n3=51>
- <http://www.banobras.gob.mx/productosyservicios/productos/asistenciatecnicaayfinanciera/Paginas/Programa-de-Modernizaci%C3%B3n-del-%C3%81rea-Comercial-de-Organismos-Operadores-de-Agua.aspx>
- http://www.bvsde.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt06/hdt6_anx.html#anx1d
- www.pigoo.gob.mx



A

GUÍA PARA LA EJECUCIÓN DE ACCIONES DE MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA COMERCIAL

Adaptado del catálogo de proyectos tipo de eficiencia y costos unitarios, del manual de "Planeación de Acciones de Incremento y Control de la Eficiencia en Sistemas de Agua Potable" (CONAGUA, 2004)

La integración de los expedientes técnicos por parte de los organismos operadores o dependencias a cargo de su ejecución, mediante administración directa y/o contrato conforme a la normativa vigente, debe incluir las complementaciones, ajustes, análisis y actualización de costos necesarios para el proyecto particular de mejora de la eficiencia, con base en los resultados del diagnóstico y de la planificación de acciones previamente realizados, de la normativa técnica, y demás documentos aplicables, tales como:

- NOM-012-SCFI-1994, "Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-Medidores para agua potable fría –Especificaciones"
- NMX-CH-001/2-1993-SCFI, "Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos-medidores para agua potable fría-parte 2: requisitos de instalación"
- NMX-CH-001/3-1993-SCFI, Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos- Medidores para agua potable-fría-Parte 3: Equipo y métodos de prueba
- NOM-001-CONAGUA-2011, "Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba"
- NOM-042-SCFI-1997- "Instrumentos de medición-Medidas volumétricas metálicas con cuello graduado para líquidos con capacidades de 5 l, 10 l y 20 l"
- Catálogo general de precios unitarios para la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado (CONAGUA,2014), o el vigente
- Especificaciones generales para la construcción de sistemas de agua potable y alcantarillado (CONAGUA,2014), o las vigentes
- Ley Estatal del Agua respectiva vigente
- Manual para el levantamiento de las redes hidráulicas en áreas urbanas (CONAGUA, 2003)
- Etcétera.

A.1. ACCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE USUARIOS NO REGISTRADOS Y TOMAS OCULTAS

Objetivos

1. Identificar e incorporar al padrón de usuarios a todos los usuarios no registrados, que se conectan ilegalmente a la red de distribución, mediante tomas domiciliarias clandestinas, que pueden a su vez ser causantes de fugas. Asimismo tomar las medidas pertinentes (administrativas, técnicas, de cultura del agua, y legales) que corrijan y prevengan estas pérdidas comerciales de facturación en los usuarios con este tipo de conexiones.
2. Identificar conexiones fraudulentas en predios con conexión registrada, al corriente en sus pagos, cuyos consumos medidos estén por debajo de los consumos promedio, para en su caso tomar las medidas pertinentes (administrativas, técnicas, de cultura del agua, y legales) que corrijan y prevengan estos robos en cada usuario encontrado en esta situación.
3. Identificar predios con toma domiciliaria cuyo proceso de registro en el padrón de usuarios no se haya podido concluir, por razones de tipo administrativo u otro, por ejemplo en fraccionamientos y condominios, para realizar las gestiones que permitan su pronta conclusión.

Descripción

1. Los resultados del diagnóstico comercial previamente realizado, pueden indicar zonas con mayor incidencia de este

tipo de conexiones, principalmente del primer y tercer tipo, con predios ubicados en el catastro urbano y con servicios de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y otros, que no aparezcan en el padrón de usuarios de agua potable, con estimaciones de cantidades esperadas.

2. Para las tomas ilegales del segundo tipo, la localización se realiza identificando en gabinete aquellas conexiones que consuman menos de 10 m³ al mes, complementando con una inspección en campo. Estas tomas ilegales suelen ser de varios tipos: instalación de un by pass en el cuadro del micromedidor, retiro provisional del medidor, reemplazo del micromedidor por un niple, uso de instalaciones provisionales no retiradas, cambio de uso doméstico a comercial e instalación de tomas ocultas,. También, se deben elaborar las estadísticas respectivas e incorporar las correcciones al padrón de usuarios.

Procedimiento

1. Para las tomas ilegales del primer tipo se focalizan esfuerzos y recursos en las zonas predeterminadas, con apoyo de los planos catastrales urbanos, para obtener el mayor beneficio-costos. Se realiza la inspección de los predios con probale toma clandestina para entrevistarse con los propietarios, e investigar mediante el dialogo su situación, y en su caso confirmar la toma clandestina, para su regularización. Si se manifiesta que se abastece de otra manera, se busca la comprobación.
2. Para las tomas ilegales del segundo tipo se ordenan la facturación mensual y el

padrón de usuarios. Se elabora un listado de los usuarios con un consumo menor a los 10 m³ al mes, con su dirección y número de cuenta del servicio. Se organizan los recorridos y se elaboran los formatos de campo y captura de información. Se entrena al personal en trabajos de inspección física de probales tomas clandestinas, tanto visualmente como en el uso de localizadores de tuberías enterradas y fugas. También, se debe capacitar en aspectos de tipo legal, para expedir sanciones, avisos, etc. Se deben adquirir localizadores de fugas del tipo electroacústico indirecto y de contacto, y dotar de formatos de levantamiento de datos y aviso a usuarios. Después, se ejecuta el programa de pruebas de inspección en campo. Se elaboran los reportes y el listado global de resultados. Finalmente, se elaboran las boletas de aviso y sanción a los usuarios con clandestinaje comprobado

3. Se calculan los indicadores siguientes y se evalúan periódicamente:
 - Porcentaje de usos clandestinos revisados = número de usos revisados / número de usos esperados.
 - Porcentaje de usos clandestinos encontrados = número de usuarios clandestinos encontrados / número de usos revisados

Tiempo de ejecución: Recopilación de datos y ubicación en planos catastrales = 200 usos /día /persona

Inspección visual de usos clandestinos = 20 usuarios / día / brigada

Inspección con localizador de fugas de tomas ilegales = 5 tomas / día /brigada

Costos unitario de aplicación: (\$/toma inspeccionada)

262.92

Impacto

Directo en la reducción de agua no contabilizada.

**A.2. ACCIÓN 2:
REEMPLAZO
DE MEDIDORES
DEFECTUOSOS**

Objetivos

Mantener la medición de consumos dentro de los límites de error permisibles, y reducir las pérdidas por submedición respectivas.

Descripción

Conforme a las estadísticas de medición de consumos reportadas por los lecturistas, se tienen listados de aparatos con diversas anomalías, que impiden la toma de las lectura, incluyendo aparatos instalados dentro de los predios (rotos, carátula opaca, parados, etcétera). Asimismo conforme a la prueba de errores realizada en el diagnóstico comercial, existen porcentajes de aparatos con errores por arriba de los permisibles, generalmente submidiendo, dentro de los cuales se encuentran principalmente aquellos con mayor antigüedad. Los medidores de consumo en alguna de estas situaciones, deben reemplazados por aparatos nuevos que satisfagan la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCFI-1994, o en su caso por reparados y calibrados. Los ubicados dentro de los predios deben además ser

reubicados. También, se deben elaborar las estadísticas respectivas.

Procedimiento

1. Se confirma de acuerdo, a las pruebas realizadas, si los errores de medición fuera de los límites permisibles están relacionados con cierto año de fabricación de los medidores, para que en su caso se obtengan las listas y cantidades de medidores a reemplazar por esta situación, para agregarlos a las listas de medidores averiados y dentro de los predios, para programar y priorizar la sustitución conforme algún criterio técnico de continuidad del servicio, calidad del agua, presiones disponibles, etétera. Asimismo con criterios de rentabilidad en predios de usuarios al corriente, y que les generen mayores ingresos.
2. Se definen y especifican los tipos de medidores nuevos que reemplazarán a los existentes, elaborando los planos de ubicación y los planos tipo de instalación que se requieran, incluyendo especificaciones de pruebas de aceptación a los lotes de suministro y de aparatos instalados.
3. En el caso de las reubicaciones se cuantificarán y presupuestarán los materiales y mano de obra necesarios. Asimismo, aunque en los casos de sólo sustitución generalmente sólo se requiere el suministro del nuevo aparato y la mano de obra para su instalación, incluyendo la desinstalación del existente, se debe revisar la necesidad de ajustes o modificaciones en el cuadro del medidor, cómo cambio de materiales e instalación de accesorios.
4. Se lleva a cabo la sustitución de conformidad con las especificaciones establecidas y se verifica el correcto funcionamiento

de los medidores. Se toman los datos técnicos del nuevo medidor para cargarlos en a base de datos, en el número de cuenta correspondiente.

