

MANUAL PARA EL USO EFICIENTE Y RACIONAL DEL AGUA

¡UTILIZA SÓLO LA NECESARIA!

Víctor J. Bourguett Ortiz, Jorge A. Casados Prior, Víctor H. Mireles Vázquez,
Elizabeth González Soberanis, M. Patricia Hansen Rodríguez,
Mario O. Buenfil Rodríguez, Ma. Teresa Cervantes Quintana

**Manual para el uso eficiente y racional
del agua
¡Utiliza sólo la necesaria!**

IMTA

Coordinación de Tecnología Hidráulica

México, 2003

350.82325 Bourguett Ortiz, Víctor, J.
B25 *Manual para el uso eficiente y racional del agua. ¡Utiliza sólo la necesaria!* / Víctor J. Bourguett Ortiz, Jorge A. Casados Prior, Víctor H. Mireles Vázquez, Elizabeth González Soberanis, M. Patricia Hansen Rodríguez, Mario O. Buenfil Rodríguez, Ma. Teresa Cervantes Quintana; México: IMTA, 2003.
101 pp. 15.5 x 22.5 cm
Incluye bibliografía
ISBN 968-5536-10-4
1. Uso eficiente del agua 2. Política hídrica 3. México

Agradecemos la colaboración del Ing. Sergio Enríquez Zapata, de la empresa Tecnología Hidrodinámica de México, S.A. de C.V.

Coordinación editorial:
Subcoordinación de Editorial y Gráfica.

Corrección y cuidado de edición:
Antonio Requejo del Blanco.

Diagramación y formación:
Gema Alín Martínez Ocampo.

Diseño de portada:
Óscar Alonso Barrón.

Primera edición: 2003.

D.R. © Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
Paseo Cuauhnáhuac 8532,
Progreso, Jiutepec, Morelos
CP 62550

ISBN 968-5536-10-4

Hecho en México - *Printed in Mexico*

DIRECTORIO

Ing. Alberto Cárdenas Jiménez
Secretario
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dr. Fernando Tudela
Subsecretario de Planeación y Política Ambiental
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Lic. Eduardo Vega López
Director General de Planeación y Evaluación
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

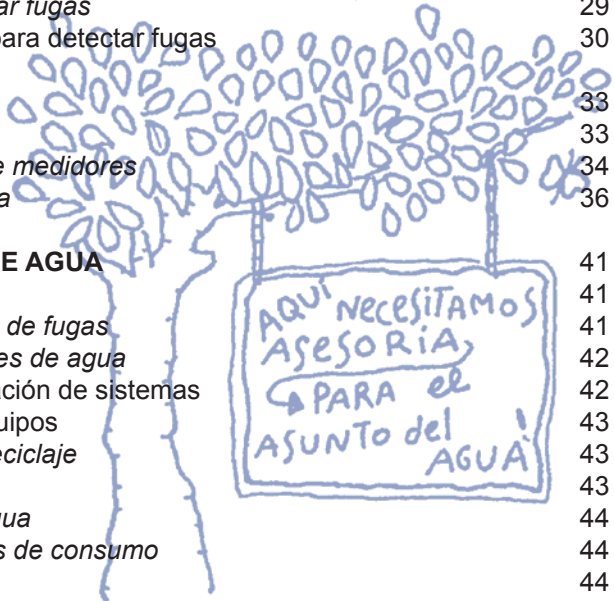
Dr. Álvaro Alberto Aldama Rodríguez
Director General
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

Dr. Nahun Hamed García Villanueva
Coordinador de Tecnología Hidráulica
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

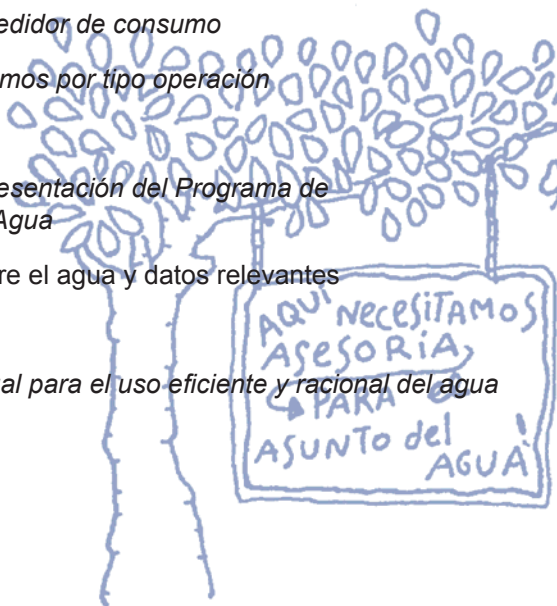
M.I. Víctor J. Bourguett Ortiz
Subcoordinador de Hidráulica Rural y Urbana
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

ÍNDICE

PREFACIO	9
INTRODUCCIÓN	11
METODOLOGÍA	13
1 IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE COMPONENTES HIDRÁULICOS DEL INMUEBLE	15
1.1 <i>Descripción del predio y edificios</i>	15
1.2 <i>Identificación de elementos que conforman un sistema de distribución de agua potable</i>	17
1.3 <i>Registro de componentes</i>	19
2 INVENTARIO DE USOS DEL AGUA POTABLE	21
2.1 <i>Introducción</i>	21
2.2 <i>Medición de consumos</i>	22
2.2.1 <i>Medidores para agua fría en tuberías a presión</i>	24
2.2.2 <i>Aforo con cubeta y cronómetro</i>	26
2.2.3 <i>Aforo con caudal estándar y frecuencia</i>	27
2.2.4 <i>Medición del desplazamiento, en cisternas, tinacos y otros depósitos</i>	27
2.3 <i>Inspección para detectar fugas</i>	29
2.3.1 <i>Uso del medidor para detectar fugas</i>	30
3 BALANCES DE AGUA	33
3.1 <i>Introducción</i>	33
3.2 <i>Programa de lectura de medidores</i>	34
3.3 <i>Balance global del agua</i>	36
4 MEDIDAS DE AHORRO DE AGUA	41
4.1 <i>Introducción</i>	41
4.2 <i>Detección y reparación de fugas</i>	41
4.3 <i>Dispositivos ahorradores de agua</i>	42
4.3.1 <i>Mejora o readaptación de sistemas</i>	42
4.3.2 <i>Reemplazo de equipos</i>	43
4.4 <i>Sistemas de reúso o reciclaje</i>	43
4.5 <i>Cambios de procesos</i>	43
4.6 <i>Fuentes alternativas de agua</i>	44
4.7 <i>Cambios en los hábitos de consumo</i>	44
4.8 <i>Medición</i>	44



5 PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y RACIONAL DEL AGUA: DISEÑO	47
5.1 <i>Introducción</i>	47
5.2 <i>Objetivos</i>	48
5.3 <i>Alternativas de medidas de reducción</i>	49
5.4 <i>Impactos de las medidas de reducción de agua</i>	49
5.5 <i>Análisis costo-beneficio</i>	51
5.6 <i>Jerarquización y selección de medidas</i>	52
5.7 <i>Desarrollo de un programa de uso eficiente y racional de agua</i>	52
6 PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y RACIONAL DEL AGUA: IMPLANTACION Y SEGUIMIENTO	53
6.1 <i>Introducción</i>	53
6.2 <i>Administración del programa y personal</i>	54
6.3 <i>Calendario de actividades</i>	60
6.4 <i>Participación de los usuarios</i>	64
6.5 <i>Ejecución de actividades del programa</i>	72
6.6 <i>Evaluación del programa</i>	72
6.7 <i>Actualización de elementos del programa</i>	73
Anexo A Formatos	75
<i>FORMATO 1: Datos básicos</i>	77
<i>FORMATO 2: Lecturas del medidor de consumo</i>	79
<i>FORMATO 3: Aforo de consumos por tipo operación</i>	80
ANEXO B Guía	83
<i>GUÍA 1: Contenido para la presentación del Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua</i>	83
ANEXO C Lineamientos sobre el agua y datos relevantes	84
ANEXO D ¿Sabías? Que...	86
ANEXO E Ejemplo del <i>Manual para el uso eficiente y racional del agua</i>	88



PREFACIO

El Programa de Sistemas de Manejo Ambiental se publicó el 22 de febrero de 1999 en el *Diario Oficial de la Federación*.

Por su parte, las secretarías de Hacienda y Crédito Público y la de Contraloría y Desarrollo Administrativo firmaron un Acuerdo de Austeridad donde se define la necesidad de: “que todas las dependencias del gobierno federal disminuyan sus consumos de agua.”

En función de este acuerdo y los requerimientos sobre una mayor protección ambiental y preservación de nuestros recursos hidráulicos, se estableció el Programa de Uso Eficiente del Agua para los Inmuebles Federales, publicado en el *Diario Oficial de la Federación* el 26 de marzo de 1999.

El Acuerdo de Austeridad se ratificó en el *Diario Oficial de la Federación* el 28 de febrero de 2001 y los lineamientos se publicaron el 15 de marzo del mismo año.

Por lo tanto, todas las dependencias y entidades del gobierno federal están obligadas a vigilar que se consuma menos agua en sus inmuebles.

Para ello, las instituciones más directamente relacionadas con el tema: la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), la Comisión Nacional del Agua (CNA) y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), han desarrollado una serie de guías dirigidas a los responsables y encargados de lograr tales reducciones de consumos de agua.

Se espera que este manual sea de utilidad práctica para los administradores de inmuebles y edificios federales, y permita materializar los esfuerzos de manejo ambiental del agua.

Asimismo, se pretende que el beneficiario de dichos esfuerzos sea cualquier ciudadano mexicano, ahora y en el futuro, y que pueda contar con agua en cantidad y calidad suficiente para su subsistencia y la de su medio ambiente.

Por último, se hace especial mención y se agradece a la agencia *Environment Canada*, entidad oficial de los asuntos ambientales en Canadá, por el permiso otorgado al IMTA para adaptar su *Manual for Conducting Water Audits and Developing Water Efficiency Programs at Federal Facilities*, base para desarrollar el presente manual.

Para la adecuada interpretación y aplicación de este manual como parte del Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua, se recomienda que en el área de la institución donde se tenga la coordinación y responsabilidad del programa, ya sea la Dirección General de Administración, Servicios Generales o Mantenimiento, se considere la participación de una persona que tenga conocimientos de ingeniería, de preferencia en hidráulica, que brinde el apoyo y soporte técnico que se requiera.



INTRODUCCIÓN

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) tiene, entre otras funciones, la de prevenir daños futuros al ambiente natural y mitigar los causados en el pasado.

Una forma de contribuir al logro de este objetivo es reducir el consumo de agua, ya que actualmente en muchas regiones del país, la extracción de agua de las fuentes sobrepasa la disponibilidad natural.

El programa de austeridad para las dependencias del gobierno federal con la participación de los trabajadores, de una manera indirecta pero efectiva, debe poner la muestra para lograr el fin propuesto.

De acuerdo con lo anterior, *el objetivo del presente documento es orientar, a los responsables de las diferentes instituciones sobre la manera de proceder para establecer un Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua en los Inmuebles del Gobierno Federal.*

El concepto *uso eficiente del agua* se origina en el criterio económico de productividad. La productividad mide la cantidad que se requiere de un recurso determinado para producir una unidad de un bien o servicio.



Entonces, la eficiencia en la producción y conducción del agua puede medirse por el volumen de agua que se requiere para producir una unidad de bienes o servicios. Por ejemplo, en un edificio de oficinas de siete pisos con cuatrocientos empleados fijos, cincuenta auxiliares y cincuenta visitantes por día, se utilizan 11.8 m³ de agua para llevar a cabo una jornada de trabajo.

De esta manera, entre menor sea el desperdicio en la entrega de agua para llevar a cabo una jornada de trabajo, mayor será la eficiencia. Dicha eficiencia tiene que ver principalmente con las características de la red de distribución, su medición, su mantenimiento y con el tipo de dispositivos que utilizamos para aprovechar o consumir el agua (llaves, regaderas, sanitarios, etc., de bajo consumo).



En un contexto ambiental, el concepto de eficiencia incluye también consideraciones sobre la calidad del ser-

vicio proporcionado por el sistema de aprovechamiento, por lo que *cualquier esfuerzo que se realice para aumentar la eficiencia en el uso del agua debe hacerse sin menoscabo en la productividad, higiene y confort de las personas.*

Como *lo racional se refiere* a los patrones de consumo, es decir, de acuerdo con un motivo o causa justa y equitativa para una colectividad; entonces, *el uso racional del agua implica utilizar sólo la cantidad necesaria de agua, evitando el desperdicio.*

En este manual, el uso eficiente y racional del agua significa buscar un suministro eficiente, medido y evitar el desperdicio en el consumo.

METODOLOGÍA

Se debe recordar que *el uso eficiente y racional del agua* tiene un papel fundamental en el *desarrollo sustentable*; esto significa, el uso presente de los recursos, de tal modo que las futuras generaciones de ciudadanos también puedan tener la cantidad y calidad suficientes para satisfacer sus propias necesidades y las de su medio ambiente.

El programa consta de las siguientes etapas:



1 IDENTIFICACIÓN Y REGISTRO DE COMPONENTES HIDRÁULICOS DEL INMUEBLE

El objetivo de esta actividad es obtener una representación esquemática, diagrama, *croquis* o *plano* de la infraestructura hidráulica del inmueble que muestre por completo el sistema de distribución, abarcando la forma del ingreso del agua (toma municipal, pozo, manantial, etc.), tuberías, medidores, dispositivos de consumo (llaves aspersores, regaderas, muebles sanitarios, etc.), así como otros componentes del mismo sistema: tanques de almacenamiento, cisternas, bombas de agua, sistemas hidroneumáticos, válvulas, etcétera.



1.1 Descripción del predio y edificios

Una descripción del predio y edificios comprende los siguientes datos y documentos:

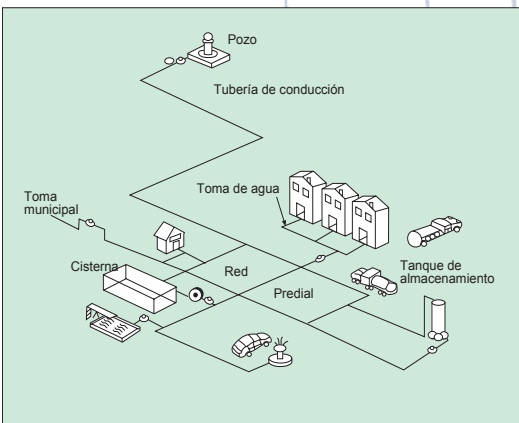
Datos	Documentos	Fuentes de información
Antigüedad del inmueble.	Escrituras notariales del inmueble. Boletas de pago del impuesto predial. Permiso local de uso del suelo.	Oficina administrativa o de asuntos legales de la institución. Oficina del registro federal de la propiedad de inmuebles.
Localización, características y antigüedad de: instalaciones hidráulicas (tuberías, válvulas, tomas municipales, pozos, bombas de agua, medidores de agua, etc.).	Memoria de cálculo, planos arquitectónicos y de instalaciones hidráulicas del inmueble. Manuales de operación de equipos e instalaciones o facturas de compra.	Oficina de mantenimiento, de la institución. Oficina local que otorga permisos de construcción. Personal de mantenimiento. Oficina de adquisiciones de la dependencia.

Localización, dimensiones y características de estructuras de almacenamiento (cisternas, tinacos, tanques, etc.).	Memoria de cálculo y planos arquitectónicos y estructurales del inmueble.	Oficina de mantenimiento de la institución. Oficina local que otorga permisos de construcción. Personal de operación y mantenimiento en ese inmueble. Inspección física.
Características arquitectónicas del inmueble (se deben incluir detalles sobre obras artísticas o históricas y de acabados con alto valor).	Monografías de la localidad. Libros de historia local. Libros de construcción. Libros de arquitectura.	Oficina de comunicación de la institución. Bibliotecas. Centros y oficinas de asuntos culturales e históricos del gobierno local. Inspección física.
Funciones principales de la institución, por áreas o departamentos.	Organigrama, estatutos, reglamento interno de la institución. Decreto oficial de creación.	Oficina administrativa o de asuntos legales de la institución.
Datos	Documentos	Fuentes de información
Usos del agua.	Catálogo o trípticos de servicios y productos de la institución.	Oficina administrativa de la institución. Inspección física.
Puntos del sistema donde el agua puede ser extraída (llaves, muebles sanitarios, regaderas, lavadoras de ropa, etc.)	Planos arquitectónicos y de instalaciones hidráulicas y sanitarias del inmueble. Manuales de operación de equipos, dispositivos e instalaciones.	Oficina de mantenimiento, de la institución. Personal de operación y mantenimiento. Inspección física.
Áreas o sistemas con abastecimiento de agua caliente y agua fría.	Planos arquitectónicos y de instalaciones hidráulicas y sanitarias del inmueble. Manuales de operación de equipos, dispositivos e instalaciones.	Oficina de mantenimiento, de la institución. Personal de operación y mantenimiento. Inspección física.

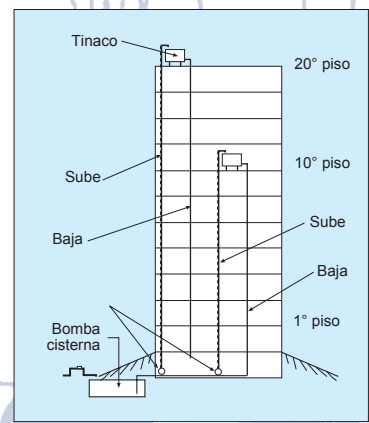
1.2 Identificación de elementos que conforman un sistema de distribución de agua potable

Un *sistema de abastecimiento de agua potable* es el conjunto de tuberías, estructuras y dispositivos que sirven para proveer al público de agua para el consumo humano mediante tomas domiciliarias o con llaves públicas. Esta definición incluye lo siguiente:

- 1 Obras de toma o captación. Estructuras e instalaciones necesarias para extraer el agua de sus fuentes naturales.
- 2 Plantas potabilizadoras. Estructuras e instalaciones en donde, mediante adecuados sistemas de purificación, se produce agua apta para el consumo humano.
- 3 Depósitos o tanques de distribución. Estructuras situadas a una mayor elevación que las tomas domiciliarias, cuyo destino es almacenar un volumen importante de agua y mantener una presión adecuada en las tuberías de distribución.
- 4 Red primaria. Tuberías de gran diámetro, cuyo tronco inicial comienza en los tanques de distribución y reparten el agua en la zona servida, formando comúnmente redes cerradas.



Croquis de la red de distribución predial.



Croquis de la instalación hidráulica.

- 5 Red secundaria. Tuberías de diámetro pequeño que sirven para distribuir el agua y corren frente a los edificios para abastecerlos mediante conexiones o tomas municipales. También alimentan distintos servicios públicos por medio de llaves públicas o surtidores.

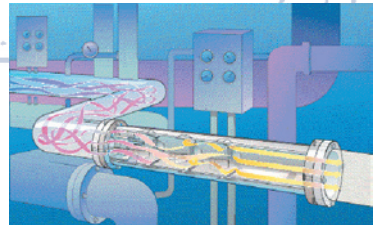
Por similitud con la definición anterior, para efectos de este manual se define como *red de distribución predial* el conjunto de tuberías y dispositivos instalados *dentro del terreno* perteneciente a una institución, que sirve para llevar el agua hasta la entrada de cada uno de los edificios ubicados en el mismo.

Asimismo, se define como *instalación hidráulica* el conjunto de tuberías y dispositivos colocados *dentro del edificio*, que hace llegar el agua hasta los muebles y accesorios que dan servicio a los usuarios.

Los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable (*red de distribución e instalaciones hidráulicas*), pueden agruparse en cuatro categorías:

a) Distribución

- Tuberías de agua fría.
- Tuberías de agua caliente.



b) Medición

- Medidores volumétricos de agua (contadores).
- Medidores del nivel de agua en almacenamientos.



c) Almacenaje

- Cisternas, tinacos, piletas, albercas y otros depósitos o contenedores.

d) Extracción

- Llaves de lavabos (en servicios sanitarios, áreas de quirófanos y laboratorios).



- Muebles sanitarios (excusados, mingitorios y bidets).
- Llaves de jardín (riego de pasto y plantas).
- Llaves de fregaderos (cocinas, talleres y limpieza de diversos espacios).
- Líneas del agua para enfriamiento (para el aire acondicionado).
- Regaderas.
- Tomas de agua contra incendio.
- Aspersores de riego.
- Bebederos.
- Otras (especificar en su caso).