5. Se toma la lectura del medidor sustituido y del medidor nuevo para los ajustes respectivos de consumo en el sistema de información comercial.

Costo unitario de aplicación (\$ /micromedidor sustituido):

388.82

Impacto a la eficiencia:

Directo en la reducción de agua no contabilizada, con un porcentaje igual al de pérdida de agua por error de submedición, obtenido en el diagnóstico de pérdidas de agua potable.

A.3. ACCIÓN 3: INCREMENTO DE CONEXIONES MEDIDAS

Objetivos

Incrementar la cobertura de medición con el fin de: a) cobrar el servicio prestado a los usuarios, en función de su consumo medido, b) reducir pérdidas de facturación por errores en el volumen asignado de cuota fija, c) retomar el control de consumos en beneficio de la capacidad instalada de producción y distribución, y de su operación, proyectadas conforme a valores esperados de dotación y consumo.

Descripción

A partir de la base de datos del padrón de usuarios se generan listas de usuarios que no

cuenten con aparatos de medición de consumos, y cuya facturación se realice con base en un volumen asignado de cuota fija, para planificar y proyectar la instalación de medidores nuevos que satisfagan la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCFI-1994.

Procedimiento

- 1) Realizar la disgregación del número total de tomas de cuota fija en su clasificación básica: domésticas, comerciales, industriales y públicas. En general se esperaría que sólo en las primeras hubiese tomas sin medición de consumos, dado que son las más numerosas, y que las industriales y comerciales, al generar mayores ingresos, normalmente cuentan con aparato de medición
 - 2) Disgregar las tomas domésticas sin medidor al menos en residenciales y populares, según las subcategorías establecidas en cada organismo operador, aunque también generalmente las primeras tienen prioridad de medición. Recabar datos técnicos de las tomas respectivas: diámetro, continuidad del servicio, presiones, facilidades para instalar los medidores, etcétera.
 - 3) Seleccionar el tipo, y tamaño de medidor para las tomas domiciliarias seleccionadas. Consultar detalles de selección y dimensionamiento en el libro "Medición del Agua" del MAPAS. Se debe indicar si los medidores se leerán de manera directa por el lectorista, o bien si contarán con transmisor de radio frecuencia para lectura remota, y sistema, hardware y software, para recolección de datos de consumo ya sea tipo toque o mediante vehículo en marcha. Si serán medidores para operar con tarjeta de pospago, electromagnéticos, o ultrasónicos u otra tecnología. Los dos últimos deberán satisfacer la norma ISO 4064-1 "Measurement of water flow in fully charged closed conduits — Meters for cold potable water and hot water —Part 1: Specifications"
 4. Se elaboran los planos de ubicación y los planos tipo de instalación que se requieran, incluyendo especificaciones de pruebas de aceptación a los lotes de suministro y de aparatos instalados. En estos predios, que no han contado con medidor, generalmente se requiere de preparaciones para su instalación, como son los ajustes o modificaciones en el cuadro de la toma, cambio de materiales e instalación de accesorios, los cuales se deben considerar en los planos y presupuesto de proyecto. Revisar la necesidad de algún tipo de accesorio especial para evitar la medición de aire en caso de servicio tandeado.
 - 5) Adquirir medidores nuevos que sean conformes con la NORMA Oficial Mexicana NOM-012-SCFI-1994.
 - 6) Se lleva a cabo la instalación de conformidad con las especificaciones y programa de ejecución establecidos, priorizado conforme criterios técnico y de rentabilidad.
 7. Se actualizan las rutas de lecturas para agregar los predios con cambio de cuota fija a medición de consumos.
- Costo unitario de aplicación (\$ /micromedidor sustituido):
- 388.82

Impacto a la eficiencia:

Directo en la reducción de agua no contabilizada, con un porcentaje igual al de pérdida de agua por error de asignación de volumen de cuota fija, obtenido en el diagnóstico de pérdidas de agua potable.

**A.4. ACCIÓN 4:
RESTRICCIÓN POR
FALTA DE PAGO
(MOROSOS)**

Objetivos

Incrementar la recaudación de los volúmenes facturados a usuarios registrados, morosos en sus pagos, en su caso también dentro de la cartera vencida, mediante la restricción o corte del servicio, de conformidad con la Ley Estatal del Agua correspondiente y demás que apliquen.

Descripción

A partir de la base de datos del padrón de usuarios se generan listas de usuarios que conforme a la Ley Estatal del Agua que corresponda, se encuentren en situación de morosidad en el pago de los servicios, estableciendo prioridad de atención y seguimiento, según lo establezcan dichas leyes, por cuanto a montos y tiempos de adeudos. Esta acción incluye la realización de un estudio socio económico, en los predios que se vea la necesidad o que se solicite, para que en su caso se pueda dar el apoyo respectivo.

Procedimiento

- 1) A partir de los listados se hace la priorización de predios a atender mediante etapas: a) aviso e invitación a ponerse al corriente o a realizar un convenio para

cubrir su adeudo mediante pagos, b) si no atiende segundo aviso, c) si persiste, una cuadrilla con el equipo necesario realiza la restricción o el corte.

- 2) En los casos que se requiera se realiza un estudio socioeconómico para confirmar la necesidad de apoyo, que se otorgará según se tenga establecido en el organismo operador, en sus procedimientos comerciales o en otro instrumento jurídico.
- 3) Una vez realizado el corte se le da seguimiento para confirmar el pago y en su caso la respectiva reconexión, la cual de acuerdo a lo establecido en los procedimientos comerciales, puede tener un costo con cargo al usuario. Asimismo para detectar la posible reconexión por parte del usuario sin ponerse al corriente en sus pagos.
4. En los casos en que se confirme la reconexión y además persista, se toman las medidas legales que apliquen, para hacer ver a los usuarios que la acción es seria, y que sí pasa algo si esto sucede.
- 5) Se hacen los registros de cada caso para los análisis estadísticos y evaluación del impacto, así como para la elaboración de reportes gerenciales.

Costo unitario de aplicación (\$ /corte, seguimiento y reconexión):

500

Impacto a la eficiencia:

Directo en la reducción de agua no cobrada y en la eficiencia de recaudación, con un porcentaje igual de pérdida de ingresos, obtenido en el diagnóstico de pérdidas de agua potable.

A.5. ACCIÓN 5: DEPURACIÓN Y RECUPERACIÓN DE CARTERA VENCIDA

Objetivos

Analizar la cartera vencida para determinar la parte viable de recuperación, y realizar las gestiones y actividades necesarias para su cobranza efectiva, incluyendo el corte del servicio en caso de que se le siga prestando, y demás que apliquen de la acción 4.

Descripción

A partir de la base de datos del padrón de usuarios se generan listas de usuarios que estén más allá de la morosidad, y de las facilidades de convenios y demás, con sus respectivos montos de cartera vencida. Se realiza una revisión documental de cada uno, y si es necesario se hace una inspección en sitio, para acotar aquellas cuentas viables de cobrar, depurando predios abandonados y otras situaciones de inviabilidad. Se priorizan usuarios y estrategias de cobranza conforme a montos de adeudos, y se ejecuta lo planificado, evaluando impacto para en su caso hacer los ajustes necesarios. Incluye la revisión, depuración y corrección de cuentas, y la obtención de los montos reales de los adeudos. Se apoya en campañas publicitarias, cobro extrajudicial, créditos fiscales y corte del servicio.

Procedimiento

- 1) Se colecta información sobre el estado de cuentas del padrón de usuarios, y se clasifican de acuerdo con el tipo y causa de adeudo. También es necesario determinar los montos probables de

recuperación, mismos que se ajustarán después durante el desarrollo de la acción.

- 2) Se efectúa un resumen de los problemas existentes y se agrupan las cuentas que presenten problemas con errores u omisiones en el padrón de usuarios, o con el control de ciclos, con micromedidores, con lectura, con captura de datos, fechas de cierre, etcétera. Se deben depurar las cuentas existentes, identificando predios abandonados o destruidos, errores de lectura o cambio de micromedidor, pagos no registrados, errores de clasificación de tipo de usuario, datos cruzados y cuentas duplicadas.
- 3) Se diseña la estrategia de recuperación de cartera vencida, con la asesoría del departamento jurídico del organismo, valorando la opción de apoyo contable y jurídico externo, descuentos y bonificaciones, jerarquizando tipos de cuentas, de acuerdo con los mayores beneficios que impliquen. Se establecen las adecuaciones de nuevas políticas de facturación y corrección de errores, separando los que son imputables al organismo de los de usuarios.
- 4) Se diseñan las acciones preventivas que evitarán, en su caso, inflar nuevamente los montos de adeudos. Se hacen reuniones informativas al respecto con el personal encargado de la facturación y cobranza y al grupo de lectoristas.
- 5) Se efectúa la recuperación planificada, ejecutando las acciones estratégicas y estableciendo paralelamente acciones preventivas en el padrón de usuarios, en la facturación y cobranza, en la atención a usuarios y en las tarifas. Se evalúan periódicamente los indicadores siguientes:

Eficiencia de recaudación = monto recaudado / monto facturado.

Porcentaje de errores de adeudo = monto debido a correcciones de cuentas / monto recaudado.

Rendimiento en depuración de cuentas : 3000 cuentas mensuales /persona

Costo unitario de depuración de cuentas: \$ / toma en cartera vencida.

50.38

Impacto a la eficiencia:

Directo en la reducción de agua no cobrada y en la eficiencia de recaudación, con un porcentaje igual de pérdida de ingresos, obtenido en el diagnóstico de pérdidas de agua potable.

A.6. ACCIÓN 6: RENOVACIÓN DEL SISTEMA INFORMÁTICO COMERCIAL

Objetivos

Renovar el sistema comercial-contable, apropiado al desarrollo institucional del organismo operador, que integre los módulos básicos para el registro y procesamiento correcto y seguro de las informaciones comerciales, que permitan la operación eficiente de las subáreas comerciales correspondientes (Comercialización de los servicios, padrón de usuarios, medición de consumos, y facturación y cobranza) y la generación de reportes oportunos y confiables, y estadísticas e indicadores de desempeño conforme a la normativa nacional de agua potable y saneamiento.

Descripción

Dependiendo de las necesidades y los recursos disponibles, el sistema informático comercial puede especificarse para incluir sólo módulos básicos, o bien agregar capacidades como es la integración de un Sistema de Información Geográfica (SIG) para ubicar y georeferenciar cada predio dentro del área de influencia de las redes de distribución, con usuarios actuales y potenciales, y con la información del padrón de cada uno de ellos, y su estatus (vigente, moroso, cartera vencida, al corriente, etcétera). Asimismo las capacidades y protocolo de comunicaciones para recibir datos de consumo vía GPS conforme los lecturistas van tomando las lecturas en terminales remotas, telemetría de consumos, facturación en sitio, o bien datos de pagos de otros sistemas como los de prepago, cajeros automáticos, bancos, tiendas, sucursales, caja, contabilidad, pagos por internet, etcétera. El sistema debe ser acorde a la Ley General de Contabilidad Gubernamental, y poder actualizarse, de preferencia por el personal del sistemas de los organismos operadores para no depender del proveedor del servicio, si no es desarrollo propio.

Procedimiento

- 1) Se confirman resultados y necesidades de actualización o renovación derivadas del diagnóstico comercial. Para ello se realizan reuniones entre las áreas comerciales y sistemas, y adicionalmente con personal de administración (contabilidad, almacenes, recursos humanos, compras, materiales, etcétera), finanzas, e incluso del área operacional, planeación, y otros, así como de la gerencia general, con el fin de especificar los alcances, módulos, capacidades, candados, del nuevo siste-

ma, y si este será desarrollo específico, o bien un sistema genérico. También considerar los elementos de respaldo de la base de datos, las terminales y módulos autorizados de acceso de las diferentes áreas, el control de accesos, los reportes de la información capturada y modificada, principalmente sobre bonificaciones, descuentos realizados, administración de morosos y cartera vencida. Antes de esta reuniones se obtiene información y características de los sistemas genéricos disponibles en el mercado.

- 2) Se elabora una primera versión de especificaciones, incluyendo en estas la transición de la base de datos del sistema actual al nuevo, pruebas de operación, capacitación, soporte técnico y actualizaciones, las cuales se ponen a consideración del personal involucrado. Se reciben comentarios y se obtiene la versión que se cotizará con los proveedores de sistemas genéricos y desarrolladores disponibles en el mercado. Evaluar también el posible desarrollo interno.
- 3) Por los costos de estos sistemas, generalmente el suministro se hará mediante un proceso de licitación. Previo a esto se realizan los estudios de mercado que establece la normativa, incluyendo propuestas técnico económicas, con la calendarización de actividades.
- 4) Una vez asignado el contrato respectivo se establece el seguimiento y supervisión de avances.
- 5) Al concluir el desarrollo se supervisa la transición del sistema actual al nuevo, se supervisan pruebas de funcionamiento, y finalmente se recibe al satisfacer todas las especificaciones.

Costo del sistema: Depende de los alcances, número de cuentas, módulos, y capacidades. Se deben hacer estudios de mercado.

Impacto a la eficiencia:

Directo en la eficiencia del área comercial, ya que el funcionamiento de las subáreas comerciales dependen del sistema informático comercial.

A.7. ACCIÓN 7: ACTUALIZACIÓN DEL PADRÓN DE USUARIOS

Objetivos

Actualizar los datos del padrón (conexión, vigencia de contrato, usuario, clase, predio, medidor, etcétera) y disponer de un proceso sistemático y permanente de actualización, que facilite la medición de consumos, la facturación de los servicios, la recaudación, el control de usuarios morosos, usuarios reales en cartera vencida, usos no autorizados, control del parque de medidores, fugas en tomas domiciliarias, etcétera. Asimismo servir de elemento de control y de información en la planeación y comercialización de los servicios de agua potable.

Descripción

El padrón de usuarios del servicio de agua potable y saneamiento debe estar ordenado y sistematizado de tal manera que permita conocer y actualizar cambios, de: ubicación, clase socioeconómica, tipo de usuario y su estatus de contratación, datos y estado del micromedidor instalado y los consumos registrados periódicamente. Por cuanto a su sistematización, se integra en una base de datos que se maneja en el módulo correspondiente del Sistema Informá-

tico Comercial (acción 6), con la posibilidad de contener un sistema de información geográfica (SIG), como se describe en dicha acción 6.

La actualización debe contar el apoyo de los lectors y el mismo personal del subsistema de padrón de usuarios. Sin embargo puede existir la necesidad de apoyo externo debido a situaciones específicas como el retraso excesivo de actualización de datos, que estén ocasionado problemas de cartera vencida inviable y otros. Pero también por situaciones de mejora y modernización en el Sistema Informático Comercial.

Por lo anterior la actualización se puede hacer converger con las actividades de depuración y recuperación de cartera vencida (acción 5), y en su caso con la actualización del sistema informático comercial (Acción 6) al hacer la transición a la nueva base de datos.

Procedimiento

- 1) Se requiere obtener el registro actual de los usuarios y los planos catastrales de la población. Determinar la cantidad de usuarios conectados al sistema de distribución y obtener la información respecto a sus características socioeconómicas, altas, bajas, tipos de uso, si cuenta o no con micromedidor y direcciones. Además investigar la capacidad del sistema de cómputo para el manejo de información.
- 2) Se estiman las cantidades de usuarios que aún no han sido incorporados al padrón, con sus porcentajes de uso y las necesidades de mejorar el sistema de cómputo. Se clasifican los usuarios por tipo de uso, clase socioeconómica y diámetro de la toma, asignando un código e identificación. Se preparan los registros

para estadísticas de consumos históricos. Después se identifican y ordenan todos los usuarios que se encuentran en alguna situación anormal, como por ejemplo, cambio de micromedidor, cambio de tipo de uso, etcétera.