La información de todas estas categorías puede obtenerse consultando:

- Planos de instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- Informes previos.
- Realizando inspecciones del sitio.

Las inspecciones directas del sitio y pláticas con el personal encargado de mantenimiento o limpieza permiten obtener información adicional a la encontrada en documentos; por ejemplo, antigüedad de la infraestructura.

1.3 Registro de componentes

Una vez identificados todos los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable (del predio y de los edificios), se deben obtener los datos de cada uno, para lo cual se recomienda registrar sus detalles en el formato 1. Dichos detalles son los siguientes:

- Diámetro, material y longitud de las tuberías de agua fría y de agua caliente.
- Diámetro, material, tipo, marca y modelo de válvulas de seccionamiento en la red predial y en las instalaciones hidráulicas.

- Diámetro, tipo, marca, modelo y número de serie de medidores de agua.
- Tipo, marca, modelo, capacidad y diámetro de componentes de sistemas de bombeo y de sistemas hidroneumáticos.
- Localización, tipo, dimensiones y material de elementos tales como: codos, uniones, bifurcaciones, reducciones, válvulas de no retorno (check), cisternas y tinacos.

Durante la inspección visual pueden encontrarse goteos o humedades en paredes o pisos, así como presión baja en el suministro de algunas áreas; esto deberá registrarse en el plano o croquis y en una bitácora. Además, también se deberá registrar el estado físico de los componentes identificados.

Con la información obtenida se debe preparar un plano o croquis que muestre la ubicación de todos los medidores dentro del predio.

2 INVENTARIO DE USOS DEL AGUA POTABLE

2.1 Introducción

La razón de saber en qué y cómo se usa el agua en cada punto de extracción, es para identificar las posibles estrategias de ahorro de agua.

Los usos o demandas de agua pueden clasificarse en tres categorías:

- Usos consuntivos. Es el agua empleada en diversas operaciones pero que no es descargada a los sistemas de drenaje o alcantarillado. Equivale al agua que se pierde por evaporación, por ejemplo, en sistemas de enfriamiento; la que se infiltra al subsuelo, como por riego de jardines; y la que se incorpora a un producto manufacturado, en el caso de elaboración de comida, hielo, etcétera.
- Usos no consuntivos. Es el agua empleada en operaciones rutinarias, como son: servicios sanitarios, llaves de lavabos y fregaderos, y procesos de lavado, la cual, ya utilizada, se descarga a la red de alcantarillado sanitario o se entrega para ser reutilizada en otros procesos.
- Pérdidas. Es el agua que no es aprovechada para algún servicio; por ejemplo: fugas en tuberías y válvulas de la red de distribución y en estructuras tales como cisternas y tanques de almacenamiento; también, las fugas y goteos en muebles sanitarios, medidores, grifos y otros elementos. En esta categoría se puede incluir el desperdicio, caso del agua empleada en exceso.

Cuando sea necesario, se debe contactar al personal de áreas tales como laboratorios y talleres para obtener una descripción precisa del uso que se le da al agua en el área correspondiente.

La información obtenida en la identificación y localización de todos los usos del agua para cada área, se debe transferir al formato 3 elaborado en hojas de cálculo, así como a los planos o croquis. En el formato mencionado se debe indicar:

- *Función principal de cada área.* Por ejemplo: oficina, taller, laboratorio, clínica, atención hospitalaria, quirófano, almacén, sala de atención al público, sala de descanso, auditorio, comedores, dormitorio, jardín o vivero forestal, patio de servicios, estacionamiento, etcétera.

- *Categoría de uso del agua.* Por ejemplo: consuntivo, no consuntivo, pérdidas.
- *Frecuencia de uso para cada área.* Por ejemplo, consumos en sanitarios de oficinas: de lunes a viernes en horario de 9.00 a 14.00 y de 15.00 a 18.00 horas; bombeo: de lunes a viernes tres horas por día, en promedio; consumos menores por vigilancia: sólo sábados y domingos.
- *Consumos que ocurren ocasionalmente.* Por ejemplo: lavado de cisternas, tinacos y patios de servicios (cada seis meses).
- *Usos pequeños respecto al total usado en el inmueble, en instalaciones aisladas.* Por ejemplo: sanitarios en casetas de vigilancia y lavado de vehículos de transporte.

2.2 Medición de consumos

Para saber si con un Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua se está reduciendo el consumo de agua potable, *se debe medir el volumen de agua recibida en el sistema de distribución predial al inicio del programa y al finalizar un periodo, después de haber realizado diversas actividades del programa.* Con la medición de consumos *se puede evaluar el impacto de cada medida de ahorro implantada* y el ahorro obtenido en los costos del servicio. Para esto, se debe revisar y adecuar el sistema existente de medición predial de consumos.



Un *sistema de medición predial de consumos es el conjunto de medidores, accesorios y actividades para obtener, procesar, analizar y divulgar los datos relativos a los volúmenes de agua consumida o aprovechada.* Por lo tanto, tiene los siguientes objetivos:

- Determinar el volumen total de agua recibida en el predio por medio de tomas municipales, pozos y otras fuentes, en caso de que estos últimos existan dentro del predio.

- Determinar el volumen abastecido a la entrada principal de cada edificio.
- Determinar el volumen de consumo en zonas con demandas extraordinarias dentro del predio o edificio.
- Determinar el volumen de agua en los tanques de almacenamiento (tina-cos, cisternas, albercas, etc.).

Cuando no hay posibilidad de instalar medidores para medir el consumo para los usos más comunes, se puede determinar dicho consumo por medio de:

- Mediciones en campo.
- Estimaciones del caudal, empleando valores estandarizados.

Los valores estandarizados de caudal para los usos más convencionales del agua, con los que pueden estimarse los flujos para determinadas operaciones, son:

- Llave de lavabo 2 a 6 l/min
- Mingitorio. 2 a 4 l/min o 3 a 4 l/descarga
- Sanitario con tanque 6 y 16 a 20 l/descarga
- Bidet 4 a 6 l/min
- Tina de baño 18 l/min
- Regadera 7 a 10 y 12 a 20 l/min
(bajo consumo y tradicional)
- Llave de fregadero 7 a 12 l/min
- Llaves de jardín y de lavadero 6 a 12 l/min
- Lavadora de ropa 225 l/carga

Los valores anteriores, mínimos y máximos, dependen de si el dispositivo (mueble o elemento de extracción), es de bajo consumo y del valor de la presión estática; esto es, cuando el agua no está fluyendo. Los caudales anteriores mínimo y máximo corresponden a las presiones estáticas de 0.2 y 2.5 kg/cm², respectivamente.

Los flujos también pueden estimarse mediante aforos (medición directa), lo cual es más apropiado. Dichos métodos de aforo pueden ser los siguientes:

- *Con medidores* instalados en tuberías del sistema de distribución de agua, o en el dispositivo de extracción del agua.
- Medición del volumen y frecuencia de uso, con cubeta y cronómetro.
- *Medición del nivel del agua*, en cisternas, tinacos y otros depósitos.

Los métodos indirectos para medir el caudal, tales como registrar la operación de las bombas de agua, aportan datos de menor calidad, por lo cual no son recomendables.

Es importante *medir todos los consumos en el mismo periodo de tiempo*, ya que dichos consumos varían si se realizan en tiempos distintos. Si existen usos externos a los edificios, como es el riego de jardines, entonces la medición del consumo debe efectuarse preferentemente en época de verano, ya que en la temporada de lluvias este consumo externo disminuye notablemente.

Desde luego, es mejor hacer la medición de los consumos internos de los edificios, separados de los usos externos, tales como: riego de jardines, lavado de vehículos y pisos, etc. Esto, debido a que en regiones con clima seco y lluvia esporádica, los usos externos pueden ser más significativos que los internos y, por lo tanto, ofrecer grandes posibilidades para ahorrar agua.

De acuerdo con lo anterior y para lograr un mejor control y análisis orientados a la determinación de medidas de ahorro del agua, *se recomienda medir por separado los usos internos y externos*.

2.2.1 Medidores para agua fría en tuberías a presión

Medir es la parte más importante de un Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua. *Los medidores* que registran el volumen de agua que pasa a través de una toma municipal o que llega a distintas áreas dentro del predio o edificio, *proporcionan los datos necesarios para la planeación y el óptimo aprovechamiento del agua recibida*. Un programa exitoso de conservación del agua, dirigido a los usuarios, no resulta tan efectivo si no existen medidores instalados.

Los consumos pueden medirse ya sea *con medidores fijos*, a un costo razonable, o con *medidores temporales*, a un costo reducido pero sólo por un corto periodo.

La ventaja de *los medidores permanentes* es que aportan datos precisos, diarios, semanales, mensuales, estacionales, de eventos poco usuales y de tendencias *a largo plazo* (hasta diez años). Por su parte, *los medidores temporales* aportan datos precisos pero, por su costo de adquisición y operación, *sólo por periodos cortos* (de tres a seis meses), lo cual hace imposible estudiar el comportamiento y tendencias del consumo a largo plazo.

De acuerdo con el tipo de registro que proporcionan, los medidores en conductos a presión se pueden clasificar en:

- *Medidores totalizadores* (registran el volumen del caudal acumulado en un periodo grande).
- *Medidores de flujo* (registran el caudal instantáneo, en un periodo muy pequeño).

Se dice que un medidor es totalizador cuando el registro de los gastos es acumulativo y se obtiene en periodos grandes; las unidades de medida más comunes son: $m^3/día$, m^3/mes , $m^3/bimestre$, etcétera.

Un medidor de flujo puede registrar con precisión la velocidad instantánea del agua que circula por una tubería; y de acuerdo con el principio de continuidad, si se conoce el diámetro de la tubería, se puede conocer el caudal. *Las unidades de medida más comunes son:* litros/segundo, litros/minuto, litros/hora.

También se pueden clasificar de acuerdo con su principio de funcionamiento en:

- *Volumétricos* o de desplazamiento. Miden por medio de un dispositivo volumétrico. Estos medidores son muy exactos y su instalación no necesita cumplir con muchos requisitos, pero requieren que el agua no contenga arenillas.
- *De velocidad*. Miden la velocidad del agua con una hélice localizada en una cámara. Son exactos cuando su instalación cumple con los

requisitos indicados por el fabricante y trabajan bien aunque el agua contenga un poco de arena.

2.2.2 Aforo con cubeta y cronómetro

Cuando el flujo es constante y descarga libre a la atmósfera, como el caso de las llaves de jardín o una regadera, puede emplearse una cubeta graduada y un cronómetro para medir el caudal (esto es un aforo); la forma de determinar el caudal es la siguiente:



Se coloca una cubeta sobre una superficie plana y horizontal y, utilizando una probeta graduada de un litro, se llena con agua, litro por litro, hasta llegar cerca del borde. Después, con un plumón delgado se hace una marca siguiendo el contorno de la superficie del agua; el volumen determinado (generalmente de 16 a 18 litros), será el *volumen patrón*, mismo que se utilizará para calcular el caudal.

Para realizar el aforo se necesita un cronómetro, con él se mide el tiempo que se requiere para llenar la cubeta hasta la marca hecha con el plumón. El *caudal es el resultado de dividir el volumen patrón entre el tiempo* que se requiere para llenar la cubeta hasta la marca.

Durante el aforo la cubeta se debe colocar sobre una superficie plana y horizontal, y el ángulo desde donde se mira el nivel del agua debe ser semejante al que se tuvo al determinar el volumen patrón. Cada aforo se debe repetir tres veces para obtener el promedio.

Ejemplo de aforo con cubeta:

DATOS	FÓRMULAS	RESULTADO
Volumen de la cubeta = 18 litros 1 minuto = 60 segundos	Caudal,	$q(1) = 18 \text{ litros} / 1.28 \text{ min}$ $= 14.06 \text{ litros} / \text{min}$
Medición (1) en el cronómetro: 1min:17 s (17 s/60 = 0.28 minutos)	$q = \text{volumen} / \text{tiempo}$	$q(2) = 18 \text{ litros} / 1.20 \text{ min}$ $= 15.00 \text{ litros} / \text{min}$
Tiempo (1) = 1.28 min	<u>Caudal promedio</u>	
Medición (2) en el cronómetro: 1min:12 s (12 s/60 = 0.20 minutos)	$Q = \{q(1) + q(2) + q(3)\} / 3$	$q(3) = 18 \text{ litros} / 1.15 \text{ minutos}$ $= 15.65 \text{ litros} / \text{min}$
Tiempo (2) = 1.20 min		$Q = (14.06 + 15.00 + 15.65) / 3$ $= 14.90 \text{ litros} / \text{min}$
Tiempo (3) = 1min:09 s = 1.15 min		

2.2.3 Aforo con caudal estándar y frecuencia

Cuando no hay una descarga al aire libre, como para llenar una cubeta, se pueden emplear los valores estandarizados de los diferentes dispositivos tales como lavabos, regaderas, etc., mismos que varían en función de la presión estática. En este caso, además, se debe buscar una forma de obtener el tiempo que es empleado el dispositivo de extracción de agua cada vez que se usa y el número de veces que es usado, en promedio.

Ejemplo:

DATOS	FORMULA	RESULTADO
Regadera tradicional.	Caudal,	$Q = 14 \times 12 \times 2 = 336$ <i>litros / día</i>
Con una presión de 1.0 kg/cm ² ; El caudal estándar es: $q = 14$ litros/minuto.	$Q = q \times t \times f$	
Se usa dos veces por día ($f = 2$); cada vez, durante 12 min ($t = 12$ min), en promedio.	q es el caudal estándar t es el tiempo de uso f es el número de veces que se usa.	Nota: este mismo procedimiento se aplica a cualquiera de los dispositivos empleados para el uso del agua: llaves, WC, riego, etc.

2.2.4 Medición del desplazamiento, en cisternas, tinacos y otros depósitos

Cuando se trata de depósitos, se debe medir el volumen de agua almacenado al inicio y al final de cada periodo de medición de consumos; para esto, primero se deben medir las dimensiones en su interior. Como la mayoría

de los depósitos tienen formas regulares, primero se calcula el área del depósito en el plano horizontal.

Si es un depósito cuadrado o rectangular, el área es lo que resulta de multiplicar lo que mide su lado largo ($L1$), por lo que mide su lado corto ($L2$). Si el depósito es cilíndrico, su área en el plano horizontal es la de un círculo y es lo que resulta de multiplicar $Pi = 3.1416$, por el diámetro (D) elevado al cuadrado (D^2), y este resultado dividido entre cuatro.

- Área de un rectángulo = $L1 \times L2$
- Área de un círculo = $Pi \times D^2/4$

El volumen almacenado es el producto del área por la altura del agua, medida desde el fondo.

Es muy importante que, antes de realizar la medición del volumen almacenado, *verificar que la cisterna no tenga fugas*; eso se hace de la siguiente manera: se cierra la entrada de agua a la cisterna (sujetando la válvula de flotador), y también la salida (desconectando el sistema de bombeo para que no trabaje), *con el fin de aislarla*; después, con un plumón de tinta permanente, se marca una línea corta en donde está el nivel del espejo de agua y se deja así durante 24 horas. Transcurrido el tiempo, se revisa *que el nivel no haya variado más de medio centímetro*, si esto ocurre, se puede concluir que la cisterna no tiene fuga. En caso contrario (si la variación es mayor a 5 mm), se deben detectar y reparar las fugas existentes.

En este caso, el *volumen de pérdidas por fugas en la cisterna* será lo que resulte de multiplicar el área de la cisterna por la diferencia entre el nivel del espejo de agua marcado y el observado (en metros), después de 24 horas de aislamiento y se da en metros cúbicos/día; este resultado se multiplica por mil para convertirlo a litros/día.

Ejemplo de medición del volumen almacenado en una cisterna, en un periodo de 24 horas:

DATOS	FÓRMULA	RESULTADO
<p>Cisterna rectangular.</p> <p>$L1 = 7.50$ metros</p> <p>$L2 = 4.00$ metros</p> <p>Área en planta, $A = 7.50 \times 4.00 = 30.00$ m²</p> <p>Altura de la cisterna = 2.00 m (medida desde el nivel del piso hasta el fondo)</p> <p>Elevación del agua = 0.87 m (medida desde el nivel de piso hasta el espejo del agua)</p> <p>Altura del agua, $h = 2.00 - 0.87 = 1.13$ m (medida desde el fondo de la cisterna hasta el espejo de agua).</p>	<p>El volumen almacenado, V, es :</p> <p>$V = A \times h$</p> <p>La variación, $V(p)$, en el volumen almacenado es:</p> <p>$V(p) = V(2) - V(1)$</p> <p>Esta variación es negativa si hay un descenso en el nivel del agua, y es positiva si hay un aumento en el nivel del agua.</p>	<p>Volumen al inicio de la medición es,</p> <p>$V(1) = 30.00 \times 1.13 = 33.90$ m³</p> <p>Como 1.0 m³ = 1,000 litros, entonces</p> <p>$V(1) = 33,900.0$ litros</p> <p>Después de 24 horas, se observó un descenso de 1.2 cm en el nivel del agua (1.2 cm = 0.012 m), por lo cual, el volumen $V(2)$ es:</p> <p>$V(2) = 30.0 \times (1.13 - 0.012) = 33.54$ m³</p> <p>$V(2) = 33,540.0$ litros</p> <p>La variación en el volumen almacenado por un descenso, de 1.2 cm, en el nivel del agua es:</p> <p>$V(p) = 33,540 - 33,900 = - 360$ litros/día</p>

Nota: Este mismo procedimiento se aplica a cualquiera de los depósitos empleados para el almacenamiento del agua: tinacos, cisternas y tanques.

2.3 Inspección para detectar fugas

Los tramos de tuberías enterrados en jardines o los que tienen una gran cantidad de conexiones son los sitios con mayor potencial para producir fugas de agua. Tales condiciones obligan a considerar una inspección prioritaria en dichos sitios.

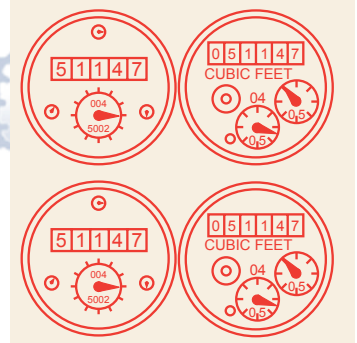
Cualquier fuga que sea observada, en forma de goteos, humedecimientos o encharcamientos, debe registrarse y reportarse de inmediato al departamento de mantenimiento, para su pronta reparación.

Una técnica de detección de fugas no visibles incluye el uso de un “correlator” (equipo electrónico que calcula velocidades del sonido) y un audífono para amplificar sonidos.

2.3.1. Uso del medidor para detectar fugas

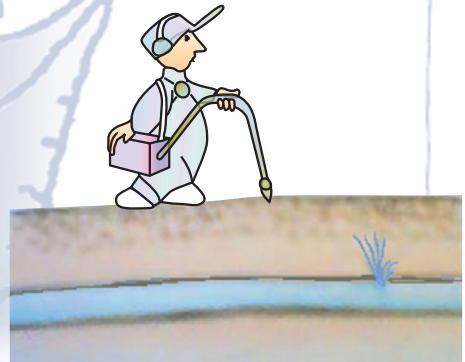
El medidor del consumo de agua dentro del predio, generalmente está instalado en el cuadro de la toma, y se puede emplear para detectar fugas en la red de distribución predial y en la instalación hidráulica del edificio, para lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

✓ Localice el indicador de flujo en la carátula del medidor; usualmente es una pieza de forma triangular color rojo o una manecilla larga como la de un reloj, la cual se mueve visiblemente rápido cuando el agua fluye a través de la toma municipal hacia los edificios.



✓ A continuación, cierre todas las llaves del predio y del edificio, incluyendo la válvula de globo de cisternas, tanques y tinacos. Si el indicador de flujo es del tipo triangular, entonces se podrá ver de inmediato si está inmóvil o si gira; en este último caso sí existen fugas. Cuando el indicador de flujo es una manecilla, anote su posición, espere treinta minutos y vuelva a revisar. Si la posición no ha cambiado, entonces no hay fugas.