- 3) En su caso se desarrolla el nuevo sistema de cómputo y se programan las actividades de inspección y captura. Se realiza el censo general en las zonas identificadas con padrón desactualizado. Enseguida se implantan los procesos y políticas de actualización permanente. Posteriormente, se establecen los procesos de contratación y regularización. Se calculan los indicadores siguientes y se evalúan periódicamente:

Cobertura del padrón de usuarios = $\frac{\text{Número de usuarios existentes}}{\text{Número de usuarios del catastro predial}}$

Porcentaje de registros actualizados = $\frac{\text{Número de usuarios actualizados}}{\text{número de usuarios del padrón}}$

Tiempo de ejecución: Levantamiento de registros en campo = 20 usuarios /día/ persona

Costo unitario de aplicación:
\$/ toma contratada..

18.87

Impacto a la eficiencia:

Indirecta, facilita la medición de consumos, la localización de usos clandestinos y la administración de cartera vencida, y la identificación de usuarios de cuota fija.

A.8. ACCIÓN 8: ELABORACIÓN DEL MANUAL DE PROCEDIMIENTOS COMERCIALES

Objetivos

Documentar en forma ordenada y sistemática los procedimientos con los que las áreas comerciales (Comercialización de los Servicios, Padrón de Usuarios, Medición de Consumos, y Facturación y Cobranza) llevan a cabo las actividades con las que cumplen las funciones encomendadas en el manual de organización y en otros documentos legales. Esto con el fin de estandarizarlos y que sean un referente de evaluación del desempeño. Asimismo para mejorar la administración de su aplicación, permitir el ahorro de tiempo y esfuerzos, evitar duplicidad, detectar omisiones, deslindar responsabilidades, que estén disponibles para el personal de nuevo ingreso, evitar la discrecionalidad, y estar en posibilidad de certificarse como empresa que aplica un sistema de calidad, etcétera.

Descripción

Se debe hacer un listado de los procedimientos que aplica cada subsistema comercial, para análisis, depuración y complementación, para su posterior descripción y captura con sus respectivos diagramas de flujo. Estos deben ser contrastados con las mejores prácticas nacionales, validarse en su aplicación, y retroalimentarse para la versión final que deba ser aprobada por las instancias correspondientes de cada organismo operador, como el Departamento Jurídico, Área Editorial, Gerencia General, y la Junta de Gobierno o Consejo Directivo.

Procedimiento

1. Siendo este documento el referente en la ejecución de tareas por parte de las áreas comerciales, debe partir de reuniones informativas para que el personal de estas áreas participen en elaboración y/o actualización del manual de procedimiento comerciales, tales como: Actualización del padrón de usuarios, recepción de pagos, toma de lecturas y reparto de recibos, instalación y cambio de medidor, contratación, bajas de usuarios, inspecciones, atención al público, suspensión del servicio, sanciones, acceso y entrega de información, descuentos y bonificaciones, etcétera.
2. Se deben establecer compromisos y responsabilidades específicas para cada participante, independientemente de que se realice por administración directa o mediante contrato con el apoyo de consultores externos.
3. Durante el desarrollo se debe dar seguimiento y supervisión hasta obtener la primera versión, y pasar por las etapas de confrontación con mejores prácticas nacionales, validación en su aplicación, retroalimentación, y aprobación de instancias.
4. Finalmente se debe realizar la divulgación y capacitación que sea necesaria para la aplicación correcta de los procedimientos.
5. Este manual debe estar en revisión y actualización permanente, dadas las nuevas herramientas tecnológicas implícitas en los procedimientos, y por otras circunstancias encaminadas a un funcionamiento más eficiente de las áreas comerciales y de todo el organismo operador. Por eso se debe incluir un procedimiento para su propia actualización.

Tiempo de ejecución estimado: cinco meses.

Costo unitario estimado \$: Desarrollo y elaboración del manual

200,000

Impacto a la eficiencia:

Directa ya que es el referente para llevar a cabo las tareas comerciales de forma estandarizada. Tiene prioridad máxima.

A.9. ACCIÓN 9: RENOVAR EQUIPOS DE CÓMPUTO

Objetivos

Mejorar el rendimiento del personal de las áreas comerciales, por cuanto al uso de equipos de cómputo obsoletos se refiere, disminuir los tiempos de atención a los usuarios en ventanillas de pago y aclaraciones, y en la gestión de trámites diversos, disponer de capacidad para funcionar con software actualizado, y en la realización de nuevas tareas, etcétera.

Descripción

Se debe hacer un listado del equipamiento informático existente, con marca, modelo, fecha de compra, uso que se le da, departamento a cargo, estado de deterioro y de funcionamiento, entre otros. Se deben especificar las necesidades de actualización y complementación, con el soporte del diagnóstico de los equipos existentes, incluyendo impresoras y otros equipos necesarios. Estos listados debe ser revisados por el área

de sistemas para su estandarización y consolidación, y posterior solicitud de autorización, de conformidad con la normativa vigente.

Procedimiento

1. Los listados se solicitan al departamento de compras, al de activos o al que corresponda. Posteriormente se verifican físicamente para comprobar su estado, y se complementan con entrevistas de uso y rendimiento con los usuarios respectivos.
2. El área de sistemas realiza la estandarización de especificaciones y la consolidación respectiva para exponerlo al comité de adquisiciones respectivo, y a las instancias intrernas y externas que lo requieran, conforme a la normatividad vigente.
3. Una vez realizada la compra, en la recepción se verifica el cumplimiento de especificaciones, garantías y soporte técnico necesario de parte del proveedor.
4. Se instalan y operan y se evalúan los rendimientos de las áreas comerciales y la respuesta de atención a los usuarios del servicio.

Tiempo de ejecución estimado: seis meses.

Costo unitario estimado : \$/equipo

20,000

Impacto a la eficiencia:

Indirecta ya que permite mayor rapidez en las tareas comerciales y en la atención al público.

A.10. ACCIÓN 10: CAPACITACIÓN DEL PERSONAL DE OFICINAS Y CERTIFICACIÓN DEL PERSONAL DE CAMPO

Objetivos

Actualizar y capacitar al personal operativo y gerencial del área, en las funciones que desarrollan, conforme la detección de necesidades de capacitación que se realice. Asimismo certificar al personal de campo en estándares de competencia de cuantificación de consumos, de conservación de la red de agua potable, y otras. Esto con el fin de mejorar el rendimiento del personal en sus diversas funciones, y que se refleje en una mejor gestión comercial, así como en un mejor servicio, y en el incremento en las eficiencias física y comercial.

Descripción

Se deben fortalecer las capacidades básicas del personal en las funciones que realizan en los subsistemas comerciales; una en particular que tiene que ver con el funcionamiento de todas es el conocimiento y manejo del Sistema Informático Comercial. Asimismo habilidades generales como atención al público, MS Office, Autocad, contabilidad, administración del mantenimiento, micromedición, y otras. Por otro lado, capacitación y certificación de competencias laborales del personal de campo con base en estándares de competencia EC0140 (Cuantificación del consumo de agua potable con medición) y EC0145 (Conservación de la red de agua potable), y otras.

Procedimiento

1. Se identifican las necesidades por grupo e individuales de capacitación y entrenamiento. Se consultan los programas existentes de capacitación impartidos por centros de enseñanza, institutos, empresas, etc., y se seleccionan aquellos que correspondan con las necesidades del organismo operador. Se elabora un diagnóstico de las necesidades particulares por departamento y por persona. Se clasifican y calendarizan los cursos de entrenamiento para operadores, cursos de habilidades técnicas, cursos técnicos especializados y capacitación para directivos. Se programan las estancias y los financiamientos. Se realizan el entrenamiento y la capacitación al personal del organismo operador, en función de las prioridades, desempeño de los trabajadores y el impacto hacia la institución. Se deben adquirir los materiales de participantes y divulgarlos entre el resto del personal del mismo grupo. Se debe analizar las posibilidades de realizar cursos dirigidos ex profeso hacia un grupo especial, según los costos y beneficios resultantes. Se calculan los indicadores siguientes y se evalúan periódicamente:

Porcentaje de personal entrenado = número de personas entrenadas / número total del personal

Porcentaje de personal capacitado = número de personas capacitadas / número total de empleados

Tiempo de ejecución: Cursos de entrenamiento = un curso / 20 horas /grupo o persona

Cursos de capacitación = un curso / 40 horas /grupo o persona

Costo unitario de aplicación: \$ / toma registrada.

13.48

Impacto en la mejora del servicio y de la eficiencia:

El personal capacitado garantiza el conocimiento de las funciones, procedimientos y tareas. Esto disminuirá errores, fallos y retrabajos, que inciden en la eficiencia. Tiene un impacto indirecto, facilita al personal la comprensión, ejecución y valoración de los trabajos de reducción de pérdidas, cobranza, atención a usuarios, entre otros.

**A.11. ACCIÓN 11:
MODERNIZAR TOMA
DE LECTURAS (HAND
HELDS E IMPRESORAS
TÉRMICAS Y OTROS)**

Objetivos

Mejorar el rendimiento en toma de lecturas de consumo, la confiabilidad en el registro de datos, y facilitar su descarga al Sistema Informático Comercial, evitando los posibles errores de su descarga manual. Asimismo contar con la posibilidad de transmisión remota al momento de la captura vía GPS, o bien de poder imprimir recibo de pago en sitio, ahorrándose el recordio posterior del notificador para su entrega.

Descripción

Se debe determinar la cantidad de terminales remotas (hand helds) e impresoras térmicas, según

el número de rutas y de letristas, y las especificaciones correspondientes. Asimismo determinar las capacidades del Sistema Informático Comercial para comunicarse con estos equipos, de manera alámbrica o inalámbrica (protocolos de comunicación). Estos listados debe ser revisados por el área de sistemas para su estandarización y consolidación, y posterior solicitud de autorización, de conformidad con la normativa vigente. Si es el caso, se deben cruzar las especificaciones de la acción 3 (Incremento de conexiones medidas) y la acción 6 (Renovación del Sistema Informático Comercial).

Procedimiento

1. Determinar necesidades y especificaciones de los equipos, y cruzarlas con las de las acciones 3 y 6, descritas.
2. El área de sistemas realiza la estandarización de especificaciones para exponerlo al comité de adquisiciones respectivo, y a las instancias intrernas y externas que lo requieran, conforme a la normatividad vigente.
3. Una vez realizada la compra, en la recepción se verifica el cumplimiento de especificaciones, garantías y soporte técnico necesario de parte del proveedor.
4. Se cargan rutas de lecturas con los datos de usuarios que les correspondan, se hacen pruebas de comunicación con el sistema informático, en su caso comunicación remota, se hacen los ajustes que sean necesarios, y se inicia su operación.

Tiempo de ejecución estimado: tres meses.

Costo unitario estimado : \$/equipo

21,000

Impacto a la eficiencia:

Directa ya que permite el registro confiable de datos, y su descarga rápida y segura al sistema informático.

A.12.ACCIÓN 12: MONITOREO DE ALTOS CONSUMIDORES

Objetivos

Prevenir usos no autorizados y asegurar la buena prestación del servicio a este tipo de usuarios, para mantener el nivel de ingresos que los mismos significan para los organismos operadores.

Descripción

Este monitoreo puede hacerse mediante diversas alternativas. En las mejores prácticas nacionales las cuentas de estos usuarios, lecturas, facturación y cobro, se administran de forma separada a los demás usuarios, lo que permite tener un mejor control de sus tomas y de la medición de sus consumos. Esto puede incluir la telemetría de sus consumos mediante red fija de radio frecuencia o de otro tipo.

Igual que en la acción 11, se deben confirmar las capacidades del Sistema Informático Comercial para poder comunicarse con los medidores de estos usuarios, de manera alámbrica o inalámbrica (protocolos de comunicación). Se requiere la participación del área de sistemas para elaborar las especificaciones del sistema de monitoreo, en caso de que se requiera comunicación remota. Se deben cruzar con las especificaciones de la acción 3 (Incremento de conexiones medidas) la acción 6 (Renovación del Sistema Informático Comercial), y la acción 11 (hand helds).

Procedimiento

1. Determinar necesidades y especificaciones de los equipos, y cruzarlas con las de las acciones 3, 6 y 11, descritas.
2. El área de sistemas apoyar la elaboración de especificaciones del sistema de monitoreo, para exponerlo al comité de adquisiciones respectivo, y a las instancias intrernas y externas que lo requieran, conforme a la normatividad vigente.
3. Una vez realizada la contratación, se supervisa su desarrollo y se verifica el cumplimiento de especificaciones, garantías y soporte técnico necesario de parte del proveedor.
4. Se realizan pruebas de comunicación con el sistema informático, en su caso comunicación remota, se hacen los ajustes que sean necesarios, y se inicia su operación.

Tiempo de ejecución estimado: tres meses.

Costo unitario estimado : \$/sistema

Se debe realizar un estudio de mercado

Impacto a la eficiencia:

Directo en la eficiencia de recaudación.

A.13.ACCIÓN 13: MÁS OPCIONES DE PAGO (CAJEROS AUTOMÁTICOS, TIENDAS, ETCÉTERA)

Objetivos

Facilitar al usuario el pago a tiempo a través de alternativas diversas que en conjunto permitan

una disponibilidad las 24 horas del día, todos los días, accesibles y seguras, en efectivo y con tarjeta de crédito y débito, etcétera. Ahorrar tiempo y recursos al usuario para hacer sus pagos, y mejorar la eficiencia de recaudación.

Descripción

Las alternativas deben surgir de las necesidades detectadas en un diagnóstico de las áreas comerciales, y confirmadas mediante su evaluación por las mismas áreas, el departamento de sistemas, contabilidad, planeación, y otras que se consideren necesarias. Estas pueden ser: cajeros automáticos, cajeros móviles, pagos por internet, tiendas de auto servicio, sucursales de oficinas de cobro, etcétera. Varias de estas alternativas implican gestiones de bancarización.

Procedimiento

1. Determinar necesidades de alternativas de pago, adicionales a las existentes.
2. Analizar las alternativas disponibles en el mercado, hacer la pre selección de las que puedan ser apropiadas al organismo operador, y obtener especificaciones y cotizaciones .
3. Presentar la información al grupo de trabajo mencionado, para su análisis y comentarios, y confirmar alternativas y cantidades.
4. Se cruzan especificaciones de alternativas con la acción 6 (sistema informático comercial) para verificar compatibilidades.
5. Una vez realizada la compra, en la recepción se verifica el cumplimiento de especificaciones, garantías y soporte técnico necesario de parte del proveedor. Se hacen las instalaciones y se establecen los protocolos de comunicación que se

requieran entre las alternativas y el sistema informático comercial, y se realizan las pruebas necesarias para dejarlas operando de manera confiable.

Tiempo de ejecución estimado: tres meses.

Costo unitario estimado : \$/equipo (cajeros automáticos)
250,000

Impacto a la eficiencia:

Impacta en la eficiencia de recaudación.

A.14. ACCIÓN 14: REMODELAR ÁREAS COMERCIALES

Objetivos

Proporcionar a los usuarios los espacios y ventanillas necesarios para realizar pagos, trámites y aclaraciones, de manera cómoda y eficiente, incluyendo las instalaciones para el acceso de personas con capacidades diferentes. También proporcionar al personal del área las instalaciones adecuadas para el buen desempeño de sus tareas.

Descripción

Se deben confirmar necesidades de ampliación, remodelación y equipamiento derivadas del diagnóstico de las áreas comerciales, tales como: Áreas de espera, ventanillas de atención, sistema de turnos, aire acondicionado, sillas, sistema de unifilas, etcétera. Asimismo oficinas del personal, taller de medidores y banco de verificación, y otros espacios de trabajo.

Procedimiento

1. Disponer de los planos arquitectónicos para evaluar la situación actual y su funcionalidad.
2. Diseñar alternativas y anteproyectos de ampliación, remodelación y equipamiento, destacando ventajas, desventajas y costos, para su presentación a los niveles gerenciales.
3. Una vez seleccionada la alternativa requerida, se elabora el proyecto ejecutivo haciendo previamente los levantamientos y estudios que sean necesarios, respetando los reglamentos de construcción que apliquen, e incluyendo procedimientos constructivos que afecten lo menos posible el funcionamiento de las áreas.
4. Se obtienen los presupuestos finales para la ejecución de obras e instalaciones, con su cronograma correspondiente.
5. Se realizan los procesos de contratación, ejecución y supervisión, y finalmente se ponen en operación las instalaciones, evaluando el impacto real respecto a los objetivos planteados.