Después de que se hayan detectado fugas, primero se deberá determinar si la fuga es entre el cuadro de la toma municipal y el edificio o dentro del edificio. Para esto, se debe cerrar la válvula de paso hacia la instalación hidráulica del edificio; si el medidor se detiene, la fuga estará dentro del edificio. En este caso, se debe realizar una inspección minuciosa en cada elemento de extracción (WC, llaves, etc.). Si el medidor continúa moviéndose,



la fuga estará fuera del edificio, por lo cual se deberán buscar humedecimientos, zonas con hierba más crecida que la circundante, escurrimientos en registros del drenaje, etcétera.

Cuando no sea posible localizar una fuga de agua con alguno de los métodos antes mencionados, se puede considerar el empleo de equipo electrónico específicamente diseñado para este fin, el cual trabaja amplificando el sonido característico que produce la salida del agua por fugas existentes en las tuberías; para esto, es muy recomendable contratar este servicio.



3 BALANCES DE AGUA

3.1 Introducción

Un balance es la cuantificación y comparación del volumen de los ingresos con el volumen que resulta de sumar los egresos y la variación en el ahorro (o lo almacenado), que ocurren en un periodo determinado. Ambas cantidades deben ser, teóricamente, idénticas.

En un balance, tanto las entradas (ingresos), como las salidas (egresos), deben estar bien identificadas; esto quiere decir que se debe saber con precisión de dónde proviene cada cantidad del total, así como el uso que se le dio a cada una de las cantidades que conforman el egreso total, respectivamente; de tal manera que *el ingreso total debe ser igual al egreso total más la variación en el almacenamiento* (esta variación puede ser positiva o negativa).

De esta forma, la realización de un balance tiene como finalidad analizar si existen pérdidas, cuáles fueron sus causas y de qué manera se pueden reducir algunos gastos para maximizar las utilidades o el beneficio.

Cuando el balance se hace en un sistema de abastecimiento de agua potable:

- El ingreso equivale al volumen total de agua que entra al sistema de distribución, el cual se obtiene de la medición en cada una de las tomas y fuentes de captación que existen en el predio (las tomas pueden ser: de la red municipal, pozos, manantiales, etc.).
- Los egresos equivalen al volumen total de agua que fue aprovechado por los usuarios, mediante diversos dispositivos para el consumo de agua potable, como son: llaves, regaderas, aspersores de riego, muebles sanitarios, lavadoras de ropa, etcétera.
- El ahorro equivale al volumen de agua almacenado en tinacos tanques y cisternas.

Con la información obtenida en un balance de agua potable se pueden identificar zonas con altos consumos, comparados con los estándares aceptados para la región donde se encuentre el predio en estudio, así como las pérdidas y sus posibles causas. Los requerimientos estándar aceptados son los siguientes:¹

¹ Indicadores de gestión, CNA, y Reglamento de construcciones para el D.F.

Cantidad de muebles sanitarios:

- Una llave de lavabo por cada 25 personas en oficinas.
- Un mueble sanitario (WC y mingitorios), por cada diez a 25 personas en oficinas.
- Un mueble sanitario (WC y mingitorios), por cada cincuenta deportistas.
- Un WC y una regadera por cada diez camas de hospital.

Dotaciones para usos diversos (sanitarios, lavabos y limpieza):

- 30 a 70 litros/oficinista/día.
- 30 a 90 litros/alumno/día.
- 200 litros/cama de hospital/día.
- 7.2 litros/m²/día, para riego de jardines durante ocho meses sin lluvia.²

a) Antes de iniciar un balance de agua se debe hacer lo siguiente:

- 1° Preparar los formatos para el manejo de la información.
- 2° Definir el periodo de medición de variables (un día, una semana, un mes, etc.).

b) Establecer los días y horario en que se realizarán las mediciones:

- 3° Del volumen de agua suministrado al sistema de distribución predial.
- 4° Del volumen almacenado en cisternas, tanques y tinacos.

3.2 Programa de lectura de medidores

Un programa de lectura de medidores y estimación de consumos asegura que todos los usos del agua del inmueble han sido adecuadamente identificados y cuantificados.

² Folleto *Use Water Wisely*, Environment Canada.

Cuando no sea posible instalar medidores para registrar el consumo; por ejemplo, en sanitarios de oficinas, se deberán calcular los consumos correspondientes a lavabos y muebles sanitarios, empleando los valores del caudal o de las descargas (determinados mediante aforos), o se toman los valores de los consumos estandarizados. Para esto, recuérdese que, mediante observaciones directas, también es necesario determinar el tiempo y la frecuencia promedio de uso, método caudal-tiempo-frecuencia del ejemplo.

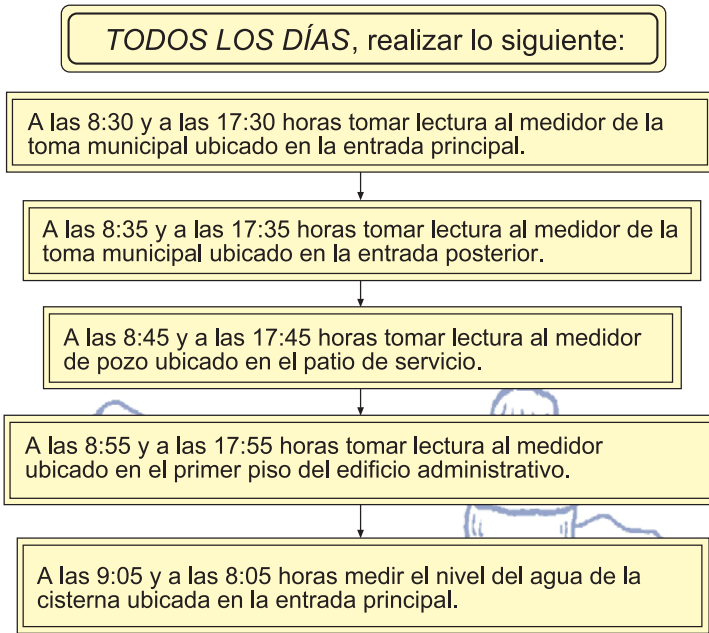
La lectura de los medidores instalados generalmente se debe tomar dos veces al día; en la mañana antes de que se inicie la actividad principal y por la tarde, al concluir la rutina cotidiana de trabajo, durante un periodo de varias semanas. Se deben tomar las previsiones necesarias para incluir los fines de semana. Estas lecturas sirven para establecer *consumos base*; es decir, el consumo de agua en determinadas horas del día, el cual es más o menos constante; comúnmente se considera obtener los consumos para periodos *diurnos y nocturnos*.

Siempre será deseable que en el periodo seleccionado, la lectura de medidores y la estimación de consumos se realicen a la misma hora; es decir, si se determinó un periodo de un mes y la primera lectura del medidor instalado en la toma municipal se realizó a las 18.35 horas del día 12 del mes, la segunda lectura se deberá realizar también el día 12 del mes siguiente, a las 18.35 horas. De no hacerlo así se podrían introducir errores. Por esto, es muy recomendable determinar una rutina de lectura de medidores y de estimación de consumos.

Para la estimación de consumos promedio, con el método *caudal-tiempo-frecuencia*, es recomendable realizar observaciones todos los días durante una semana (de lunes a lunes).

Las pérdidas de agua por fugas, cuando es posible localizarlas y aforarlas, deben ser consideradas como parte del balance de agua.

Ejemplo de rutina:



En el anexo A se presenta un ejemplo de los formatos estandarizados para la lectura de los medidores, mismos que deben ser resguardados por el coordinador del programa para su procesamiento, análisis y difusión de resultados.

Dentro del programa de uso eficiente de agua en edificios federales, los registros deben enviarse al responsable del área de recursos materiales, quien a su vez los enviará al oficial mayor de la dependencia para que, posteriormente, se integren al resto de los reportes de inmuebles de la institución y se remitan al IMTA, donde se resguarda toda la información del programa.

3.3 Balance global de agua

El balance de agua potable se expresa con la siguiente fórmula:

$$VT = C_S + C_{G1} + C_{G2} + C_A + C_R + C_P + C_T + C_L + C_J + V_{Af} + V_F - V_{A0}$$

Donde:

V_T es el volumen total de agua recibido en el predio o edificio mediante las tomas, en $m^3/\text{periodo}$.

C_S es el consumo total de agua en los muebles sanitarios (WC, mingitorios y bidets), en $m^3/\text{periodo}$.

C_{G1} es el consumo total de agua en grifos o llaves de lavabos, en $m^3/\text{periodo}$.

C_{G2} es el consumo total de agua en grifos o llaves de fregaderos de cocina, en $m^3/\text{periodo}$.

C_A es el consumo total de agua para aseo del inmueble, en $m^3/\text{periodo}$.

C_R es el consumo total de agua en regaderas, en $m^3/\text{periodo}$.

C_P es el consumo de agua para lavado de ropa (manual y lavadora), en $m^3/\text{periodo}$.

C_T es el consumo total de agua en talleres, en $m^3/\text{periodo}$.

C_L es el consumo total de agua en laboratorios, en $m^3/\text{periodo}$.

C_J es el consumo total de agua para riego de jardines (por aspersores y mangueras conectadas a llaves de jardín), en $m^3/\text{periodo}$.

V_{A0} es el volumen total de agua almacenado *al inicio del periodo* en tinacos, tanques y cisternas, en m^3 .

V_{Af} es el volumen total de agua almacenado *al final del periodo*, en m^3 .

V_F es el volumen total de agua perdida por fugas localizadas, en $m^3/\text{periodo}$.

Si los resultados del balance indican que la suma del agua empleada en todas las operaciones es menor que el total de agua suministrada, entonces se concluye que existen usos del agua que no han sido identificados o que hay inexactitudes en las mediciones. Por lo tanto, debe repetirse el balance para poder asegurar que se han incluido todas las operaciones.

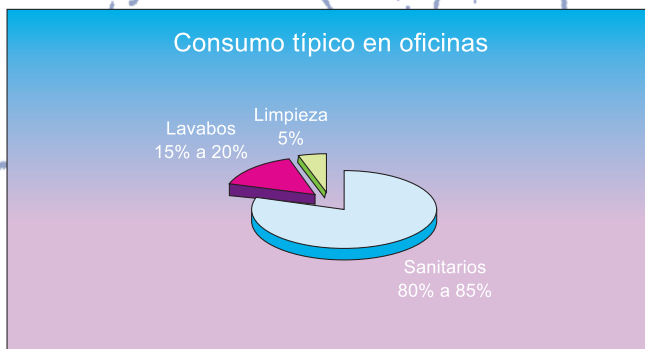
El primer paso en la preparación del balance es, dividir el complejo predial en zonas más pequeñas que usan agua y que pueden ser medidas individualmente; se eligen de manera que representen áreas lógicas de consumo de agua, por ejemplo: área de jardines, área de talleres, área de oficinas administrativas, área de laboratorios, área de oficinas de estudios y proyectos, área de servicios generales, área de atención al público, etcétera.

Cuando se trata de un solo edificio, se puede dividir por grupos de pisos pertenecientes a diferentes gerencias o departamentos.



El balance puede presentarse con planos que muestren la localización de los medidores y las áreas correspondientes, así como con tablas que muestren los usos individuales del volumen de agua que ingresa, respecto al volumen total usado en cada área. Con esto se busca:

- Identificar las áreas con mayor demanda de agua.
- Identificar discrepancias importantes entre el volumen de agua suministrado y la suma de volúmenes de consumo a cada área específica.
- Destacar las secciones de mayor interés, para las cuales conviene hacer posteriormente un balance individual de agua; por ejemplo: el riego de jardines o la lavandería de un hospital o un taller de servicios de mantenimiento.



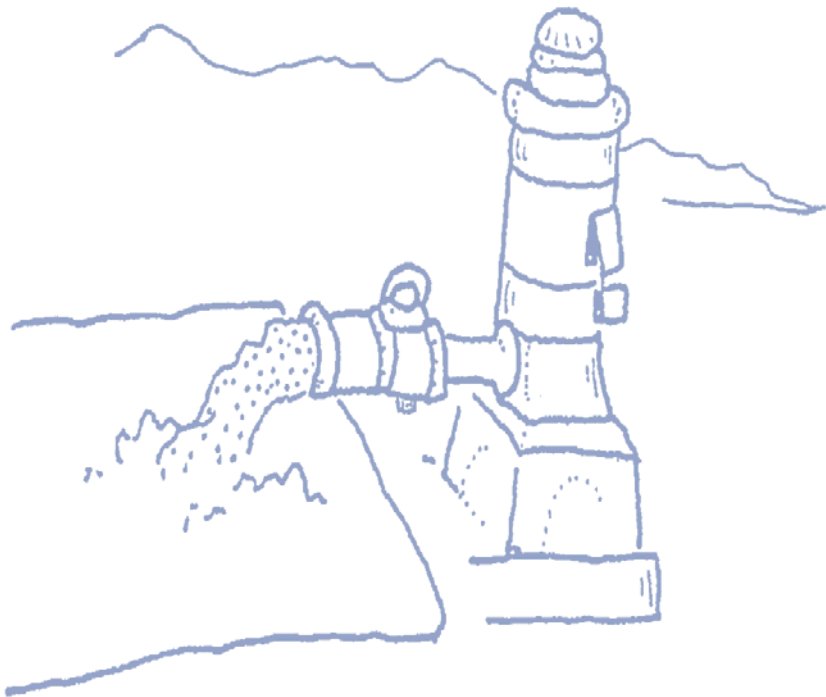


Dependiendo de la magnitud de los usos no identificados, debe decidirse si:

- Se instala un mayor número de medidores.
- Se realizan aforos a un mayor número de dispositivos de consumo.
- Se realiza una inspección más minuciosa para detectar fugas.

En el balance se puede aceptar un margen de error de más o menos 2%, para dar por concluida esta parte.

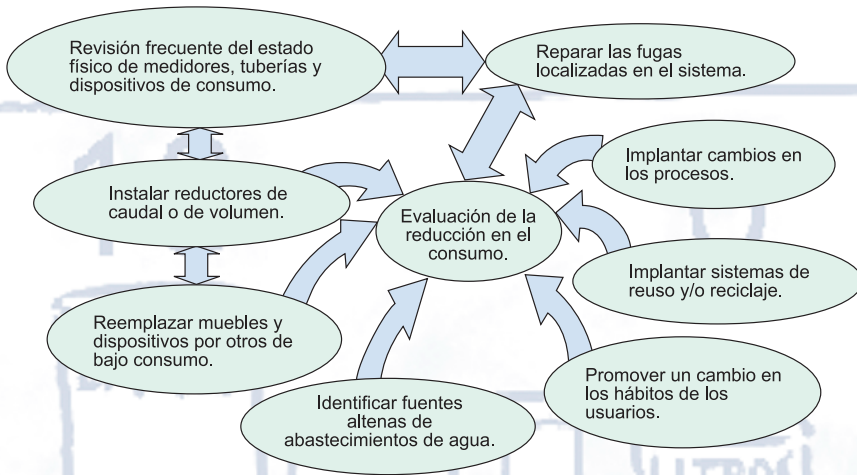
Los resultados de la auditoría se utilizan en la siguiente fase, para diseñar un programa específico de uso eficiente y racional del agua para el inmueble en estudio.



4 Medidas de ahorro de agua

4.1 Introducción

Las tareas de reducción de consumos generalmente se asocian a cambios físicos, sin embargo los cambios en los patrones o hábitos de consumo también son una forma importante de lograr un exitoso programa de uso eficiente y racional del agua.



Durante la elaboración del balance saltan a la vista diversas medidas de reducción de consumos de agua que ayudarán a desarrollar una estrategia para el programa; entre las opciones que existen están las siguientes:

Los enfoques de gestión administrativa, tales como: la detección periódica de fugas y su reparación oportuna, así como la revisión frecuente del estado físico de medidores, tuberías y dispositivos, son bastante efectivos para mantener bajo el nivel de pérdidas.

4.2 Detección y reparación de fugas

Para detectar y reparar con oportunidad las fugas que se presentan en el sistema de abastecimiento, es recomendable elaborar un programa de mantenimiento periódico, donde se incluyan las siguientes actividades:

- Revisión mensual del estado físico de: medidores, tuberías y dispositivos de consumo.

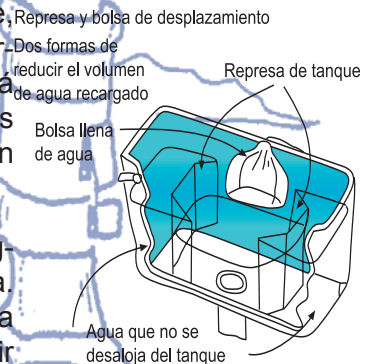
- Detección y reparación de fugas en: inodoros, grifos, cisternas y tina-cos.
- Revisión del nivel de consumos, por tipo de uso o área.

4.3 Dispositivos ahorradores de agua

4.3.1 Mejora o readaptación de sistemas

Los componentes hidráulicos y sanitarios tradicionales, tales como inodoros, regaderas, llaves de lavabo y aspersores para riego que consumen volúmenes considerables de agua, se pueden adaptar o modificar para reducir el volumen estándar de trabajo; para esto, existen dispositivos que restringen el caudal o el volumen de descarga. A continuación se mencionan algunos dispositivos.

Inodoros. Si los excusados del inmueble tienen tanque de carga baja con capacidad de 18 a 20 litros/descarga, se puede instalar una *represa* o una *bolsa de desplazamiento* dentro del tanque, para reducir el volumen de descarga; sin embargo, antes de su instalación definitiva se deberá comprobar que el inodoro no tenga problemas para desalojar eficientemente con el volumen reducido de agua.



Mingitorios. Existen algunos mingitorios antiguos con capacidad de 7 a 9 litros por descarga. En este caso, si la válvula instalada se cambia por una válvula ahorradora, se puede reducir su capacidad a casi 3 litros por descarga. Si se instalan sensores infrarrojos para controlar la descarga, se pueden lograr ahorros significativos, además de aumentar la comodidad e higiene para los usuarios, ya que opera únicamente cuando se requiere y se eliminan dobles descargas o los atascamientos frecuentes con las válvulas manuales.

Regaderas. Algunos modelos descargan de 14 a 20 litros por minuto. En este caso, el volumen de descarga se puede disminuir a un rango de 5 a 9 litros por minuto, instalando *reductores de flujo*; ya que estos dispositivos disminuyen el área por donde circula el agua que abastece la cabeza de descarga de la regadera y, por lo tanto, disminuye el volumen de agua que se utiliza al tomar una ducha.

Grifos (llaves). A las llaves de lavabos, fregaderos, tarjas, lavaderos, etc., también se les puede adaptar reductores de flujo o, bien, aireadores que ayudan a dispersar el chorro de agua que descargan para aprovechar mejor un menor volumen de agua. Las llaves de lavabos, en edificios de oficinas, pueden mejorar su eficiencia instalando válvulas de tiempo o sensores infrarrojos para controlar la descarga.

Bebederos. Se les puede instalar reductores de caudal.

Aspersores para riego. A los sistemas de riego de jardines se les puede adaptar un temporizador con válvula integrada para que operen automáticamente cuando la evaporación de agua es mínima (de las 17.00 a las 8.00 horas). Se debe evitar el riego de las 12.00 a las 17.00 horas. También es muy recomendable el uso de sistemas de riego por goteo.

4.3.2 Reemplazo de equipos

Cuando se observan demasiados inconvenientes al adaptar equipos antiguos con dispositivos ahorradores, conviene *evaluar la posibilidad de reemplazar dichos equipos por otros que ya están diseñados para trabajar con bajo consumo.*

4.4 Sistemas de reúso o reciclaje

Los sistemas de reúso o reciclaje son aquellos que emplean agua que ya ha sido usada por una operación o proceso, pero que aún tiene la calidad suficiente para ser aprovechada en otra operación diferente; también en esta categoría se considera el agua que proviene de algún tratamiento de depuración, sin que necesariamente sea potable.

Por ejemplo, un estudio piloto identificó como oportunidad el agua desechada por algunos equipos de aire acondicionado, que puede reusarse en procesos de humidificación.

4.5 Cambios de procesos

Un cambio de proceso equivale a reemplazar la forma en que se usa el agua con otra que hace la misma función, pero de manera distinta. El cambio de proceso se puede referir también a eliminar por completo cierta práctica de uso del agua, por ejemplo:

- El cambio en el uso del agua con manguera a presión por el uso de cubeta, escoba y jerga, para limpieza de pasillos y patios de servicio.