Tiempo de ejecución estimado: cuatro meses.

Costos:

Depende de cada proyecto.

Impacto a la eficiencia:

Disminución de tiempos de espera de parte de los usuarios, impacto en la recaudación, y mejor desempeño del personal de las áreas comerciales.

A.15. ACCIÓN 15: RENOVAR TRANSPORTE

Objetivos

Disminuir costos de operación y mantenimiento de transporte obsoleto. Proporcionar al personal el transporte mínimo necesario para llevar a cabo su funciones comerciales de manera eficiente y rentable.

Descripción

Analizar los costos actuales de operación y mantenimiento de la flota vehicular de las áreas comerciales, y determinar los que sea necesario sustituir por vehículos más eficientes y con mínimos costos de mantenimiento. Asimismo determinar necesidades adicionales, incluyendo camionetas, coches y motocicletas.

Procedimiento

1. Preparar propuestas y planes de uso en las áreas comerciales, con análisis costo-beneficio, para su presentación a los comites de compras y a las áreas gerenciales
2. Preparar especificaciones mínimas y realizar estudios de mercado.
3. Realizar los procesos de licitación para adquirir los vehículos aprobados.
4. Revisar la calidad y costos de los talleres que prestan los servicios de mantenimiento, y en su caso hacer los cambios que sean necesarios.

Tiempo de ejecución estimado: tres meses.

Costos:

Depende de la flota a sustituir

Impacto a la eficiencia:

Se disminuyen costos de operación y mantenimiento, y se proporcionan los medios de transporte para atender las funciones comerciales en campo.

**A.16. ACCIÓN 16:
REVISAR RUTAS DE
LECTURAS**

Objetivos

Eficientar la lectura de consumos y su confiabilidad, mediante el análisis de las rutas de lectura actuales, en el marco de resultados de la mejora comercial, como es el incremento de tomas registradas al regularizar tomas clandestinas, el incremento de las conexiones medidas con diversas opciones tecnológicas, la implementación de un sistema informático comercial con nuevos módulos y capacidades, el suministro de nuevas terminales remotas para las lecturas, y otras mejoras.

Descripción

Se debe analizar cada una de las rutas para detectar oportunidades de mejora, estadísticas de problemas e incidentes presentados en el cumplimiento a tiempo con la toma de lecturas, incluyendo al grupo de lecturistas y las herramientas proporcionadas para hacerlo, como procedimientos documentados, capacitación y certificación, planos de rutas, identificación

fotográfica de predios, terminales remotas, medios de transporte, rendimientos, etcétera.

Procedimiento

1. Recabar los planos de rutas, los procedimientos, estadísticas, rendimientos y demás información a revisar. Asimismo obtener de los lecturistas sus propias recomendaciones de mejora.
2. Documentar las mejoras de eficiencia comercial para su análisis integral con el sistema actual de toma de lecturas.
3. Preparar alternativas de modificación conforme al análisis de la información, incluyendo procedimientos actualizados, la rotación de lecturistas, y que cada ruta sea viable de terminarse en no más de un día. Estas se deben documentar en planos, y en su caso en sistemas de información geográfica.
4. Poner a prueba las propuestas.

Tiempo de ejecución estimado:

cuatro meses.

Costos estimados: Depende del número de tomas.

10

Impacto a la eficiencia:

Impacta de forma directa ya que de la lectura de consumos depende el cobro por la prestación de los servicios y los ingresos para operar y mantener la infraestructura de abastecimiento y su administración.

A.17. ACCIÓN 17: ADECUAR LA ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Objetivos

Responder de manera más eficiente a las necesidades detectadas de mejora de la eficiencia, proporcionando mayor funcionalidad al sistema comercial de los organismos operadores de agua potable, mediante su desarrollo organizacional e institucional.

Descripción

A partir de los resultados del diagnóstico que se realice al sistema comercial, se proponen alternativas de ajustes a su estructura orgánica, acompañadas de adecuaciones al Manual de Organización y al de Procedimientos Comerciales, describiendo sus ventajas y desventajas, considerando los objetivos y funciones básicas de los subsistemas de: Comercialización de los Servicios, Padrón de Usuarios, Medición de Consumos, y Facturación y Cobranza.

Procedimiento

1. Se realiza un análisis de las funciones actuales del sistema comercial, detectando oportunidades de mejora, mediante ajustes y modificaciones a su estructura orgánica, y a los manuales de organización y de procedimientos comerciales.
2. Se analizan también alternativas que prevengan las pérdidas que se propician en parte desde dentro del propio orga-

nismo operador, como base para buscar y consolidar una real mejora de la eficiencia comercial, y que su aplicación trascienda a los cambios periodicos en los municipios.

2. Se preparan las alternativas de modificación para presentarlas a los niveles gerenciales, y al órgano de gobierno o consejo directivo del organismo operador, proponiendo o sugiriendo la más conveniente para su aprobación. Juntamente se analizan y presentan mejoras al personal, y en su caso ajustes de empleados por cada mil tomas, atendiendo valores de las mejores prácticas nacionales.
3. Se analizan los aspectos legales para realizar las gestiones ante las instancias externas que correspondan para la autorización de la alternativa seleccionada.
4. Se preparan también los ajustes al Manual de Organización y al Manual de Procedimientos Comerciales para la implementación de la nueva estructura orgánica
5. Se llevan a cabo reuniones de trabajo con el personal de las áreas comerciales, así como cursos y talleres para aplicar los cambios a la estructura orgánica, incluyendo temas de mejora de la eficiencia comercial, servicio al público, cultura del agua, y de legalidad y responsabilidad de los empleados de oficina y de campo.

Tiempo de ejecución estimado: seis meses.

Costos estimados:

Depende de los ajustes.

Impacto a la eficiencia:

La revisión y ajustes, en mayor o menor grado, a la estructura orgánica y a los manuales de organización y de procedimientos comerciales, es fundamental para el desarrollo organizacional e institucional de los organismos operadores, así como para su modernización, e impacta de forma directa a la mejora de la eficiencia comercial y global, ya que además de darle una mejor funcionalidad al sistema comercial, prevendrá que internamente se propicien pérdidas comerciales, como conexiones clandestinas, derivaciones y otras.

A.18. ACCIÓN 18: PROGRAMA PERMANENTE DE REPORTE DE USUARIOS NO REGISTRADOS

Objetivos

Reducir al mínimo el tiempo que transcurre entre el surgimiento de un uso no autorizado, como conexiones ilegales, robos y fraudes, y su eliminación o regularización, a través de la revisión y ajuste de continuo de procedimientos, acciones, y subproyectos, con el fin de sustentar la eficiencia comercial del organismo operador.

Descripción

"El control de usos no autorizados es una actividad continua, que combina varias actividades, como su localización, y las acciones para su prevención y corrección, como: a) Trabajar con las comunidades locales (concientización)

- b) Penalizar conexiones ilegales
- c) Restringir por falta de pago

- d) Inspeccionar periódicamente grandes consumidores y sitios de construcción
- e) Regular camiones cisterna
- f) Supervisar lecturistas
- g) Actualizar de manera continua el padrón de usuarios
- h) Buscar soluciones al problema de asentamientos "

Procedimiento

Con un muestreo de campo y datos estadísticos recientes se elabora una evaluación de los porcentajes de agua no contabilizada por usos no autorizados, que generalmente son los mayores. Se recopila información y datos de los proyectos de control, como por ejemplo, personal, presupuesto, procedimientos, equipos, resultados e indicadores. Se determinan las causas de la ocurrencia de estos usos, señalando los problemas principales, los equipos y recursos humanos necesarios, las acciones requeridas a corto y mediano plazos. Se establece un programa de control para definir las actividades generales, priorizadas y calendarizadas, con sus costos y beneficios, e indicando sus fuentes de financiamiento. Se ejecutan las acciones a corto plazo, que pueden ser la implantación de un departamento de control de usos no autorizados, módulos de atención al público para reportes, equipos urgentes, capacitación al personal, etc. Después, se inicia el proceso de eliminación y regularización de agua no contabilizada por usos no autorizados e implantación del proceso coordinado con los proyectos de control de eficiencia comercial. Se ejecuta el control de estadísticas y el monitoreo de información. Se elabora un balance de pérdidas de agua cada año y se evalúan periódicamente los indicadores siguientes:

Porcentaje pérdidas potenciales = volumen de pérdidas / volumen producido.