- La conversión a procesos químicos o secos.
- La eliminación de unidades de aire acondicionado que usan agua.
- La conversión de equipos de enfriamiento con base en agua, por sistemas de enfriamiento con circuito cerrado de glicol.

Los enfoques básicos para ahorrar cantidades significativas de agua incluyen el mantenimiento regular al equipo y se debe considerar que, los pasos para cambiar algún proceso, deben ser estudiados en forma particular para cada caso.

4.6 Fuentes alternas de agua

Cuando el agua necesaria para una operación no requiere el *grado de potable*, entonces se puede usar una fuente de abastecimiento diferente. Las fuentes alternas pueden incluir la captación directa de aguas superficiales, de acuíferos subterráneos y la captación del agua de lluvia.

4.7 Cambios en los hábitos de consumo

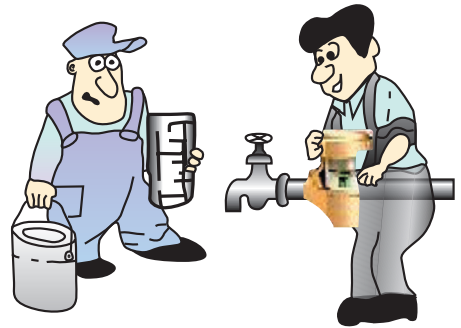
Los cambios en los hábitos de uso del agua de la gente pueden incluir:

- Reportar las fugas detectadas en los inodoros, mingitorios, grifos y bebederos.
- Utilizar la mínima cantidad de agua que se extrae por las llaves de lavabos y fregaderos.
- Asegurarse de que llaves y válvulas queden bien cerradas y sin fugas después de utilizarlas.
- No arrojar papeles, colillas de cigarros, ni desperdicios a los inodoros.
- No verter sustancias dañinas en lavabos o en inodoros e informarse sobre la forma correcta de desecharlos.
- Ajustar los aspersores de riego para no regar zonas donde no hay prados o plantas.

4.8 Medición

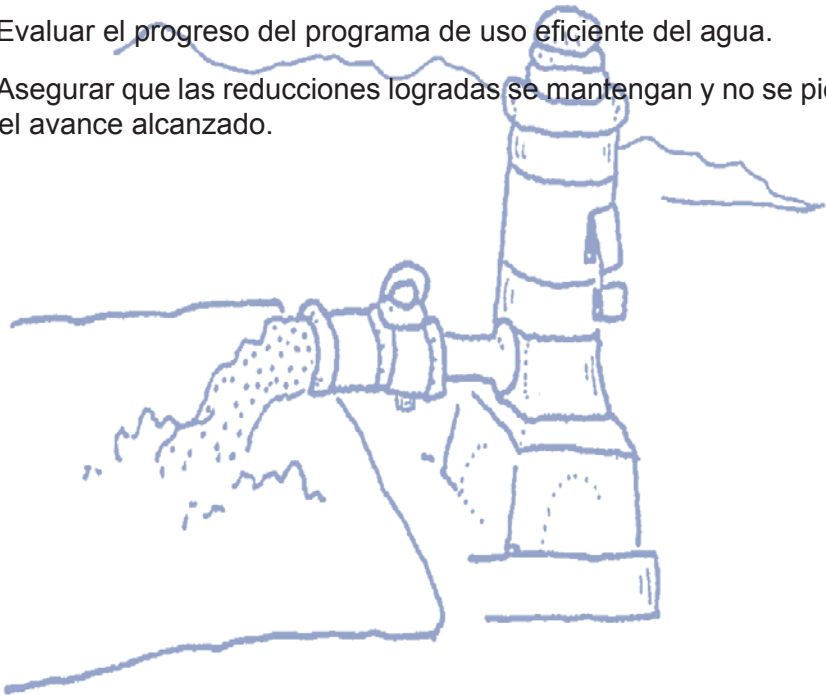
Una manera de ganar el apoyo de los usuarios involucrados en el programa de ahorro de agua del inmueble es mediante la implantación de un apropia-

do sistema de medición e información, ya que muestra de manera palpable el resultado de sus esfuerzos. El instalar y monitorear un medidor en una línea de abastecimiento permite, tanto a la gerencia como a los empleados del inmueble, reconocer inmediatamente la cantidad de agua que han estado usando y si el consumo está dentro de un rango razonable.



Apoyados en la información reunida durante un balance de agua pueden tenerse suficientes datos del monitoreo de caudales para:

- Evaluar el progreso del programa de uso eficiente del agua.
- Asegurar que las reducciones logradas se mantengan y no se pierda el avance alcanzado.



5 PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y RACIONAL DEL AGUA: DISEÑO

5.1 Introducción

El programa de uso eficiente del agua *debe diseñarse con la finalidad de incorporar las medidas de reducción de agua que mejor cumplan con los objetivos* fijados para la propia institución alojada en el inmueble, siempre con la participación activa de los usuarios.

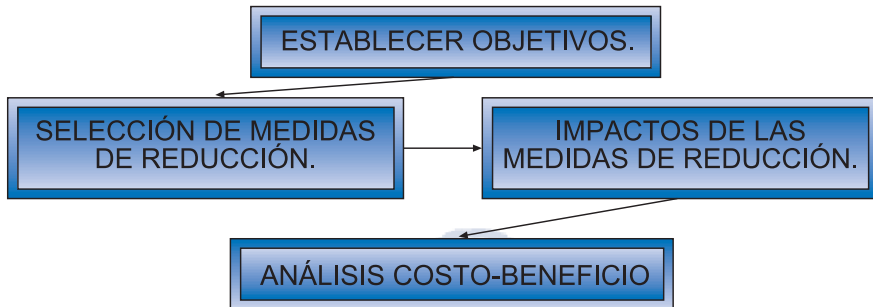
En años recientes han surgido actividades diferentes a las técnicas, como resultado de las lecciones aprendidas a lo largo de años de trabajo y que han introducido cambios en el sector del agua potable. Estas nuevas áreas se ven reflejadas en el presente manual e incluyen: la importancia del uso racional-comunitario del agua y de la necesidad de identificar soluciones que ofrezcan *beneficios en términos de costo-efectividad* y, quizá más importante aún, la necesidad de *asegurar el compromiso y la activa participación* en esta materia, *desde las más altas esferas administrativas hasta los usuarios que acuden eventualmente a los inmuebles federales.*

Los cambios físicos y los comportamientos que afectan las actividades de abastecimiento de agua y saneamiento ambiental llevan consigo *la necesidad de que los individuos y las comunidades establezcan prácticas diarias sostenibles durante toda su vida.*

Con el fin de mantener estas prácticas, no solamente resulta necesario proporcionar conocimientos y capacitación a los individuos y reforzar y verificar estos comportamientos en el plano local, sino también establecer sistemas regionales para el intercambio de experiencias y para la selección, instalación, funcionamiento y conservación de instalaciones y equipos.

Las condiciones que influyen en el logro de los resultados deseados están relacionadas con los recursos naturales, humanos y económicos. En consecuencia, para ejercer influencia en las condiciones básicas, es necesario que en materia de disponibilidad, acceso y control de esos recursos potenciales impere la equidad estructural y entre los géneros (deben participar todos por igual). También es necesario que los recursos se organicen, de tal forma, que se pueda propiciar un ambiente donde se facilite la participación de los usuarios mediante el aliento y el apoyo de la motivación individual, el desarrollo de las aptitudes, la comunicación de los conocimientos y la coordinación eficiente de los sistemas de servicios sociales.

Etapas para establecer un programa de uso eficiente y racional del agua:



Las actividades para el establecimiento del programa son las siguientes:

- Determinación de los objetivos del programa de ahorro de agua.
- Identificación de medidas razonables de reducción del consumo.
- Identificación de impactos positivos y negativos de las medidas de reducción.
- Evaluación preliminar de medidas factibles para eliminar las indeseables.
- Análisis de costos y beneficios del programa.
- Determinación del presupuesto necesario para ejecutar el programa e incluirlo dentro del programa económico y financiero anual de la institución.
- Desarrollo, evaluación y seguimiento del programa de ahorro de agua.

5.2 Objetivos

Un programa de uso eficiente racional del agua se instrumenta para alcanzar distintos objetivos, entre los que se encuentran los siguientes:

- Desarrollar la conciencia del uso eficiente y racional del agua en los usuarios.



- Generar ahorros en las erogaciones económicas de la institución.
- Disminuir el deterioro ambiental.
- Contribuir al beneficio social y la salud comunitarios.
- Buscar y aplicar soluciones a largo plazo, para lograr la sustentabilidad del agua.
- Lograr una imagen pública de elevado prestigio.

La administración del inmueble o el área encargada del programa juega un papel sumamente importante en el establecimiento de los objetivos del programa.

5.3 *Alternativas de medidas de reducción*

Después de haber identificado las alternativas para reducir el consumo en el inmueble y establecido categorías y prioridades entre éstas, se deben proponer las medidas y prácticas de ahorro específicamente para el inmueble bajo estudio. Cuando se concluya la lista de medidas disponibles deben evaluarse los impactos intangibles, así como los financieros y de ahorro de agua, comparados con los objetivos y metas establecidas para el programa. Conviene elaborar una tabla comparativa de las medidas factibles contra los posibles impactos de cada una de ellas.

5.4 *Impactos de las medidas de reducción de agua*

Deben considerarse las siguientes categorías de impacto:

- Económico.
- Sociopolítico.
- Ambiental-tecnológico.

Los impactos específicos que deben determinarse para cada medida incluyen los siguientes:

- Aceptación pública y política.
- Consecuencias para el medio ambiente.
- Confiabilidad.
- Efectividad a corto y a largo plazos.
- Otros impactos específicos relativos a las metas del programa.

Asimismo, deben determinarse los impactos de las medidas de ahorro de agua sobre las metas propias de la institución, como son productividad, servicio y calidad, entre otras.

Para aclarar este punto se propone el siguiente ejemplo:

En un hospital sería difícil ahorrar agua sin tener un impacto en la productividad o la seguridad y bienestar que deben generar (a menos que haya inversiones considerables para cambiar procesos, y ello pudiera no ser atractivo económicamente); sin embargo, cambiar inodoros de bajo consumo, aireadores en llaves de lavabos y fregaderos e instalar válvulas ahorradoras en mingitorios no afectaría dichas actividades. Pero no sería recomendable: instalar llaves ahorradoras en quirófanos ni en áreas asépticas, ni regaderas de bajo consumo que presenten deficiencias en su funcionamiento (por ejemplo, que un exceso de sales minerales pudieran obstruir en poco tiempo los orificios de salida), ya que esto podría originar un aseo deficiente en pacientes internados.

Comparativamente, puede haber otros inmuebles donde las medidas de ahorro de agua sean más sencillas y de mayor impacto. Por tal razón, el programa de ahorro sólo establece compromisos de reducción global.

Ejemplo de registro de consumos antes y después de implantar medidas de ahorro.

REGISTRO DE CONSUMOS												
USOS	Número de consumos por día							Actual promedio	Total actual	Cambios reducción	Total con reducción	AHORRO
	1	2	3	4	5	6	7					
En el baño												
<input type="checkbox"/> Usos WC								X 20 l		X 6 l		
<input type="checkbox"/> Duchas								X 150 l		X 80 l		
<input type="checkbox"/> Lavabo								X 20 l		X 1 l		
<input type="checkbox"/> Mingitorio								X 4 l		X 3 l		
<input type="checkbox"/> Otros												
En la cocina												
<input type="checkbox"/> Alimentos								X 20 l		X 15 l		
<input type="checkbox"/> Lava platos								X 35 l		X 20 l		
<input type="checkbox"/> Lava pisos								X 50 l		X 20 l		
En servicio												
<input type="checkbox"/> Lava ropa								X 225 l		X 175 l		
En el exterior												
<input type="checkbox"/> Riego jardín								X 12 l/min		X 5 l/min		
<input type="checkbox"/> Lav. ventana								X 45 l		X 20 l		
<input type="checkbox"/> _____												
TOTAL DIARIO								TOTAL DIARIO				

5.5 Análisis costo-beneficio

Para determinar si la medida de reducción elegida es la más conveniente para la institución, es necesario contar con un cálculo de costos y beneficios.

Para obtener la información necesaria y poder estimar los costos y los ahorros en dinero, se debe examinar detalladamente cada medida factible de ahorro de agua.

Nota importante: En varias ciudades mexicanas y, especialmente para edificios de gobierno, es frecuente que el agua no se pague a su valor real. Las tarifas de agua suelen estar subsidiadas o hay concesiones o exenciones para tales instituciones. Será incorrecto hacer un análisis de costo-beneficio empleando precios subsidiados. En lo posible, debe hacerse el análisis considerando el costo real del agua. Para esto, se puede investigar cuánto es el subsidio que otorga el gobierno estatal acudiendo a la autoridad encargada de brindar el servicio de agua potable.

A continuación se muestra el enfoque general para calcular las ventajas netas de alguna medida de reducción:

$$\text{BNAT (\$/año)} = \text{AECA (\$/año)} - \text{CACO (\$/año)} - \text{CAOA (\$/año)}$$

Donde

BNAT, es el beneficio neto anual total, en \$/año, que resultaría si se implementan las medidas de ahorro.

AECA, son los ahorros anuales esperados, en \$/año, en relación con los costos de operación actuales; incluyen las disminuciones en pagos de cuentas por el servicio de abastecimiento de agua y alcantarillado, y en energía eléctrica.

CACO, son los costos de capital para la operación, amortizados en un año, en \$/año; es lo que se ahorraría por la disminución en trabajos que dejan de ser necesarios después de implantar las medidas de ahorro. Incluyen equipos, materiales e instalaciones, distribuidos a lo largo de su vida útil.

CAOA, son los costos de operación anuales adicionales en relación con los costos de operación actuales, en \$/año. Corresponden a los costos de los nuevos trabajos que serán necesarios por mantenimiento, energía, materiales y disposición de residuos, si se implementan las medidas de ahorro.

En la mayoría de los casos puede ser suficiente un simple análisis de costos y beneficios, que incluya: el costo estimado del capital requerido para los trabajos de rehabilitación y los ahorros netos (reducción en los pagos por servicios), para el periodo de amortización (o tiempo en el que quedarían completos los trabajos de rehabilitación y se estima se recuperará el capital invertido). También deberán considerarse otras ventajas no cuantificables, incluyendo aquellas relacionadas con el medio ambiente, bienestar social, salud, confort, usuarios del agua, imagen política, etc.; aunque no se puedan incluir en el cálculo de los beneficios netos.

5.6 Jerarquización y selección de medidas

Para el programa de ahorro de agua deberán ordenarse las medidas de ahorro de acuerdo con el valor de su relación *beneficio/costo* y, en segundo término, por su impacto. Los comités deberán seleccionar las más adecuadas para cumplir las metas de disminución de consumos.

La selección y ordenamiento de medidas debe estar sustentada, para lo cual se elabora una tabla comparativa como se mencionó en la sección 5.3 “Alternativas de medidas de reducción”, de este manual.

Se recomienda que en el análisis y selección de las medidas a implantar, no sólo se deben considerar los aspectos económicos tradicionales (costo/beneficio), sino también elaborar análisis que consideren el impacto ambiental a mediano y largo plazos. Por ejemplo, estimando balances ecológicos y dinero requeridos para generar un producto o servicio para varios periodos y bajo varias posibilidades de que ocurran algunos cambios previsibles.

5.7 Desarrollo de un programa de uso eficiente y racional del agua

Los resultados de la evaluación de impacto y análisis de costo/beneficio se emplean para detallar un programa de uso eficiente y racional del agua, de tal modo que cumpla con los objetivos de la institución.

El programa resultante consistirá en determinar las fechas y periodos para realizar las actividades requeridas al implantar las diversas medidas de ahorro de agua y su correspondiente evaluación del volumen neto de agua ahorrada, así como de las ventajas no cuantificables.

6 PROGRAMA DE USO EFICIENTE Y RACIONAL DEL AGUA: IMPLANTACIÓN Y SEGUIMIENTO

6.1 Introducción

Cuando se trabaja en equipo para la elaboración e implantación de un programa de trabajo, es necesario:

- 1º Presentar una *imagen positiva y convincente del futuro* al grupo de colaboradores y beneficiarios, respecto a la disponibilidad y calidad del agua y medio ambiente.
- 2º Hacer que el grupo sienta suya esa visión positiva del futuro.
- 3º En forma conjunta y controlada *llevar a cabo acciones en la dirección marcada*, utilizando una estructura de apoyo y seguimiento.

“Todos en el equipo deben aceptar la responsabilidad para con ese futuro.”

Para formular una visión positiva del futuro, se debe *establecer una comunicación* eficiente (escuchar y hablar), *con la comunidad*.

Lograr *que la visión sea exitosa implica que debe ser amplia y detallada*. Cada actor en el proceso debe saber *¿Qué?*, *¿Cómo?*, *¿Cuándo?*, *¿Porqué?*, para que así pueda saber cuál es su función o responsabilidad.

¡Encuentre y dé a los demás un buen motivo para triunfar!

La visión formulada debe ser consensada. En forma conjunta, se deben establecer objetivos claros y concisos, dar seguimiento y asistencia frecuentes y evaluar los resultados periódicamente.

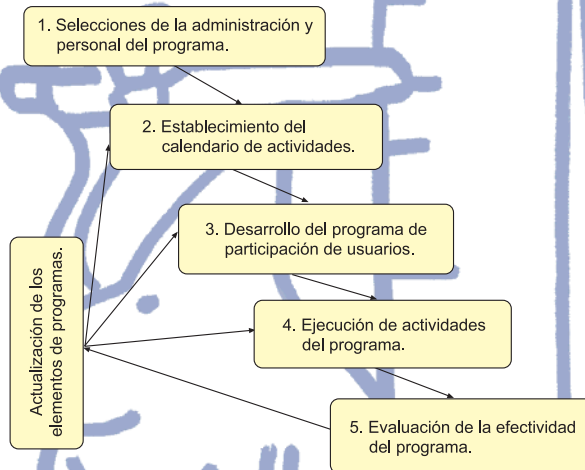
Los *objetivos* deben convertirse en *metas*; es decir, deben ser:

- *Medibles*. Se deben definir los parámetros y las unidades o índices para cuantificar el trabajo.
- *Específicos o concretos*. Se deben precisar las responsabilidades de cada participante.
- *Trazables*. Esto quiere decir que es necesario establecer una forma de registro periódico para observar la evolución, estimular los progresos y corregir oportunamente las fallas.

- *Alcanzables*. Los objetivos deben ser razonables (esto depende de la experiencia y conocimientos acumulados); evita perder la motivación.
- *Sensatos*. Las acciones que sean seleccionadas deben impactar en forma positiva y notable sobre los resultados y el rendimiento global.

Después de establecer objetivos y metas se deben establecer y acordar *normas para evaluar el rendimiento*; es decir, aclarar *¿qué se considera un trabajo bien hecho?*

Principales elementos a considerarse para el plan de implantación:



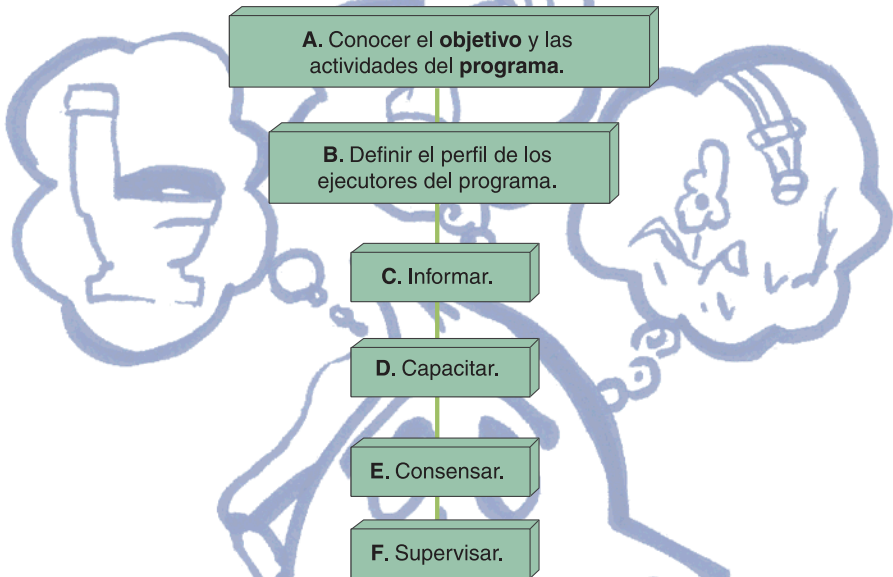
6.2 Administración del programa y personal

Para iniciar la implantación del Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua, debe existir un comité de uso eficiente y racional del agua por inmueble individual, o que atienda varios de ellos si son pequeños, siempre bajo la autoridad del correspondiente departamento de recursos materiales (o de servicios generales).