Relación costo beneficio de la reducción y control = costos de acciones / costo del agua recuperada.

Tiempo de Ejecución:

Balance de pérdidas de agua: 3 meses

Eliminación de pérdidas: según el tipo de pérdida

Control de pérdidas: permanente

Costo unitario de aplicación: \$ / toma registrada

137.08

Impacto a la eficiencia:

Directo en la reducción de pérdidas de agua, de acuerdo con los indicadores antes mencionados.

**A.19. ACCIÓN 19:
RENOVACIÓN E
INCREMENTO
DE PARQUE DE
MEDIDORES**

Objetivos

Disponer de un sistema de medición de consumos, que permita controlar la utilización racional de los servicios de agua potable y administrar los consumos de los usuarios con estadísticas adecuadas.

Descripción

Esta acción abarca los siguientes puntos: a) selección de micromedidores domiciliarios, b)

instalación física de micromedidores; c) mantenimiento preventivo, d) mantenimiento correctivo, y e) determinación de consumos y procesamiento de información. El proyecto incluye también la construcción del taller, oficinas, almacenes e integrar el personal calificado para llevarlo a cabo. Se debe implantar la verificación continua de micromedidores con las pruebas establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCSI-1993, Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos.- Medidores para agua potable fría.- Especificaciones. Se completa con la acción 2 (Reemplazo de medidores defectuosos), 3 (Incremento de conexiones medidas), y otras.

Procedimiento

Se requiere que se hayan establecido el proyecto de padrón de usuarios. Hay que recopilar catálogos de micromedidores y normas respectivas, e identificar a los diversos fabricantes certificados. Se deben determinar las cantidades de micromedidores que se encuentran instalados y señalar cuántos están funcionando, cuáles están fuera de rango de exactitud; clasificado todo por marca, modelo, diámetro y capacidad nominal. Se evalúa el sistema de cómputo para registros y el estado físico del taller de micromedidores. Primero, se seleccionan los micromedidores apropiados para uso doméstico, comercial y especial. Después, se elabora el programa de instalación, calibración y sustitución de aparatos. Se determina el calendario de mantenimiento preventivo y correctivo. Se diseña la estructura del taller de micromedidores junto con su proceso de trabajo. Finalmente, se establecen las políticas de registro y manejo de información, así como su relación con otras áreas del organismo operador. Se capacita al personal en medición domiciliaria, pruebas, normatividad, calibra-

ción, toma de lecturas y registro de información computarizada. Se adquieren los lotes de micromedidores y se supervisa el cumplimiento de la normatividad. Se instalan los micromedidores y se implanta el mantenimiento preventivo y correctivo. Se inicia el nuevo proceso de trabajo del taller de micromedidores y el sistema de captura de información. Se calculan los indicadores siguientes y se evalúan periódicamente:

Cobertura de micromedición = $\frac{\text{Número de medidores instalados}}{\text{Número total de tomas domiciliarias}}$

Porcentaje de volumen medido = $\frac{\text{Consumo medido}}{\text{consumo total}}$

"Tiempo de ejecución: Selección e instalación de micromedidor = $\frac{8 \text{ micromedidores}}{\text{día/brigada}}$

Calibración de micromedidor = $\frac{10 \text{ micromedidores}}{\text{día/ banco}}$

Costo unitario de aplicación: \$ / toma registrada

44.62

Impacto a la eficiencia:

Indirecta, precisa el nivel de eficiencia alcanzada y facilita la reducción de pérdidas, al cuantificar correctamente los consumos. Mejora el manejo estadístico para la determinación de usos clandestinos y ajuste de cuotas fijas

A.20. ACCIÓN 20: PROGRAMA PERMANENTE DE ATENCIÓN A USUARIOS MOROSOS Y CARTERA VENCIDA. PARTICIPACIÓN DE CULTURA DEL AGUA

Objetivos

Promover la cultura de pago para prevenir la morosidad en los usuarios, y principalmente que caigan en cartera vencida. Asimismo atender mediante estrategias diversas a aquellos que están en situación de morosidad y de cartera vencida, para solventar la situación de manera benéfica para ambas partes.

Procurar información y establecer una comunicación continua con usuarios del sistema, sobre estados de cuenta, consumos y datos relacionados con su toma domiciliaria. Implantar medidas para el cobro ágil y seguro de cuentas por pago de servicios de agua potable. Resolver con respeto, profesionalismo y cordialidad problemas relacionados con estados de cuenta de los usuarios, con el fin de hacer eficiente y efectiva la facturación y cobranza

Descripción

Esta acción contiene todas las políticas y procedimientos necesarios para informar a la ciudadanía sobre la importancia del cuidado y pago del servicio de agua potable. Promueve facilidades para el pago del servicio como descuentos a recargos, condonación de multas y premios al pago oportuno. Canaliza a los usuarios morosos con una atención personalizada para que cumplan y sean atendidos para aclaraciones.

Procedimiento

Se requiere disponer de los proyectos de facturación y cobro, medición de consumos y padrón de usuarios. Se deben coleccionar resultados de campañas organizadas en otros organismos operadores de agua, de acontecimientos históricos de recuperación de cartera vencida, de quejas atendidas, de usuarios morosos indicando el nivel socioeconómico, tipo de problema y montos de deuda. Se realiza una evaluación de los registros históricos del impacto que se tuvo en las campañas publicitarias, sanciones, cortes de servicio, procedimientos extrajudiciales, condonaciones, etc., con el objeto de identificar las causas y posibilidades de una nueva campaña de cobro. El proyecto se elabora diseñando un programa de comunicación social para el pago de servicios, que tenga su base en avisos en el recibo, motivaciones de prensa, radio y televisión, y se señalen la importancia que representa su pago para la comunidad y su familia, y las posibles sanciones si se incurre en morosidad. Se deben elaborar las propagandas en carteles, videos, anuncios, etc. Se diseñan los módulos de atención a usuarios y los formatos para recolectar sus peticiones o quejas. Se capacita al personal en la atención de usuarios, en cursos de personalidad, atención a clientes, solución de problemas, contabi-

lidad y computación. La campaña publicitaria se difunde en los medios de comunicación. Se construyen los módulos de atención al público para el pago y canalización de quejas. Se establece el sistema de información que manejará la base de datos hacia el sistema de facturación y cobranza. Se evalúan periódicamente los indicadores siguientes:

Porcentaje de quejas atendidas sobre pagos =
$$\frac{\text{Número de quejas atendidas}}{\text{Número total de quejas}}$$

Porcentajes de adeudos por módulo =
$$\frac{\text{Número de adeudos en un módulo}}{\text{Número total de quejas}}$$

Tiempo de ejecución: Diseño e implantación del proyecto = seis meses

Costo unitario de aplicación: \$ / toma registrada

50.40

Impacto a la eficiencia:

Indirecto en la recuperación de montos por adeudo de usuarios morosos, debido a que motiva a los usuarios y establece una comunicación para el pago del servicio.