Por lo tanto, es necesario *integrar una organización con personal eficiente y dedicado* y, también, definir: el tipo de organización más apropiada (estructura y tamaño), *así como el perfil y las funciones* que debe tener el personal seleccionado.

Además de lo anterior, es necesario determinar los métodos y procedimientos de trabajo, así como las herramientas requeridas para lograr un control adecuado de los problemas y progresos del programa.

De esta manera, para lograr el éxito del programa, el responsable de la implantación debe seguir las siguientes etapas:



A Conocer el objetivo y actividades del programa

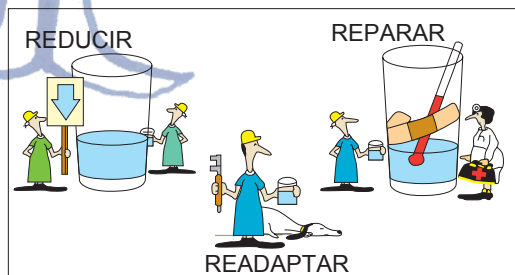
Objetivo general del programa:

Reducir al mínimo posible el consumo de agua en inmuebles, evitando el desperdicio al realizar las actividades cotidianas.

Las principales actividades que se requiere llevar a cabo son las siguientes:

- Reparar.
- Readaptar.
- Reducir.

Reparar, se refiere a la detección y eliminación de las fallas existentes en el sistema hidráulico de



distribución; con lo cual se evita el desperdicio constante por fugas de agua potable.

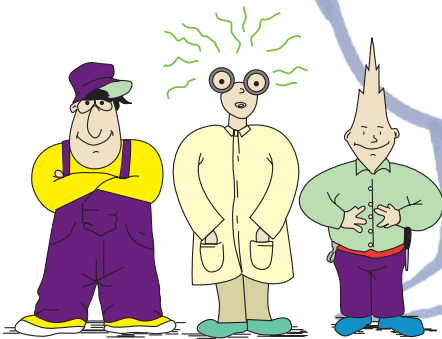
Readaptar, se refiere a las modificaciones, de bajo costo, que es factible hacer al sistema hidráulico de distribución y a los dispositivos instalados para el aprovechamiento del agua, de tal manera que trabajen con mayor eficiencia o con un menor consumo de agua para proporcionar el mismo servicio.

Reducir, se refiere al cambio de los dispositivos o métodos existentes para el aprovechamiento del agua (llaves, sanitarios, regaderas, aspersores, procesos, etc.), por otros de menor consumo, así como al cambio de hábitos por parte de los usuarios que se benefician de los servicios de agua potable y saneamiento, para evitar cualquier desperdicio.

B Definir el perfil de los ejecutores del programa

La persona que haya sido designada como responsable del programa debe saber que, para lograr el éxito, es determinante *formar un grupo de trabajo* que tenga características apropiadas a las labores que se deben llevar a cabo, por lo cual, en función del objetivo del programa y de las etapas del mismo, se debe *definir el perfil que permita identificar a los candidatos* para formar parte del grupo de trabajo.

Siempre que sea posible, lo más recomendable es buscar dentro de la institución a elementos calificados en las siguientes áreas de competencia:



- a) Técnico en comunicación.
- b) Oficial plomero.
- c) Dibujante técnico.
- d) Técnico en informática.
- e) Auxiliar de contabilidad.

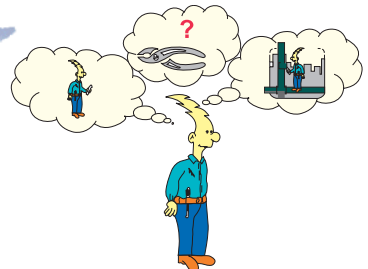
Una vez que se ha identificado a los candidatos a formar parte del equipo de trabajo, se les deberá entrevistar para conocer su nivel de desarrollo respecto a las actividades del programa y se deberá seleccionar a aquellos con mayor disponibilidad y compromiso para el fin propuesto.

C Informar

Una vez que se ha seleccionado al personal del grupo de trabajo, se le debe informar con detalle lo siguiente:

- i. Objetivo general del programa.
- ii. Descripción y visualización de la situación actual y de la que se quiere alcanzar respecto al uso del agua potable en la institución y en el país.
- iii. Cuál es el beneficio que producirá el programa a nivel colectivo y a nivel individual y qué oportunidades genera para otras personas.
- iv. Cómo piensa lograr el objetivo; aquí se debe *presentar una estrategia*, es decir:
 - a) ¿Cuáles son las cinco actividades más importantes para lograr el objetivo y cuáles son cruciales?
 - b) ¿Qué actividades se pueden realizar de inmediato y cuáles dependen de lo que se haga con anterioridad?
 - c) ¿Con qué medios cuenta y cuáles se requieren adicionalmente?
 - d) ¿Qué personas, fuera de las del grupo de trabajo, pueden ayudar a lograr el objetivo?
 - e) ¿Quién ha hecho algo similar y qué se puede aprender de ellos?
 - f) ¿Cuáles son los posibles obstáculos a los que se deberán enfrentar para lograr el objetivo?
 - g) ¿Qué alternativas de solución pueden existir para enfrentar los problemas más frecuentes?

Con el fin de evitar pretextos para no lograr una meta, busque la forma de dar las mayores facilidades a los ejecutores; es decir, *los recursos que cada uno va a necesitar, así como la asistencia y supervisión necesarias.*



Como responsable del programa, es *muy importante informar* a cada integrante del grupo de trabajo lo antes indicado.

¿Cómo se puede establecer una comunicación y supervisión eficaces?

- Con aquellos que tienen *mayor preparación y mucho interés* se podrá delegar más y supervisar menos; se delega y se comparte la responsabilidad de las decisiones.
- Con los que tienen *mucha preparación pero interés variable*, brinde apoyo, escuche, dé facilidades, elogie sus logros y pida sugerencias.
- Con el personal que tiene *preparación regular y poco interés*, dé instrucciones concretas, oriente, ayude, pida opiniones y supervise más.

¡Busque muchas ideas!

“No hay nada más peligroso que una idea cuando es la única que tiene.”

D Capacitar

Los detalles técnicos de las actividades a realizar se han descrito de manera detallada en los materiales preparados distribuidos en los cursos impartidos durante la implantación del programa; este ejercicio se realiza mediante un programa anual a cargo del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

E Consensar

El consenso es un elemento indispensable para lograr un adecuado control del rendimiento; este último consta de tres partes:

- Programación del rendimiento.
- Seguimiento y asistencia diarios.
- Evaluación del rendimiento.

Una vez que los integrantes del grupo de trabajo saben cuál es el objetivo y, mediante la capacitación, se les ha especificado qué es lo que se debe hacer, se debe *programar el rendimiento*.

Para esto, cada elemento del equipo, de acuerdo con su área de competencia y para un periodo de tres a seis meses, debe *fijar de tres a cinco metas alcanzables y sensatas*. El responsable del programa deberá hacer lo mismo, para cada uno de los integrantes y después llegar a un acuerdo con cada uno de ellos.

Asimismo, el responsable y los integrantes del equipo deben definir y acordar los criterios *para evaluar el rendimiento*, en relación con cada meta propuesta; es decir, determinar lo que se consideraría un trabajo bien hecho, para lo cual se requiere definir:

- *Las unidades para medir el avance*. Por ejemplo: un croquis por semana, la obtención de los datos de muebles sanitarios instalados en tres pisos de un edificio en dos semanas, etcétera.
- *Cuál es el alcance en la responsabilidad* de cada integrante. Por ejemplo: para la obtención y el registro de datos, el participante también deberá encargarse de reproducir los formatos.
- *Establecer un sistema para el registro del progreso* logrado hacia la meta (frecuencia y precisión). Por ejemplo: revisar y verificar el avance todos los miércoles y viernes o todos los jueves, etcétera.

Después, el responsable del proyecto debe evaluar el nivel de preparación de cada uno de los integrantes del equipo de trabajo, comparado con el nivel de preparación que se requiere para alcanzar cada meta y debe acordar, con cada colaborador, el nivel que considera tener él mismo; con esto se determina la frecuencia de supervisión y de asistencia que necesitará dicho colaborador, así como el calendario para verificar y reportar los avances logrados.

F Supervisar

Como ya quedó indicado antes, la supervisión servirá para verificar la ejecución de las actividades acordadas con la calidad requerida y, en su caso, brindar la asistencia para corregir con oportunidad cualquier desviación de las metas propuestas; por lo que es recomendable elaborar un programa de actividades diarias (rutina), y uno de actividades semanales o quincenales.

Es muy importante que cada participante sepa que la supervisión tiene como finalidad el proporcionar la ayuda necesaria para que su trabajo y el del equipo se realice con la mayor calidad y eficiencia.

“Hágalo enseguida, no demore ningún trabajo, las sorpresas no siempre son agradables.”

Los líderes de proyecto que emplean este estilo participativo con su grupo de trabajo, siempre parten de la presunción de que su equipo es responsable y espontáneamente motivado; es decir, *se cree que las personas tienen potencialidades para convertirse en grandes protagonistas.*

“El que sabe y no actúa, todavía no sabe nada.”

PROVERBIO BUDISTA

6.3 *Calendario de actividades*

La administración y el personal del Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua tendrán que elaborar un calendario para habilitar las medidas de reducción de consumos de agua. Esto debe incluir a los distintos componentes del programa, incluyendo el programa de educación (motivación, concientización, orientación), la instalación de dispositivos y equipos y las actividades de seguimiento, basadas en las siguientes condiciones y restricciones:

- *Las metas* de ahorro de agua.
- *El presupuesto* disponible y proyectado para el año actual y los futuros.
- *El personal* disponible para las actividades de educación y evaluación.

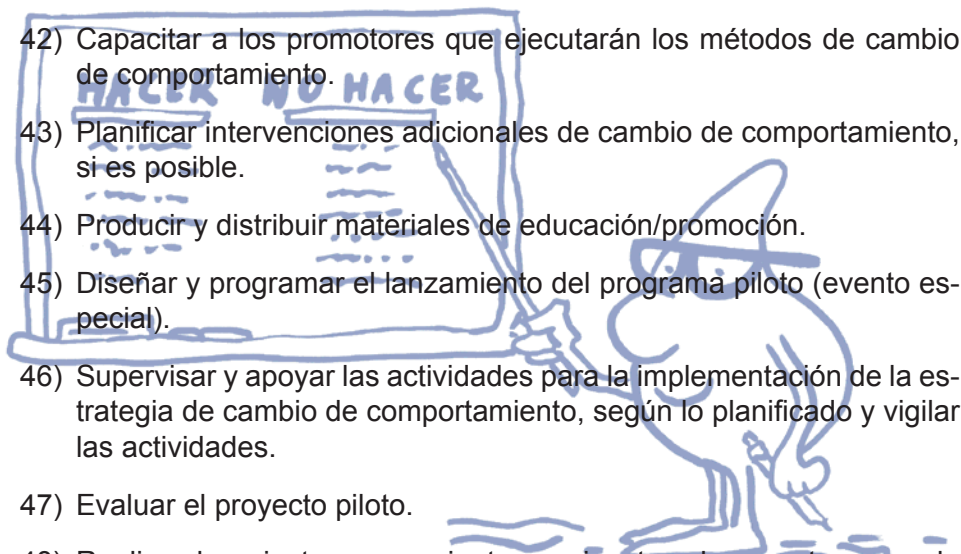
A continuación se presenta un listado de *tareas* que sirven de guía para el establecimiento del calendario de actividades:

- 1) Seleccionar un equipo básico para realizar el programa.
- 2) Estudiar los antecedentes del programa.
- 3) Especificar los objetivos generales del programa.

- 4) Estudiar este instructivo, con los colaboradores, para familiarizarse con los componentes del programa y las actividades que entran en juego.
- 5) Especificar la información básica y datos requeridos como antecedentes para el programa.
- 6) Capacitar al personal del equipo básico para la obtención de información y datos.
- 7) Planificar cómo obtener la información y los datos del programa (elaborar formatos y designar responsables).
- 8) Recopilar información básica.
- 9) Realizar y registrar la medición de consumos.
- 10) Organizar e interpretar la información y los datos obtenidos.
- 11) Analizar los resultados de la medición de consumos y proponer los cambios factibles, para la reducción de consumos.
- 12) Considerar los cambios más convenientes, de acuerdo con este instructivo.
- 13) Informarse acerca de los posibles proveedores y el tipo de información que necesitarán para la obtención de presupuestos.
- 14) Estimar los recursos necesarios para iniciar el programa (análisis beneficio/costo y definición de prioridades).
- 15) Especificar las actividades concretas del programa (que sean cuantificables).
- 16) Redacte una propuesta utilizando toda la información disponible y los planes actuales. Consulte la guía en el anexo B.
- 17) Si se requiere una propuesta detallada, siga con las mediciones, planificación y decisiones, tal como se describen en este instructivo, hasta que se obtengan planes suficientemente detallados para incorporarlos en la propuesta.
- 18) Considerar los periodos de las posibles intervenciones de la administración y de la estructura institucional para este programa.

- 19) Identificar los posibles ejecutores y evaluadores del programa.
- 20) Establecer un comité de gestión.
- 21) Aumentar el equipo posteriormente, de acuerdo con la necesidad y el interés.
- 22) Seleccionar los métodos de reducción más apropiados.
- 23) Seleccionar los dispositivos de reducción de consumo.
- 24) Seleccionar los equipos de bajo consumo que sustituirán a los actuales.
- 25) Seleccionar los cambios de proceso más adecuados.
- 26) Considerar las tareas requeridas para mejorar los componentes del sistema de distribución.
- 27) Evaluar las tareas para mejorar el funcionamiento del sistema de distribución.
- 28) Seleccionar las actividades de mejoramiento al sistema de distribución (que serán aplicadas y planificarlas con más detalle).
- 29) Identificar las “audiencias meta” específicas para inducir un cambio en su comportamiento.
- 30) Posicionar el plan (por ejemplo, definir los beneficios que producirá el programa, con un logotipo y un lema que sean atractivos).
- 31) Planificar los mensajes clave que se utilizarán en los medios de difusión.
- 32) Seleccionar los métodos de cambio de comportamiento y los canales de comunicación.
- 33) Especificar los materiales de comunicación requeridos (por ejemplo: carteles, trípticos, muestras de dispositivos ahorradores, etc.).
- 34) Establecer el programa para la adquisición de los dispositivos y equipos de ahorro.
- 35) Establecer la secuencia de instalación de dispositivos y equipos, o conseguir un proveedor que realice estos servicios.

- 36) Planificar la capacitación del personal para la ejecución de los métodos de cambio de comportamiento (promotores).
- 37) Elaborar materiales de capacitación y materiales de comunicación.
- 38) Preparar una lista de las actividades y productos deseados (cantidades).
- 39) Verificar la utilización de los canales seleccionados.
- 40) Someter a pruebas previas los mensajes y materiales.
- 41) Producir y distribuir los materiales.
- 42) Capacitar a los promotores que ejecutarán los métodos de cambio de comportamiento.
- 43) Planificar intervenciones adicionales de cambio de comportamiento, si es posible.
- 44) Producir y distribuir materiales de educación/promoción.
- 45) Diseñar y programar el lanzamiento del programa piloto (evento especial).
- 46) Supervisar y apoyar las actividades para la implementación de la estrategia de cambio de comportamiento, según lo planificado y vigilar las actividades.
- 47) Evaluar el proyecto piloto.
- 48) Realizar los ajustes convenientes y ejecutar el proyecto a escala mayor.



Para monitoreo:

- Identificar las actividades, indicadores y unidades de medición de los resultados que se vigilarán.
- Decidir cómo se actuará en relación con las conclusiones.
- Identificar fuentes de datos de monitoreo y métodos de recopilación de datos.
- Programar el monitoreo.

- Diseñar y someter a pruebas previas los formularios y cuestionarios simples para registrar la información.

Para evaluación:

- Revisar los objetivos y las actividades pertinentes del proyecto en términos de efectos previstos.
- Revisar los indicadores y unidades de medición de los resultados por evaluar.
- Determinar las fuentes donde se obtendrán los datos para la verificación y los métodos de recopilación de datos.
- Planificar la recopilación de datos, incluido el programa y personal de promoción requeridos.

6.4 Participación de los usuarios

a) Definir los objetivos y elementos principales

En cualquier programa de conservación de largo plazo, es vital que los usuarios del agua conozcan *porqué es importante* usar cuidadosamente el recurso. Esta educación tiene dos *objetivos*:

- Alentar y motivar* a los usuarios para ejecutar y mantener los procedimientos del programa de ahorro.
- Facilitar la aceptación*, por parte de los usuarios, de las medidas de reducción de agua adoptadas por la gerencia.

Entre los *elementos clave que se deben de tomar en cuenta* para un efectivo programa de educación, se encuentran:

- Un tema* (logotipo o símbolo y lema), que represente al programa de uso eficiente y racional del agua.
- Un(a) promotor(a) educativo(a)* encargado(a) de la distribución de materiales educativos y de los programas educacionales. Deberá haber uno(a) por cada CESPIMA (Comité de Elaboración y Seguimiento del Programa Interno de Manejo Ambiental), representando a cada dependencia o entidad.
- Materiales educativos* que comuniquen los objetivos e inviten y motiven la participación del personal, tales como carteles o mamparas

con noticias internas, y guías y carteles sobre cómo reducir los consumos.

- Un plan educacional* que incluya los métodos de comunicación y el itinerario de implementación, seguimiento.
- Seguimiento del programa educacional*, especialmente cuando el programa de conservación depende de cambios en hábitos o actitudes de los usuarios. El seguimiento y continuidad del programa, así como *la información periódica de los resultados logrados*, animará la participación de usuarios o informará al educador si el plan educacional es funcional o inadecuado.
- Modificación del programa de conservación de agua*, en los casos donde el plan educacional no haya logrado la participación esperada de los usuarios.

b) Definir a los participantes del programa

En este instructivo se hace hincapié en la importancia que tiene la participación de las comunidades en todas las etapas del trabajo. Por supuesto, también se fomenta una colaboración intersectorial y de todas las entidades locales. Sin embargo, en muchos ámbitos dedicados a labores de desarrollo, todavía existe la tendencia a considerar como “receptores” o “beneficiarios” a las personas a quien se sirve. Las personas a quien se sirve podrían ajustarse a esta descripción, pero este punto de vista por sí solo resulta bastante paternalista y es contrario a un enfoque de la programación basado en los derechos, por lo tanto,

“Las personas a quienes se sirve son los PARTICIPANTES, en todos los aspectos.”

Los programas sobre uso eficiente y racional del agua, para el mejoramiento y la sustentabilidad ambiental, han reconocido este factor desde hace mucho tiempo. Por esto, es importante que los profesionales o especialistas de la comunicación reconozcan también este factor en el marco del agua y la sustentabilidad ambiental.

Además, es preciso tomar medidas para involucrar a toda la comunidad para que participen en todos los aspectos del programa. Los participantes y la comunidad están vinculados ya que los participantes viven dentro de

comunidades y, por lo tanto, la participación debe realizarse en el plano individual y el colectivo. Así, el grado de participación puede variar debido a diversos aspectos.

“El proceso es tan importante como el producto.”

La primera etapa del programa es una evaluación de la situación presente, con la colaboración del equipo básico, ya que permite a las organizaciones comprender las realidades locales y establecer las prioridades.

La comunidad debe comprender y aceptar que son requerimientos primarios los siguientes: evitar el desperdicio del agua, y reducir el consumo y la lucha contra la contaminación ambiental. Para inducir dicha comprensión y aceptación, se consideran varios enfoques en dos niveles de planificación:

- Actividades organizadas y ejecutadas en su mayoría por los propios usuarios (cambio de hábitos).
- Actividades que requieren apoyo gerencial, como la instalación o el cambio de dispositivos y equipos para el uso eficiente del agua.

Al terminar la primera etapa (evaluación de la situación presente), se identifican tres elementos clave para que el proyecto tenga un carácter sustentable:

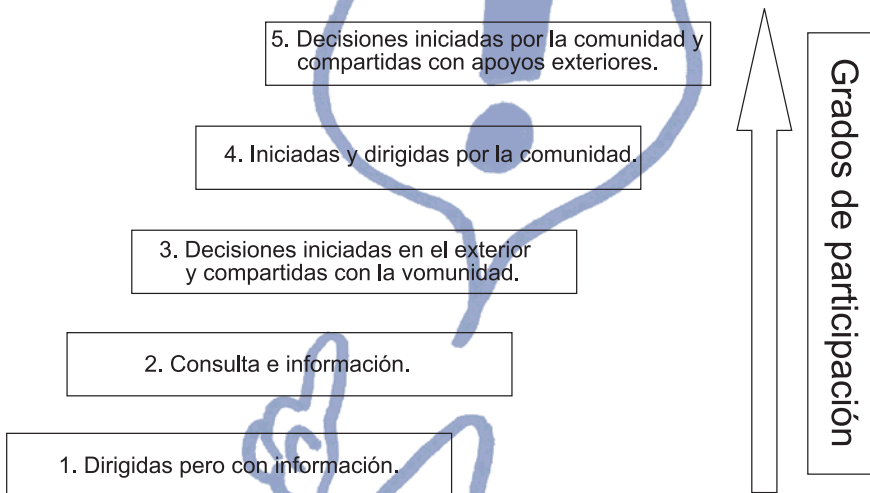
1. *Acuerdos institucionales* y alianzas, para la colaboración a diferentes niveles, y la participación de todos los usuarios en cada uno de los aspectos del programa.
2. *La comunidad asimila los objetivos del proyecto* y los conceptos de la evaluación, orientados hacia los procesos de uso eficiente y racional del agua.
3. *Ninguna actividad se inicia sin realizar antes una evaluación* y el proyecto se concentra en los aspectos de la organización comunitaria, la movilización de promotores, la colaboración interinstitucional y el fomento de alianzas.

C) Grados de participación

La manipulación, la presencia honorífica y la representación simbólica son niveles muy discutibles de participación en los que las comunidades hacen lo que los “expertos” externos o las autoridades sugieren que deben hacer,

pero cuando se pregunta a los participantes que digan lo que piensan sobre el proyecto o cuando participan en “actividades”, carecen de una comprensión real de los métodos. Pero tienen pocas oportunidades o ninguna de decidir los canales o métodos disponibles para expresar sus puntos de vista o la amplitud de las ideas que pueden aportar.

Algunos enfoques, muy sucintos y significativos, describen el proceso de la participación. El gráfico que se presenta a continuación puede aclarar este concepto.



1 Dirigidas pero con información

Las autoridades o expertos deciden el proyecto y las comunidades aceptan de forma voluntaria participar. Las comunidades comprenden el proyecto y deciden por qué deben participar, y las autoridades confirman el respeto de los puntos de vista de las comunidades.

2 Consulta e información

Las autoridades y/o los expertos diseñan y dirigen el proyecto pero consultan a la comunidad. La comunidad comprende plenamente el proceso. Las autoridades y/o los expertos toman seriamente en cuenta sus opiniones.

3 Decisiones iniciadas por las autoridades/expertos y compartidas por la comunidad

Las autoridades tienen la idea inicial, pero las comunidades participan en todas las etapas de la planificación y la aplicación. No solamente se toman en cuenta sus puntos de vista, sino que participan en la toma de decisiones.

4 Iniciadas y dirigidas por la comunidad.

La comunidad tiene la idea inicial y decide cómo debe ponerse en práctica el proyecto. Las autoridades y los expertos están disponibles pero no dirigen el proyecto.

5 Decisiones iniciadas por la comunidad y compartidas con las autoridades y los expertos.

Las comunidades tienen las ideas, establecen el proyecto y acuden a las autoridades en busca de clarificación, orientación, discusión y apoyo. Los expertos no dirigen el proyecto sino que ofrecen sus conocimientos técnicos para que los miembros de la comunidad juzguen por su cuenta.

La *comunicación para el desarrollo del programa* es un proceso en el que intervienen la investigación y la planificación, y resulta fundamental para la transformación de la sociedad. Actúa por medio de tres estrategias principales: *promoción*, para obtener los recursos y el compromiso de los dirigentes políticos y sociales para alcanzar las metas del desarrollo; *movilización social*, para ampliar la participación y el sentimiento de propiedad; y *comunicación de apoyo a los programas*, para lograr cambios en el conocimiento, actitud y práctica de las personas concretas que participan en los programas. Cuando se combina con el perfeccionamiento de las *aptitudes* y las *capacidades* apropiadas, y la provisión de un entorno propicio, la comunicación desempeña un papel esencial en el fomento de un comportamiento positivo, el cambio en el comportamiento y la potenciación de los individuos y los grupos.

La *promoción* consiste en el proceso de recopilación, organización y formulación de información para transformarla en un razonamiento que sea posible comunicar a los dirigentes políticos y sociales por medio de diversos canales interpersonales y de los medios de difusión, con el objetivo de obtener su compromiso con un programa de desarrollo y un apoyo activo.

La *movilización social* consiste en el proceso de agrupar al mayor número posible de aliados sociales intersectoriales para convencerles de la necesidad de alcanzar un objetivo concreto de desarrollo, fomentar su demanda y mantener el progreso hacia su consecución.

La *comunicación de apoyo a los programas* es un proceso consultivo, basado en la investigación, cuyo objetivo consiste en abordar los conocimientos, actitudes y prácticas de los grupos específicos que participan en los programas, a fin de perfeccionar o cambiar aquellos comportamientos que tienen repercusiones sobre los objetivos de desarrollo.

La *participación de la comunidad* es un proceso de desarrollo basado en el diálogo y la consulta con los miembros de la comunidad, así como su participación plena, a fin de que determinen sus propios problemas, decidan la mejor manera de superarlos y hagan planes o procuren las soluciones y la asistencia apropiadas.

Los *participantes en el programa* son los individuos, familias, comunidades y los diversos aliados hacia quienes está dirigido el programa de comunicación y con quien es necesario colaborar para alcanzar los resultados deseados y la resolución del problema.

Los comportamientos que afectan las actividades de uso eficiente y racional del agua, llevan consigo la necesidad de *que los individuos y las comunidades establezcan prácticas diarias sostenibles durante todas sus vidas*. Con el fin de mantener estas prácticas, no solamente resulta necesario proporcionar conocimientos y capacitación a los individuos y a las familias, y reforzar y verificar estos comportamientos en el plano local, sino también establecer sistemas institucionales y comunitarios de abastecimiento y conservación de materiales y equipos.

De este modo, las actividades no comienzan y terminan con un individuo o con una familia. Estas actividades deben abarcar grupos institucionales, regiones y comunidades.

Las *personas* son quienes influyen de forma más directa sobre nuestros comportamientos, ya sea directamente o cuando los medios de difusión muestran a otras *personas como nosotros que practican los comportamientos recomendados*. Esto puede parecer obvio, y lo es. La cuestión es la siguiente: ¿por qué no utilizamos los conceptos obvios en las actividades de desarrollo? Los seres humanos se dejan influir por los amigos, los vecinos, las personas que admiran, los grupos que integran. Por tanto, estos elementos son recursos valiosos y —lo que es más importante— disponibles, que deberían utilizarse para alentar a las personas a desarrollar las conductas recomendadas.

A nadie le debe sorprender saber que las personas reaccionan de forma diferente cuando se trata de adoptar un nuevo comportamiento. Los datos de que se dispone sobre este fenómeno son numerosos y abarcan a muchas culturas. Es importante conocer los datos de esta investigación porque nos ayuda a determinar distintos enfoques estratégicos de comunicación destinados a amplios grupos de la población.

La característica primaria es el ritmo con que los diversos grupos de una sociedad adoptan una práctica. Resulta muy útil saber que algunos grupos de personas tienden a adoptar nuevas ideas y prácticas más rápidamente que otras (innovadores y aceptantes iniciales) y que algunos son más cautos que otros (aceptantes tardíos o resistentes). Los más cautos, sin duda, pueden tener muy buenas razones para no aceptar inmediatamente los nuevos comportamientos. Estas son las personas que más tienen que perder y la menor cantidad de recursos que invertir. A menos que se les pueda garantizar que los programas no conducen al desperdicio de los escasos y preciosos recursos de que disponen, y asegurarles que resultarán beneficiosos en última instancia, estas personas no tendrán ningún interés en el programa.

Además, cada uno de esos grupos responde a los mensajes de comunicación de una manera diferente. Por tanto, resulta esencial que los responsables de todos los programas de promoción sepan cuántas personas hasta la fecha han sido objeto de una intervención: 1) *cuántas* personas del total de la población la utilizan (practican el comportamiento recomendado), 2) *quiénes son* exactamente las personas que lo han practicado y 3) qué características comparten esas personas.

Resulta obvio que un programa de información que utilice los medios de difusión más tradicionales afectará los comportamientos de los innovadores y tal vez de los aceptantes iniciales. Pero no tendrá mucha influencia sobre los comportamientos de muchos otros. Por lo tanto, a fin de establecer una comunicación de manera efectiva con la mayoría tardía, se tendrá que utilizar una estrategia de comunicación muy diferente.

Los elementos principales que deben ser aportados por el responsable en materia de comunicación serán: 1) ofrecer la seguridad y la información que los participantes requieren, 2) presentar los modelos de los comportamientos que necesitan seguir y 3) enseñarles las aptitudes necesarias para adquirirlos. Junto con ellos, el responsable tendrá que explorar los canales

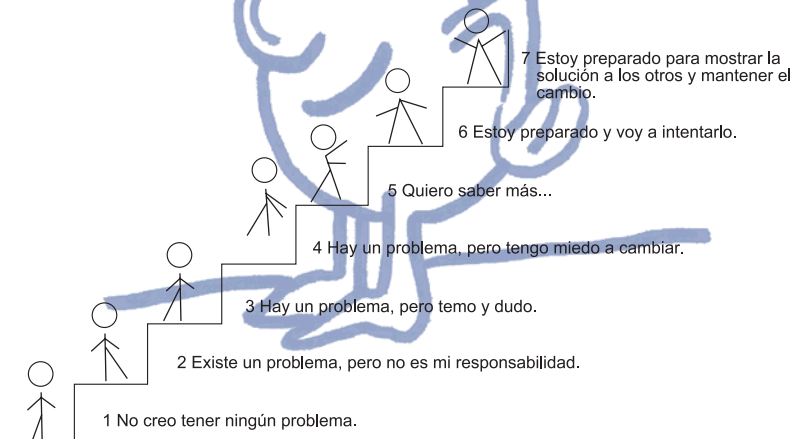
de comunicación que los participantes prefieren, los mensajes que desean escuchar, las personas en quienes más confían.

Por supuesto, es imposible conseguir esto sin realizar una investigación. Es necesario recordar que el objetivo es establecer comportamientos recomendados que respondan a las necesidades de las personas que adoptan el cambio de hábito del cual se es responsable.

Uno de los instrumentos disponibles más valiosos es el conocimiento del proceso —las etapas— que sigue el desarrollo de los diferentes comportamientos. Con este conocimiento, se puede investigar a los grupos de participantes para averiguar la etapa en que se encuentran y planificar de este modo las estrategias de comunicación.

Existe un amplio debate sobre el número de etapas que hay en el desarrollo del comportamiento. En la práctica, el número de etapas no tiene demasiada importancia. Lo que sí resulta importante es saber que *la gente no comienza a hacer de improviso algo que no ha hecho hasta ese momento*. Aprenden. Sopesan los beneficios de hacerlo o no hacerlo.

Observan a su alrededor para comprobar si hay otras personas que lo hacen y si su comunidad acepta a estas personas. Aprenden las aptitudes para hacerlo. Las aplican a sus propias vidas. Analizan si merece la pena continuar practicándolo. Puede que lo rechacen o puede que animen a los otros a que sigan su ejemplo (ver el gráfico presentado a continuación).



No siempre la realidad se ajusta a la secuencia indicada en el gráfico. A veces, estas etapas se producen simultáneamente o las personas se saltan una o varias etapas. Lo importante es saber las etapas que las personas, o incluso una comunidad, han alcanzado en la aceptación del cambio de hábito en la que se trabaja. Si se conoce la etapa, se pueden formular estrategias de comunicación que aporten las necesidades de comunicación requeridas para cada etapa.

6.5 *Ejecución de actividades del programa*

Para llevar a cabo con eficiencia las actividades del programa es necesario anticipar la ocurrencia de diversos tipos de contingencia, con el fin de tomar las medidas de previsión más adecuadas, de modo que el programa de actividades no sufra retrasos innecesarios y que las actividades sustanciales de la institución no se vean afectadas.

Entre los elementos que es recomendable tener en cuenta para resolver contingencias están los siguientes:

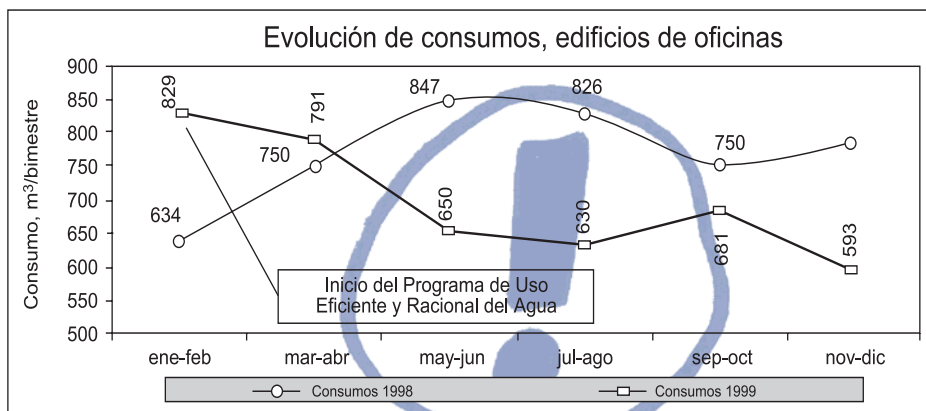
- Periodos de actividades relevantes o de más intenso trabajo para la institución.
- Periodos vacacionales.
- Periodos de lluvias que pudieran afectar algunos trabajos.
- Periodos anuales para el acceso a los recursos financieros.
- La ejecución de otros programas con una programación de actividades similares.
- Tiempo de entrega de materiales, dispositivos y equipos que sean requeridos.

6.6 *Evaluación del programa*

La evaluación rutinaria del progreso en ahorros de agua puede revelar las áreas dónde las medidas fueron exitosas y dónde ineficaces. También puede indicar dónde se requieren modificaciones al programa.

La gerencia del programa y el equipo del programa pueden realizar y evaluar las modificaciones basados en: el estudio de los registros de consumo de los medidores principales (variación del consumo de agua y de índices), así

como en los registros de los medidores internos, para determinar los ahorros globales de agua y los ahorros por subáreas individuales.



Rutinariamente deben enviarse a la gerencia del inmueble los siguientes informes de la eficacia del programa.

- Encuestas de la participación y actitud de los usuarios.
- Aceptación por los administradores del inmueble.
- Reportes del coordinador educativo.

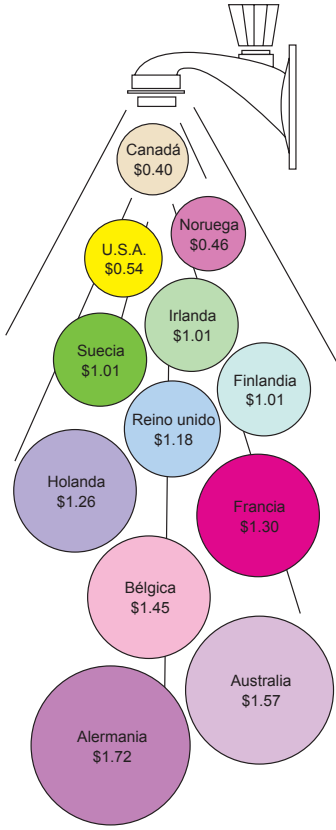
Al mismo tiempo, se deberán informar a los usuarios los resultados alcanzados para animar su mayor participación. En el Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua deberán enviarse informes trimestrales del Comité de Elaboración y Seguimiento del Programa Interno de Manejo Ambiental al IMTA, para su revisión, análisis de los resultados obtenidos, elaborar las conclusiones e integrar la información general del programa por cada institución participante, para que posteriormente informe a la Semarnat de los resultados finales anuales del programa para su control y seguimiento.

6.7 Actualización de elementos del programa

La evaluación rutinaria del programa ayudará a identificar cuáles medidas no son efectivas y que eventualmente pudieran reemplazarse o modificarse.

Antes de aceptar cualquier medida de reemplazo, cada una debe evaluarse exhaustivamente, mediante análisis de impacto y costo-beneficio.

PRECIOS MUNICIPALES DEL AGUA
(\$/1,000 litros*)



* Todos los precios están en dólares canadienses de 1992. En la mayoría de los países se encrementan año con año. Estas cifras **no** incluyen el costo del tratamiento del agua residual.

Referencia: National Utility Service International Water Price Surveys, tal y como se publicó en *Word Water and Environmental Engineer*.

ANEXOS

ANEXO A Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua en Predios e Inmuebles

FORMATO 1

FECHA día/mes/año:

Datos básicos

Nombre de la institución y dependencia:	
Domicilio donde se encuentra el predio o edificio en estudio:	
Ubicación del edificio dentro del predio (norte, sur, oriente, poniente, centro):	
Nombre y cargo del responsable del programa:	Teléfono/Fax/Correo electrónico:
Antigüedad del edificio: _____ años.	
Características arquitectónicas del edificio:	
Uso principal del <i>edificio o predio</i> : Oficinas de administración _____, Servicios públicos _____, Servicios educativos _____, Servicios hospitalarios _____, Servicios comerciales _____, Servicios industriales _____, Servicios policiales _____, Laboratorio de investigación _____, Otro _____	
Cantidad de cada tipo de fuentes de suministro: _____ Toma(s) municipal(es) _____ Pozo(s) profundo(s) _____ Manantial(es) _____ Toma(s) de arroyo _____ Toma(s) de presa de almacenamiento Otras: _____	
¿Tiene medidor de consumo en la(s) fuente(s) de suministro? (si/no): _____ Toma municipal (1) _____ Toma mpal. (2), _____ Toma mpal. (3), _____ Pozo profundo(1), _____ Pozo profundo(2), _____ Manantial, _____ Toma de arroyo, _____ Toma de presa de almacenamiento, Otras: _____	
Longitud, en metros , y material de la red predial de distribución de agua fría : _____ cobre, _____ Fe galvanizado, _____ polietileno, _____ PVC, _____ acero, _____ concreto.	
Longitud, en metros , y material de la red predial de distribución de agua caliente : _____ cobre, _____ Fe galvanizado, _____ polietileno, _____ PVC, _____ acero, _____	

Longitud , en metros, y material de la instalación hidráulica para agua fría : _____ cobre, _____ Fe galvanizado, _____ polietileno, _____
Longitud , en metros, y material de la instalación hidráulica para agua caliente : _____ cobre, _____ Fe galvanizado, _____ polietileno, _____

FORMATO 1

Cantidad de válvulas de seccionamiento en la red predial :
Cantidad de válvulas de seccionamiento en la instalación hidráulica :
Cantidad de depósitos de almacenamiento , por tipo, en el edificio y predio: _____ cisterna de concreto, _____ cisterna de mampostería, _____ tinaco de asbesto, _____ tinaco de polietileno, _____ tinaco de metal, _____ pileta o tanque de mampostería, _____ alberca.
Cantidad de dispositivos y muebles para consumo de agua en el edificio: _____ inodoros, _____ mingitorios, _____ llaves de lavabo, _____ llaves p/manguera de jardín, _____ llaves/fregadero, _____ llaves/taller, _____ lavadora de ropa, _____ llaves/laboratorio, _____ llaves/servicios generales, _____ regaderas, Otros: _____
Cantidad de moto-bombas para agua potable:
Cantidad de sistemas hidroneumáticos :
Número de empleados fijos:
Número de usuarios permanentes (alumnos, clientes, pacientes, etc.):
Número promedio diario de visitantes :
Periodos vacacionales en el año:
Días no laborables en el año:
Fechas de mantenimiento a las instalaciones de agua potable, en el año:
Fechas de mantenimiento a equipos que emplean agua potable:
Comentarios sobre ocurrencia de problemas de operación relacionados con el agua potable: (p.ej. número y ubicación de fugas, taponamientos, zonas de baja presión, zonas de alta presión, derrames en depósitos, humedecimiento en paredes, pisos o techos, etc.):

Lecturas del medidor de consumo

Nombre de la institución y dependencia:						
Domicilio donde se encuentra el predio y/o edificio en estudio:						
Ubicación del edificio dentro del predio (norte, sur, oriente, poniente, centro):						
Nombre y cargo del responsable del programa:				Teléfono/Fax/Correo electrónico:		
Lecturas del medidor						
Nombre del responsable de tomar las lecturas:				Ubicación y número de serie del medidor :		
Lunes (día/mes/año)	Martes (día/mes/año)	Miércoles (día/mes/año)	Jueves (día/mes/año)	Viernes (día/mes/año)	Sábado (día/mes/año)	Domingo (día/mes/año)
07.30 h 5,328.419 m ³	07.30 h 5,339.132 m ³					
18.30 h 5,339.025 m ³						
Lunes (día/mes/año)	Martes (día/mes/año)	Miércoles (día/mes/año)	Jueves (día/mes/año)	Viernes (día/mes/año)	Sábado (día/mes/año)	Domingo (día/mes/año)
Observaciones:						

Formato de aforo de consumos por tipo operación

FORMATO 3

Área	1° piso Unidad administrativa	1° piso Unidad administrativa	2° piso Unidad administrativa	2° piso Unidad administrativa	Talleres	Patío de servicio
Fecha:	10-Nov-02	10-Nov-02	10-Nov-02	10-Nov-02	10-Nov-02	10-Nov-02
Hora:	11:23	11:32	11:48	12:04	12:10	12:30
Operación	Lavabo hombres	WC hombres	Lavabo mujeres	WC mujeres	Regadera hombres	Jardín
Núm de usos/día	50	18	50	24	14	1
Tiempo/uso, en seg.	18.0	16.0	16.0	16.0	420.0	1,680.0
T_1 en s.	96.7	43.8	43.8	25.4	25.4	10.6
Vol_1 en l.	9.32	18.00	4.92	18.00	6.86	5.00
T_2 en s.						
Vol_2 en l.						
T_3 en s.						
Vol_3 en l.						
Q_{prom.} l/s	0.09638		0.11233		0.27	0.471698
Q_{prom.} l/min.	5.78	324.00	6.74	432.00	16.20	28.30
Vol_{prom.} l/día	86.74	89.86	89.86	792.45	1,588.06	792.45

Para calcular el volumen promedio de consumo en llaves de lavabos, se multiplica el Q_{prom} por el tiempo de uso por el número de usos al día:

$$Vol_{prom.} \text{ (hombres)} = 0.09638 \text{ l/s/uso} \times 18 \text{ s} \times 50 \text{ usos/día} = 86.74 \text{ l/día}$$

$$Vol_{prom.} \text{ (mujeres)} = 0.11233 \text{ l/s/uso} \times 16 \text{ s} \times 50 \text{ usos/día} = 89.86 \text{ l/día}$$

BALANCE DE AGUA POTABLE DEL 10 AL 16 DE NOVIEMBRE DEL 2002

Nombre de la dependencia:

Fecha de elaboración:

Nombre de quien elabora el balance:

REF.	CONCEPTO	Unidad	Cantidad	INGRESOS	EGRESOS
1	Suministro de agua por la toma municipal.			5420 l	
2	Suministro de agua por el pozo.	3,744.0 l/día	cinco días	18720 l	
3	TOTAL SUMINISTRADO:			24,140 l	
4	Almacenamiento en la cisterna, al inicio del periodo.	32900 l			
5	Almacenamiento en la cisterna, al final del periodo.	32217 l			
6	Diferencia en el almacenamiento:	683.00 l		- 683.00 L	683 l
7	Almacenamiento en el tinaco ubicado en la azotea, al final de periodo.	4,525 l			
8	Almacenamiento en el tinaco ubicado en la azotea, al final de periodo.	4,700 l			
9	Diferencia en el almacenamiento:	683.00 l			683.00 l
10	DIFERENCIA DE ALMACENAMIENTO	508.00 l		-	508 l
11	SUMA DE INGRESOS:			24,140 l	
12	Uso total en inodoros 1º piso U. administrativa	324.00 l/día	cinco días		1,620 l
13	Uso total en mingitorios 1º piso U. administrativa	4.00 l/dscga	cien dscga		400 l
14	Uso en grifos o llaves de lavabo 1º piso U. administrativa	86.74 l/día	cinco días		434 l
15	CONSUMO TOTAL EN 1o PISO:				-
16	Uso total en inodoros 2º piso U. administrativa	432.00 l/día	cinco días		2,160 l
17	Uso total en mingitorios 2º piso U. administrativa	no hay	-		
18	Uso en grifos o llaves de lavabo 2º piso U. administrativa	89.86 l/día	cinco días		449 l
19	CONSUMO TOTAL EN 2o PISO:				2,609 l
20	Uso en regaderas área de talleres	1,588.1 l/día	cuatro días		6,352 l
21	Uso en lavado de patios de servicio	792.45 l/día	un día		792 l
22	Uso en aseo 1º y 2º piso del inmueble	144.00 l/día	cinco días		720 l
23	Uso en riego de plantas	16.00 l/día	cuatro días		64 l
24	Consumo por fugas localizadas en el periodo	2,160.0 l/día	cinco días		10,800 l
25	Consumo por vigilantes, sabado y domingo	152.00 l/día	dos días		304 l
26	OTROS CONSUMOS:				19,033 l
27	SUMA DE EGRESOS:				24,604 l
28	DIFERENCIA EN EL BALANCE DEL AGUA:		(Ref. 11- Ref. 27)	-463.69 l	-1.92%

Cuando se emplean los caudales estandarizados o los aforados para calcular el volumen de agua consumida o utilizada, siempre habrá una diferencia, positiva o negativa, en el balance, tal y como se observa en el ejemplo.

Debido a que no existen recomendaciones respecto a la diferencia aceptable en el resultado de un balance, se puede adoptar como aceptable una diferencia de hasta 15%, que corresponde a la suma de los errores humanos y de errores de exactitud de los instrumentos de medición.

Cuando la diferencia sea mayor al 15%, se deberán revisar los cálculos y, cuando haya duda, se deberán repetir las mediciones.

ANEXO B Guía de contenido para la presentación del Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua

- 1 Título del programa: Uso Eficiente y Racional del Agua.
- 2 Resumen: Incluir el lugar o lugares del programa, personal, personas que sirven de contacto, población meta, duración y presupuesto.
- 3 Introducción: Describir los antecedentes del programa (situación del país en relación con el uso y la disponibilidad del agua), y descripción general del programa resaltando los beneficios sociales, económicos y políticos.
- 4 Exposición del problema: Especifique el problema y sus causas, evaluación de las necesidades y razón fundamental para el proyecto (acuerdos, leyes y ordenanzas).
- 5 Descripción del proyecto: Prepare una lista de metas y objetivos, proceso e indicadores de impacto, y actividades principales.
- 6 Plan operativo: Proponga estrategias de intervención concretas, cómo participarán activamente: el cuerpo directivo de la dependencia, usuarios, comunidades y otras entidades relacionadas (consultores, institutos, etc.).
- 7 Gestión del proyecto: Indique la cantidad de personal que se requiere, estructura gerencial y líneas de comunicación; los requisitos físicos y su finalidad.
- 8 Monitoreo y evaluación: Especifique los sistemas de información; estudios de referencia, si existen; fechas de evaluación, sistema de informes y resultados, papel de los participantes en el monitoreo y periodos para la presentación de informes.

9 Presupuesto

Elementos complementarios

- 10 Aspectos innovadores de la propuesta.
- 11 Creación de la capacidad que deberá lograrse: económica, financiera y de recursos humanos.
- 12 Sustentabilidad. Nuestro compromiso con las futuras generaciones.
- 13 Potencial de apalancamiento/efecto multiplicador para fondos adicionales a los de la institución.

ANEXO C Lineamientos sobre el agua y datos relevantes

Mientras la tecnología ha posibilitado que de las diversas fuentes de abastecimiento se extraigan diariamente miles de litros de agua para el consumo humano y riego, su agotamiento afecta principalmente a los acuíferos de aguas subterráneas. Simultáneamente, con esta explotación excesiva del agua, se registra un aumento alarmante de la contaminación del agua superficial debido a las actividades domésticas, comerciales, industriales y agrícolas. Esto ha ocasionado problemas de la calidad del agua, que en algunos casos han obligado a la población a saciar sus necesidades en estanques y cursos de agua que también tienden a estar más contaminados que hace diez años.

Los cuatro recursos naturales más importantes son: la tierra, el agua, los bosques y la fauna silvestre, que forman el ecosistema de las comunidades. Si la gestión de esos cuatro recursos básicos no es equilibrada, ningún proceso de desarrollo puede tener carácter sustentable. Por esto, los programas de desarrollo deben elaborarse a partir de modelos adaptados a cada caso particular, que atiendan las necesidades relacionadas con la tierra, el agua, los bosques y la fauna silvestre, de manera que permitan la toma de decisiones desde el nivel básico. Por lo tanto, la gestión integrada del agua sólo es posible cuando la comunidad obtiene la capacidad de acción y disfruta de libertad para tomar decisiones con responsabilidad sobre la gestión de sus recursos naturales.

De acuerdo con lo anterior, *el abastecimiento de agua no debería ser considerado un simple proceso de prestación de servicios, sino un paso hacia la seguridad del abastecimiento de agua. Esa seguridad requiere que en el plano familiar, comunitario y nacional se tomen medidas para proteger y preservar las fuentes de agua, que se use el agua con la reserva que corresponde a un recurso escaso y que su abastecimiento se realice con eficiencia económica, sustentabilidad financiera y equidad social.*

Las inversiones en el fomento de la capacidad comunitaria con respecto a la planificación, desarrollo, puesta en práctica y mantenimiento de proyectos de abastecimiento de agua, representan uno de los pasos iniciales más importantes hacia el desarrollo sostenible. *Para poder analizar íntegramente las consecuencias socioeconómicas de un programa de uso eficiente y racional de agua, deberían tenerse en cuenta todos sus efectos, entre ellos la reducción de las enfermedades, la mejora de la salud y de los hábitos de*

higiene de niños y niñas; así como una menor contaminación ambiental y ahorro en los costos de producción de agua potable y saneamiento ambiental.

Por lo tanto, para lograr efectos más positivos, es necesario que las medidas requeridas se tomen en todos los niveles de la estructura institucional y tengan carácter oficial.

Tal como ha sucedido con otras actividades y programas, el enfoque del Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua en Inmuebles, debe estar dirigido a la gestión de los recursos del agua por parte de la propia comunidad. A medida que las comunidades adquieran las herramientas y los conocimientos necesarios para administrar los recursos hídricos locales, su opinión tendrá más peso y podrán ejercer una mayor influencia sobre los factores y acontecimientos externos que afectan su relación con el agua.

ANEXO D ¿Sabías? que...

- Casi 83% de nuestra sangre es agua y ayuda a: digerir los alimentos, oxigenar el cuerpo, transportar los deshechos del organismo y controlar la temperatura corporal.
- El ser humano puede sobrevivir varias semanas sin alimentos, pero no puede sobrevivir más de tres días sin agua.
- De toda el agua que existe en el mundo, 95.1% es agua salada y se encuentra en mares y océanos.
- Solo 3.5% del agua que existe en el mundo es dulce y se encuentra en lagos, ríos y acuíferos.
- La extracción mundial de agua, de fuentes de abastecimiento, aumentó de 250 m³ por persona al año en 1900, a 700 m³ en el 2001.
- Veinticuatro por ciento de la población mundial no tuvo acceso al agua potable, entre 1985 y 1995.
- Treinta y ocho por ciento del agua potable que se distribuye por las redes municipales del país se pierde por fugas.
- Aproximadamente 25% del consumo de agua municipal (en ciudades) se utiliza para el inodoro.
- El ser humano necesita reponer a su organismo 2.4 litros de agua diariamente, la mayor parte a través de la bebida y el resto con los alimentos que ingiere.
- En numerosos casos, se pierde más agua por fugas en llaves e inodoros que la que se utiliza para beber y preparar alimentos.
- De 30 a 40% de los inodoros tienen fugas.
- Del total del agua empleada en oficinas (limpieza y sanitarios), aproximadamente 85% es para inodoros.
- Para producir 1 kg de papel bond se consumen trescientos litros de agua; es decir, 1.4 litros de agua por una hoja tamaño carta.
- El riego es la actividad que consume más agua en el mundo.

- Un aspersor de riego puede consumir 19 litros por minuto o 1,140 litros en una hora.
- En los países poco desarrollados, 80% de las enfermedades están relacionadas con el agua.
- En algunas ciudades del país se demanda un promedio 365 litros de agua por persona al día para usos domésticos y riego de jardines (1998).
- Se requieren diez litros de agua para fabricar un litro de gasolina.
- Se requieren mil litros de agua para cultivar 1 kg de papas.
- Del agua dulce disponible en el mundo, Canadá tiene aproximadamente 9%; Brasil, 18%; China, 9% y los Estados Unidos 8 por ciento.
- Un baño de cinco minutos en una regadera estándar gasta cien litros de agua, mientras que un baño de cinco minutos en una regadera de bajo consumo usa 35 litros de agua.
- De manera global, aproximadamente ocurren 34,000 muertes diariamente por enfermedades relacionadas con heces y suciedad, causadas por falta de agua potable (esto equivale a cien *Jumbo jets* estrellándose diariamente!).
- Un litro de aceite puede contaminar hasta 2 millones de litros de agua.

Frases notables:

“Hasta que el pozo está seco sabemos lo que vale el agua.”

BENJAMÍN FRANKLIN

“Un hombre en el desierto, buscando agua encontró petróleo, pero se murió de sed...”

FACUNDO CABRAL

ANEXO E Ejemplo de una auditoría del agua a un edificio

Edificio de oficinas con 27 años de antigüedad.

piso	oficina	área construida en m ²
4°		548.00
3°		548.00
2°		548.00
1°		548.00
P.B.	Atención al público, almacén	648.60
total:		2,840.6

1 Elementos de la instalación hidráulica

El agua potable que se usa en el edificio se obtiene por medio de una toma municipal de 1" de Ø (25.4 mm). Tiene un medidor del mismo diámetro que la toma, de tipo volumétrico, con número de serie 877097654. Los consumos se registran en forma bimestral por parte del organismo operador.

La toma domiciliaria descarga a una cisterna que tiene una capacidad de 10,000 litros. Desde la cisterna, el agua se bombea a un conjunto de cuatro tinacos que se localizan en la azotea del edificio; este conjunto tiene una capacidad de 4,400 litros. Los tinacos descargan por una sola tubería hacia la tubería de distribución interna del edificio.

La cisterna tiene las siguientes dimensiones: 2.50 m X 3.50 m, en planta y 1.50m de profundidad o altura. El volumen de almacenamiento varía con la altura del agua en el interior, de la siguiente manera:

Área de la cisterna, en planta = $2.50 \times 3.50 = 8.75 \text{ m}^2$

Volumen almacenado = $8.75 \times h$

h es la altura del agua, en metros, medida desde el fondo de la cisterna.

Cada tinaco tiene las siguientes dimensiones: 1.20 m de diámetro en planta y 1.20 m de altura.

El volumen de almacenamiento varía con la altura del agua en el interior, de la siguiente manera:

Área de cada tinaco, en planta = $(\pi \times D^2)/4 = 1.13 \text{ m}^2$

Volumen almacenado en los cuatro tinacos = $4 \times 1.13 \times h = 4.52 \times h$

h es la altura del agua, en metros, medida desde el fondo del tinaco.

De acuerdo con lo anterior, la capacidad instalada total para almacenamiento es de 14,400 litros.

La presión mínima en el sistema es de 0.20 kg/cm² y la presión máxima es de 1.20 kg/cm².

Las tuberías de distribución de agua fría son de FeGalv de 1 1/2" de Ø, desde donde salen las derivaciones hacia los sanitarios; éstas son de cobre de 3/4" de Ø, y posteriormente se conectan a una tubería de cobre de 1/2" de Ø que abastece a los muebles sanitarios.

En el edificio trabajan 150 empleados fijos, diez empleados auxiliares y se estima que la población flotante promedio por día es de treinta personas. En promedio, la institución *labora durante 250 días al año*.

2 Usos del agua

Los usos del agua potable son: para excusados y mingitorios, para grifos de lavabos, una llave de jardín para limpieza general y riego de macetas y una regadera. Las cantidades de cada uno se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1. Cantidad de dispositivos que utilizan agua potable y consumo aforado.

tipo de mueble	WC IDEAL STD. c/tanque.	MINGITORIO NIÁGARA c/llave economizadora	GRIFO en lavabo simple	LLAVE DE NARIZ en cuadro de la toma.	Regadera
GASTO AFORADO	18 l/dscga	3 l/min	3 l/min	12 l/min	16 l/min
CANTIDAD	14	2	4	1	1

Los valores de caudal o volumen que descarga cada mueble se investigó por aforo directo.

El número *total de muebles sanitarios* (WC y mingitorios), es de 16 y el número total de empleados fijos es de 150. Por lo tanto, el índice de servicios sanitarios, *I_{sa}*, es:

$I_{sa} = (\text{cantidad de WC más cantidad de mingitorios}) / \text{cantidad de empleados fijos}.$

$I_{sa} = 16/150 = 0.107 \text{ empleados/mueble}.$

El inverso ($1/I_{sa}$), significa que son 9.375 *empleados por cada mueble sanitario*.

3 Consumos registrados

De acuerdo con los recibos emitidos por el organismo operador por concepto del pago del servicio de agua potable, los volúmenes bimestrales registrados durante el 2001, se muestran en la figura 1. El consumo total anual, *Cta*, es:

$C_{ta} = 317 + 375 + 423.5 + 413 + 375 + 391 = 2,294.5 \text{ m}^3/\text{año}.$

De acuerdo con lo anterior, la *dotación promedio diaria* por empleado, *Doe*, es:

$D_{oe} = (C_{ta} / \text{Núm. de días laborados al año}) / \text{Núm. de empleados fijos};$
expresado en litros resulta:

$D_{oe} = (C_{ta} \times 1000) / (\text{Núm. de días laborados al año} \times \text{Núm. de empleados fijos}).$

$D_{oe} = 2,294.5 \text{ m}^3/\text{año} \times 1,000 / (250 \text{ días laborados al año} \times 150 \text{ empleados}).$

$D_{oe} = 61.17 \text{ litros} / \text{empleado} / \text{día}.$

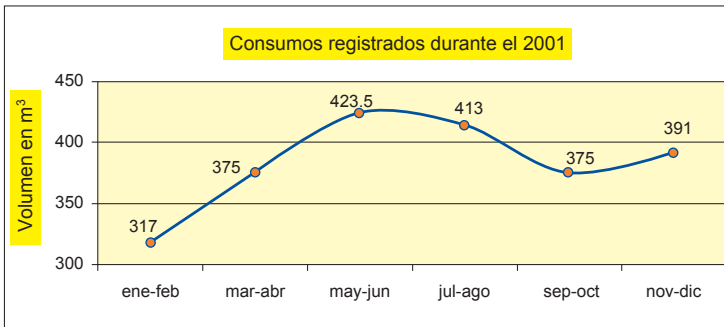


Figura 1. Consumos registrados durante el 2001.

4. Balance de agua

4.1 Medición y registro de consumos

Con el fin de facilitar la medición y registro de los consumos de las diferentes plantas del edificio, se instala un medidor en la tubería de entrada a cada piso, tal y como se muestra en la figura 2. De esta manera se evita la incertidumbre y los errores de medición que normalmente se tienen cuando se utilizan los caudales estandarizados para estimar los consumos.

De esta manera, se pueden medir con exactitud los consumos de cada piso, sin invertir demasiados recursos para esta tarea.

En el cuadro 2 se muestran las lecturas realizadas a los cuatro medidores instalados en cada piso, así como al medidor principal.

Cuadro 2. Lecturas realizadas a los medidores instalados

Lunes (11/nov/02)	Martes (12/nov/02)	Miércoles (13/nov/02)	Jueves (14/nov/02)	Viernes (15/nov/02)	Sábado (16/nov/02)	Domingo (17/nov/02)
Medidor principal Núm. de serie: 877097654						
07.30 h 5328.419m ³	07.30 h 5335.747m ³	07.30 h 5341.298m ³	07.30 h 5346.581m ³	07.30 h 5352.124m ³	07.30 h 5357.439m ³	07.30 h 5359.309m ³
18.30 h 5334.921m ³	18.30 h 5340.471m ³	18.30 h 5345.755m ³	18.30 h 5351.298m ³	18.30 h 5356.612m ³	18.30 h 5358.483m ³	18.30 h 5360.242m ³
Medidor piso 1 Núm. de serie: 986090147						
07.30 h 0.557m ³	07.30 h 1.603m ³	07.30 h 2.666m ³	07.30 h 3.684m ³	07.30 h 4.668m ³	07.30 h 5.594m ³	07.30 h 5.812m ³
18.30 h 1.533m ³	18.30 h 2.595m ³	18.30 h 3.614m ³	18.30 h 4.598m ³	18.30 h 5.524m ³	18.30 h 5.742m ³	18.30 h 5.996m ³
Medidor piso 2 Núm. de serie: 986090148						
07.30 h 1.710m ³	07.30 h 4.167m ³	07.30 h 5.679m ³	07.30 h 7.191m ³	07.30 h 8.729m ³	07.30 h 10.294m ³	07.30 h 10.846m ³
18.30 h 3.980m ³	18.30 h 5.492m ³	18.30 h 7.004m ³	18.30 h 8.542m ³	18.30 h 10.107m ³	18.30 h 10.659m ³	18.30 h 11.191m ³
Medidor piso 3 Núm. de serie: 986090149						
07.30 h 0.417m ³	07.30 h 1.236m ³	07.30 h 2.113m ³	07.30 h 2.914m ³	07.30 h 3.765m ³	07.30 h 4.664m ³	07.30 h 4.737m ³
18.30 h 1.236m ³	18.30 h 2.113m ³	18.30 h 2.914m ³	18.30 h 3.765m ³	18.30 h 4.664m ³	18.30 h 4.737m ³	18.30 h 4.737m ³
Medidor piso 4 Núm. de serie: 986090150						
07.30 h 2.017m ³	07.30 h 4.481m ³	07.30 h 6.036m ³	07.30 h 7.637m ³	07.30 h 9.264m ³	07.30 h 10.838m ³	07.30 h 11.515m ³
18.30 h 4.262m ³	18.30 h 5.818m ³	18.30 h 7.419m ³	18.30 h 9.046m ³	18.30 h 10.619m ³	18.30 h 11.296m ³	18.30 h 11.918m ³

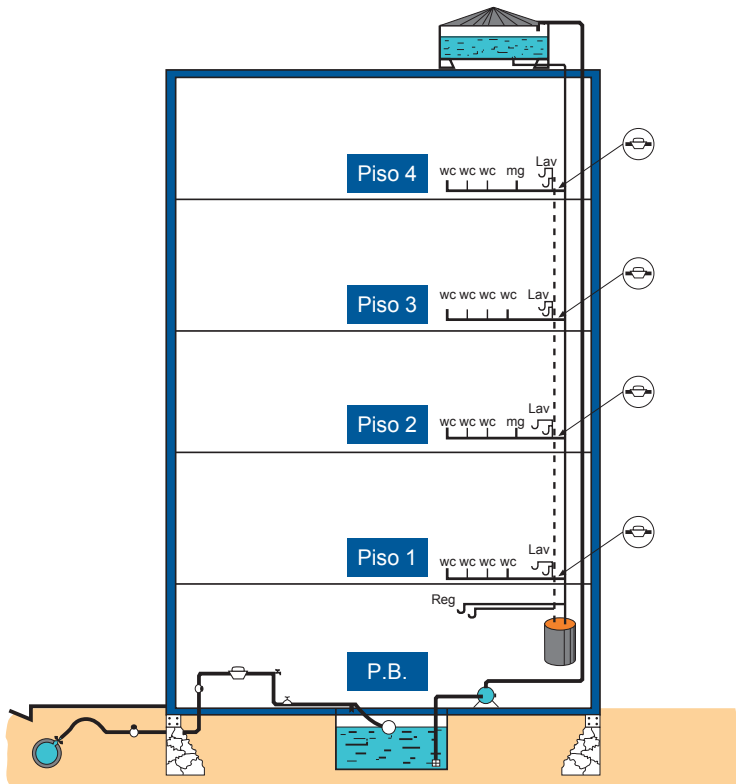


Figura 2. Instalación de medidores para el registro del consumo en los pisos 1 a 4.

Como sólo hay una regadera en la planta baja, no se instaló medidor en este sitio y, para estimar el consumo de este dispositivo se utiliza el caudal aforado de 16 l/min. Para la regadera se registró una frecuencia de uso $f = 3$ veces por semana (lunes, martes y jueves), y el tiempo promedio de uso fue de 12 minutos cada vez, por lo que el consumo por cada uso es de 192 litros/uso o 576 litros por semana.

Los consumos del medidor general y de cada piso, se calculan obteniendo la diferencia entre la lectura final y la lectura inicial para un periodo, que puede ser: una jornada laboral o un periodo nocturno o un día; p.ej., de las 07.30 horas del lunes a las 07.30 horas del martes es un día, de las 07.30 horas a las 18.30 horas del lunes es una jornada laboral, y de las 18.30 horas del lunes a las 07.30 horas del martes es un periodo nocturno.

El consumo del **lunes**, para el medidor general, se calcula como sigue:

Jornada laboral	Periodo nocturno	Día
5334.921 - 5328.419 = 6.502m ³	5335.747 - 5334.921 = 0.826m ³	5335.747 - 5328.419 = 7.328m ³

Consumos registrados por el Medidor general

Día	Jornada laboral	Periodo nocturno	Día
Lunes	6.502m ³	0.827m ³	7.328m ³
Martes	4.724m ³	0.826m ³	5.551m ³
Miércoles	4.457m ³	0.827m ³	5.283m ³
Jueves	4.717m ³	0.826m ³	5.543m ³
Viernes	4.488m ³	0.826m ³	5.315m ³
Sábado	1.044m ³	0.827m ³	1.870m ³
Domingo	0.933m ³	0.826m ³	1.759m ³
Total:	26.865m ³	5.785m ³	32.649m ³

Consumos registrados por el Medidor piso 4

Día	Jornada laboral	Periodo nocturno	Día
Lunes	2.245m ³	0.219m ³	2.464m ³
Martes	1.337m ³	0.218m ³	1.555m ³
Miércoles	1.383m ³	0.218m ³	1.601m ³
Jueves	1.409m ³	0.218m ³	1.627m ³
Viernes	1.355m ³	0.219m ³	1.574m ³
Sábado	0.458m ³	0.219m ³	0.677m ³
Domingo	0.403m ³	0.219m ³	0.622m ³
Total:	8.590m ³	1.526m ³	10.120m ³

Consumos registrados por el Medidor piso 3

Día	Jornada laboral	Periodo nocturno	Día
Lunes	0.819m ³	0.000m ³	0.819m ³
Martes	0.877m ³	0.000m ³	0.877m ³
Miércoles	0.801m ³	0.000m ³	0.801m ³
Jueves	0.851m ³	0.000m ³	0.851m ³
Viernes	0.899m ³	0.000m ³	0.899m ³
Sábado	0.073m ³	0.000m ³	0.073m ³
Domingo	0.000m ³	0.000m ³	0.000m ³
Total:	4.320m ³	0.000m ³	4.320m ³

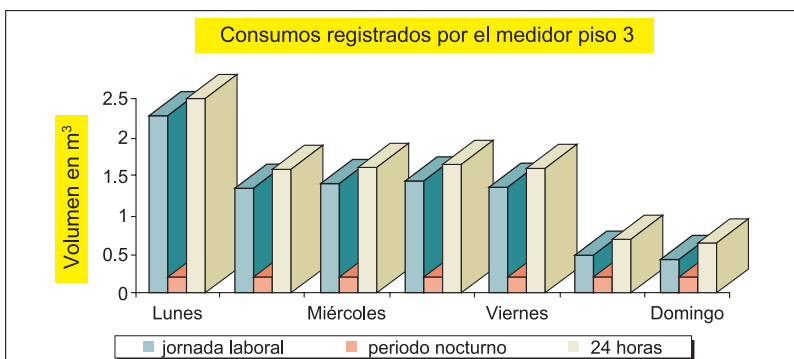
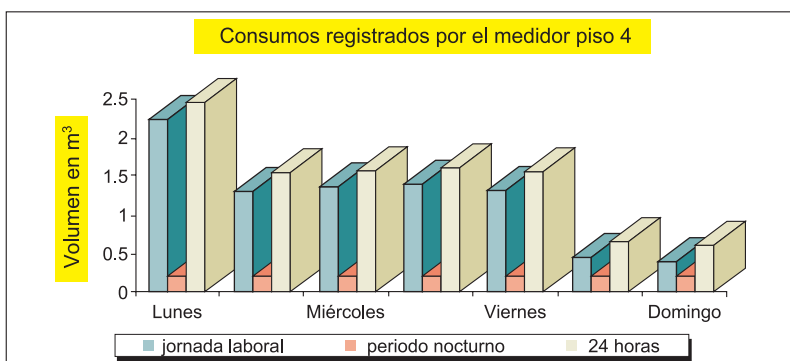
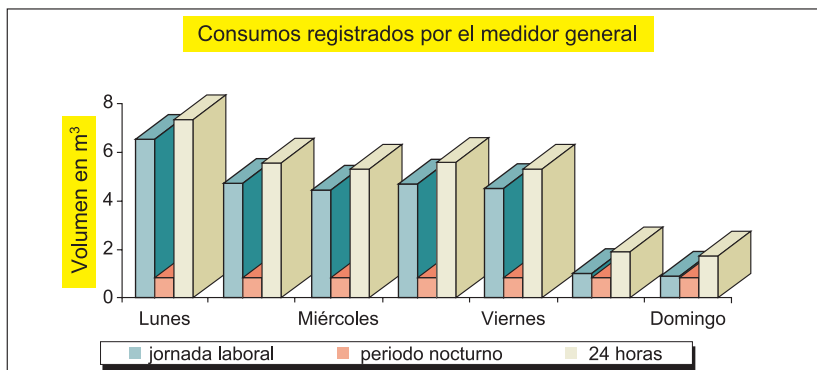
Consumos registrados por el Medidor piso 2

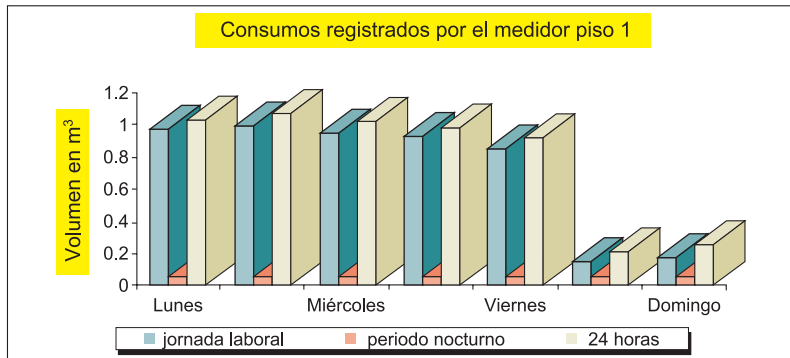
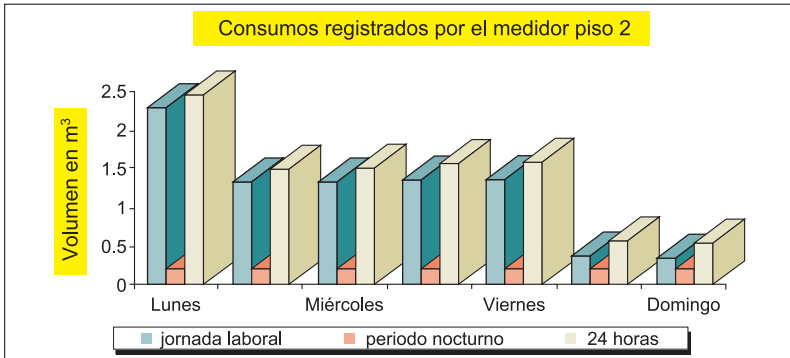
Día	Jornada laboral	Periodo nocturno	Día
Lunes	2.270m ³	0.187m ³	2.457m ³
Martes	1.325m ³	0.187m ³	1.512m ³
Miércoles	1.325m ³	0.187m ³	1.512m ³
Jueves	1.351m ³	0.187m ³	1.538m ³
Viernes	1.378m ³	0.187m ³	1.565m ³
Sábado	0.365m ³	0.187m ³	0.552m ³
Domingo	0.345m ³	0.187m ³	0.532m ³
Total:	8.359m ³	1.309m ³	9.668m ³

Consumos registrados por el Medidor piso 1

Día	Jornada laboral	Periodo nocturno	Día
Lunes	0.976m ³	0.070m ³	1.046m ³
Martes	0.992m ³	0.071m ³	1.063m ³
Miércoles	0.948m ³	0.070m ³	1.018m ³
Jueves	0.914m ³	0.070m ³	0.984m ³
Viernes	0.856m ³	0.070m ³	0.926m ³
Sábado	0.148m ³	0.070m ³	0.218m ³
Domingo	0.184m ³	0.070m ³	0.254m ³
Total:	5.018m ³	0.491m ³	5.509m ³

A continuación se muestran los gráficos de los consumos registrados:





4.2 Balance global y análisis de consumos

Como los almacenamientos, en la mayoría de los casos, tienen controles automáticos para mantenerlos en un nivel fijo, se considera que en el periodo de mediciones el volumen almacenado se mantiene constante. Entonces, la ecuación del balance, para el periodo de una semana, queda como sigue:

$$VT = C_4 + C_3 + C_2 + C_1 + C_{PB}$$

Donde:

VT es el volumen total de agua recibido en el predio o edificio mediante la toma municipal; registrado con el medidor general, igual a $32.649 \text{ m}^3/\text{semana}$.

C_4 es el consumo total de agua en el piso 4, igual $10.120 \text{ m}^3/\text{semana}$.

C_3 es el consumo total de agua en el piso 3, igual $4.320 \text{ m}^3/\text{semana}$.

C_2 es el consumo total de agua en el piso 2, igual $9.668 \text{ m}^3/\text{semana}$.

C_1 es el consumo total de agua en el piso 1, igual $5.509 \text{ m}^3/\text{semana}$.

C_{PB} es el consumo total de agua en planta baja (es el consumo de una regadera tres veces por semana, más 120 litros/día, durante cinco días o 600 litros por semana, por la llave de jardín); $C_{PB} = 0.576 + 0.600 = 1.176 \text{ m}^3/\text{semana}$.

La suma de consumos, $\sum C_i$, es:

$$\sum C_i = 10.120 + 4.320 + 9.668 + 5.509 + 1.176 = 30.793 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Este resultado se compara con el volumen total de agua recibido, VT:

$$VT = 32.649 \text{ m}^3/\text{semana} \text{ es mayor que } \sum C_i = 30.793 \text{ m}^3/\text{semana}$$

La diferencia es: $\Delta V = 32.649 - 30.793 = 1.856 \text{ m}^3/\text{semana}$; esto (dividido entre siete días), equivale a 265 litros/día o (entre 24 horas X 60 minutos), 0.18 litros/min. Este caudal bien puede corresponder a una fuga no visible en una tubería donde no hay medidor, por lo cual se deben revisar las tuberías de conducción, buscando una fuga.

Por otra parte puede verse que, en el periodo nocturno, existen consumos en los pisos 4, 2 y 1 y son casi constantes; esto puede ser indicativo de la existencia de fugas en los muebles sanitarios o en la instalación hidráulica, delante del lugar donde está instalado el medidor, por lo que se debe inspeccionar para conocer lo que causa el consumo registrado.

5 Medidas de ahorro de agua

A Eliminar fugas.

B Reemplazar inodoros.

C Instalar reductores de gasto en llaves de lavabos.

5.1 Estimación del ahorro

El ahorro que se puede lograr con la implantación de las medidas mencionadas, se indica a continuación:

A Eliminar fugas

5.785 m³/semana

Multiplicado por 52.14 semanas que tiene un año, resulta un ahorro potencial de:

301.646 m³/año

B Reemplazar inodoros

Aproximadamente de 85 a 90% del consumo en oficinas se emplea para el uso de inodoros.

Si actualmente se consumen 32.649 m³/semana, multiplicando 90% o 0.90 por 52.14 semanas que tiene un año y por el consumo total, resulta que el consumo actual estimado para inodoros es de **1,532.087m³/año**.

Este consumo, multiplicado por mil y dividido entre 18 litros que consume actualmente un inodoro por cada uso, nos indica el número de descargas de inodoro en un año, y resulta 85,115.943 usos.

Si los nuevos inodoros consumen solo 6 litros por descarga, el nuevo consumo sería:

85,115.943 usos/año X 6 litros/descarga = 510,695.66 litros/año = 510.695 m³/año

Esto implica que se podría lograr **un ahorro de:**

1,532.087 m³/año - 510.695 m³/año = 1,021.392 m³/año

C Instalar reductores de gasto en llaves de lavabo

Si el uso promedio de llaves de lavabo por persona y por día es de tres veces, y por cada uso se consumen 0.20 litros, resulta que el consumo actual estimado para llaves de lavabo es de: 150 empleados X 3 usos/día X 0.20 litros/uso X 250 días laborables, resulta un consumo de **22.500 m³/año**.

Si al instalar reductores de caudal se puede disminuir el consumo en llaves de lavabo a sólo 0.10 litros/uso, se podrá lograr un consumo de 150 empleados X 3 usos/día X 0.10 litros/uso X 250 días laborables, resulta un consumo de 11.250 m³/año.



Por lo que el **ahorro potencial** sería de **11.250 m³/año**.

El ahorro total anual que se podría lograr resulta:

301.646 m³/año + 1,021.392 m³/año + 11.250 m³/año = 1,334.288 m³/año.

BIBLIOGRAFÍA

- 1 Environment Canada. *Manual for Conducting Water Audits and Developing Water Efficiency Programs at Federal Facilities*, Interdepartmental Advisory Group on Water conservation at Federal Facilities, Canada, January 1993.
- 2 Enriquez Z. S., et al. “Control de fugas en sistemas de distribución”, *Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, Comisión Nacional del Agua, México 1994.
- 3 Arreguín, C. F. y Buenfil, R. M., *68 recomendaciones para ahorrar agua en domicilios, riego e industrias*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Jiutepec, Morelos, México, Octubre de 1990.
- 4 Ochoa A. L. y Bourguett O. V. (editores). *Reducción integral de pérdidas de agua potable*, Semarnat, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, México, 2001.
- 5 Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). *Manual sobre comunicación en materia de agua, medio ambiente y saneamiento*, Serie Directrices técnicas sobre agua, medio ambiente y saneamiento – Num. 7., NY, Estados Unidos de América, 1999.
- 6 Foundation de l'Eau. *Recherche et Detection des Fuites, Dans les Re-seaux D'Adduction D'Eau*, Ministere de L'Environnement, Cahiers Techniques de la Direction de la Prevention des Pollutions, France, 1996.
- 7 Mei Xie, Ulrich Küffner and Guy le Moigne. *Using Water Efficiently*, World Bank, Technical Paper, Number 205, The World Bank, Washington D.C., USA 1993.
- 8 Comisión Nacional del Agua. *Síntesis de las Eeperiencias del BID en materia de comunicación social*, Gerencia de Planeación hidráulica, México, 1998.
- 9 Environment Canada. *Water Conservation – Every Drop Counts*, Interdepartmental Advisory Group on Water Conservation at Federal Facilities, Canada, June, 2002.

El libro *Manual para el uso eficiente y racional del agua. ¡Utiliza sólo la necesaria!*, se terminó de imprimir el mes de noviembre de 2003, en los talleres de Carlos Alvarado Bremmer-Impresión y Diseño, Av. Río Churubusco 2005, Col. El Rodeo, Delegación Iztacalco, 08510, México, D.F. La edición consta de mil ejemplares.