ILUSTRACIONES

Ilustración 1. 1 Promedio de eficiencia comercial del 2002 al 2013, en ordenadas	1
Ilustración 1. 2 Eficiencia comercial promedio 2002-2013 de los organismos operadores participantes en el PIGOO con cobertura de medición igual o mayor al 50 por ciento (IMTA, 2014)	2
Ilustración 1. 3 Inversiones federales aplicadas en agua potable y saneamiento en el año 2013 en miles de millones de pesos, incluyendo mejoramiento de eficiencia. Fuente: Adaptada de la Situación del Subsector Agua Potable, Drenaje y Saneamiento, Edición 2014 (CONAGUA, 2014).	5
Ilustración 1. 4 Enfoque sistémico de un Organismo Operador de agua potable y saneamiento	7
Ilustración 1. 5 Procesos operacionales y comerciales y sus pérdidas volumétricas	9
Ilustración 1. 6 Esquema de Subsistemas Comerciales	10
Ilustración 1. 7 Áreas del Sistema Comercial. Interrelaciones internas y externas	12
Ilustración 1. 8 Departamento de Contratos y Padrón de Usuarios	13
Ilustración 1. 9 Cobertura promedio de medición de consumos. Unidades de % en las ordenadas	15
Ilustración 1. 10 Evaluación de medidores de consumo	16
Ilustración 1. 11 Medidores de consumo doméstico, sin la protección adecuada de un registro	17
Ilustración 1. 12 Área de Cobranza	17
Ilustración 2.1 Eficiencia física, comercial y global	19
Ilustración 2.2 Pérdidas en los procesos operacionales y comerciales	20
Ilustración 2.3 Esquema de alternativas de eficiencias: La eficiencia física se extiende hasta el volumen de facturación, y la comercial se restringe a la eficiencia de cobro o de recaudación en montos.	21
Ilustración 2.4 Evaluación de pérdidas físicas o reales mediante el balance y métodos adicionales (flujos mínimos nocturnos y análisis de componentes).	27
Ilustración 2.5 Evaluación de pérdidas físicas o reales mediante el balance y métodos adicionales. Los flujos mínimos nocturnos se detectan en redes sectorizadas, con servicio continuo. Los puntos de medición y registro de caudales se ubican a la entrada de la red o de un distrito hidrométrico	31
Ilustración 2.6 Inspección de medidor electromagnético de caudal en la estación de medición de un distrito hidrométrico	32
Ilustración 2.7 Fases para la mejora de la eficiencia física y comercial de los Organismos Operadores de agua potable	32
Ilustración 2.8 Niveles de diagnóstico en una empresa de agua o de un Organismo Operador.	35
Ilustración 2.9 Ejemplo de espacios de trabajo y de atención al público del área comercial	37
Ilustración 2.10 Diagnóstico del Parque vehicular del área comercial	40

Ilustración 2.11 Sistema de turnos para pagos y aclaraciones	40
Ilustración 2.12 Ventanilla de Jubilados y pensionados	40
Ilustración 2.13 Ejemplo de evaluación de los procesos operacionales y comerciales en función del desempeño en el manejo de los volúmenes de agua	43
Ilustración 2.14 Diagrama de flujo para muestreo de predios usos no autorizados	45
Ilustración 2.15 Evaluación del padrón de usuarios en campo	48
Ilustración 2.16 Planimetría de una ciudad del país conformada por 190 sectores, en un Sistema de Información Geográfica	49
Ilustración 2.17 Asignación de los puntos de cliente (tomas domiciliarias) a las tuberías para la estimación de caudal en los nodos, en modelo matemático de red de distribución de la ciudad del ejemplo indicado en la Ilustración 2.16. Las tomas domiciliarias se simbolizan por un punto y una línea corta conectadas a las líneas de distribución.	51
Ilustración 2.18 Herramientas	53
Ilustración 2.19 Equipos de prueba	53
Ilustración 2.20 Toma de pruebas	53
Ilustración 2.21 Auditoría de medición de altos consumidores.	56
Ilustración 2.22 Ejemplo de auditoría de medidor. La medición del alto consumidor en cuestión, es confiable	57
Ilustración 2.23 Terminales remotas para toma de lecturas de consumo (hand helds) con impresora térmica	61
Ilustración 2.24 Departamento de facturación	62
Ilustración 2.25 Ejemplo de sistema informático del área comercial	66
Ilustración 2.26 Cajeros automáticos del área comercial	66
Ilustración 2.27 Restricción de toma domiciliaria de usuario moroso, derivado de reportes de morosidad del sistema informático	68
Ilustración 2.28 Ventanilla de pagos y aclaraciones	68
Ilustración 2.29 Esquema con ejemplo de balance de agua en un Organismo Operador. Las pérdidas físicas incluyen pérdidas en conducción y en redes de distribución	69
Ilustración 2.30 Ciclo urbano del agua presentado por un departamento de cultura del agua	74
Ilustración 3.1 Ejemplo de curva de costos de acciones de eficiencia contra porcentajes de eficiencia comercial, que depende de cada organismo operador	75
Ilustración 3.2 Esquema de mejoramiento de la eficiencia por etapas de inversiones y de desarrollo institucional	77
Ilustración 3.3 Cálculo de Valor Actual de los Beneficios (VAB)	88
Ilustración 3.4 Cálculo de Valor Actual de los costos (VAC)	88
Ilustración 3.5 Cálculo de Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	89
Ilustración 3.6 Ejemplo de gráfica de punto de equilibrio entre el costo de las pérdidas y el de las acciones de eficiencia comercial, cuyo valor óptimo depende de cada Organismo Operador y de la disponibilidad de datos confiables de costos y eficiencias. C = Costos de acciones de eficiencia, y E = Eficiencia	94

TABLAS

Tabla 1.1 Programas federales que apoyan el mejoramiento de eficiencias física y comercial	3
Tabla 1.2 Subsistemas comerciales y sus objetivos	11
Tabla 2.1 Formato y terminología estándar internacional para el balance de agua (IWA, 2006)	24
Tabla 2.2 Componentes del balance de agua con variables codificadas (IWA, 2006)	26
Tabla 2.3 Componentes de pérdidas reales (BABE).	30
Tabla 2.4 Indicadores de pérdidas de agua IWA (2006)	30
Tabla 2.5 Espacios del área comercial para la realización de actividades y para atender al público usuario	36
Tabla 2.6 Listado de equipo informático del área	39
Tabla 2.7 Relación de vehículos del área comercial	40
Tabla 2.8 Ejemplo de tamaños de muestra especificados	42
Tabla 2.9 Formato para muestreo de usos no autorizados	46
Tabla 2.10 Formato para verificar datos del padrón de usuarios en campo	50
Tabla 2.11 Ejemplo de revisión de diámetro actual de medidor y diámetro propuesto, conforme a registro mensual de consumos	55
Tabla 2.12 Formato para muestreo de consumos por clase de tomas de cuota fija	59
Tabla 2.13 Ejemplo de formato para verificar la aplicación correcta de tarifas sobre consumos medidos, comerciales y domésticos	63
Tabla 2.14 Tarifas para el servicio doméstico medido (del ejemplo de la tabla 2.13)	64
Tabla 2.15 Tarifas para el servicio comercial medido (del ejemplo de la tabla 2.13)	65
Tabla 2.16 Formato para el registro de datos anuales de facturación y recaudación	67
Tabla 2.17 Formato para el registro de usuarios domésticos morosos	67
Tabla 2.18 Usuarios Domésticos	68
Tabla 2.19 Cuantificación de las pérdidas de facturación (P_{f3}) según el diagnóstico del área comercial	70
Tabla 2.20 Ejemplo de resultados de balance de agua con criterios nacionales (ANC)	72
Tabla 2.21 Ejemplo de formato para encuesta de satisfacción de usuarios* en trámites y pago de servicios	74
Tabla 3.1 Acciones de mejoramiento de la eficiencia comercial según alternativa de cuatro etapas, las cuales se pueden aplicar en las cuatro etapas, pero en cantidades diferentes	79
Tabla 3.2 Resultados principales del diagnóstico comercial y recomendaciones correspondientes	82
Tabla 3.3 Ejemplo de planteamiento de meta de eficiencia y etapas anuales para alcanzarla (% de volumen)	83
Tabla 3.4 Recursos del sistema comercial y acciones de control, fortalecimiento y modernización	85

Tabla 3.5 Cuantificación de beneficios por incremento en la facturación y recaudación (\$), para la etapa 1 de reducción de pérdidas en un horizonte de cinco años	87
Tabla 3.6 Periodo de recuperación de la inversión (PRI)	90
Tabla 3.7 Ejemplo de cálculo para el determinar el periodo de recuperación de la inversión	90
Tabla 3.8 Valor social del tiempo (CEPEP, 2007)	91
Tabla 3.9 Ejemplo de cálculo para el determinar el periodo de recuperación de la inversión	92
Tabla 3.10 Ejemplo de costos actuales de eficiencia (49%) y de pérdidas de cobranza, y costos respectivos para eficiencia del 85%	93
Tabla 3.11 Eficiencias de cobranza y costos de pérdidas y de acciones de eficiencia, referidos al ejemplo descrito	94

