

Watergy

Agua y Energía: Aprovechando las
oportunidades de eficiencia de agua y energía
aún no exploradas en los sistemas
municipales de agua



**ALLIANCE TO
SAVE ENERGY**
Third Decade of Leadership





ALLIANCE TO SAVE ENERGY

Third Decade of Leadership

La Alianza para el Ahorro de Energía es una coalición de destacados líderes gubernamentales, empresariales, ambientales y de consumidores que promueven el uso eficiente y limpio de energía en todo el mundo para beneficio de los consumidores, el ambiente, la economía y la seguridad nacional.

El Programa Internacional de la Alianza promueve el ahorro de energía en todo el mundo trabajando en los cinco continentes. El Equipo Internacional orgullosamente realiza actividades en más de 25 países con casi 30 personas localizadas en siete de ellos. Su programa de actividades aborda seis áreas diferentes: Educación y Difusión, Desarrollo y fortalecimiento de la capacidad de la ONG, Asociaciones de las Industrias de Eficiencia Energética, Impulso a las Políticas de Reforma para el Uso Eficiente de la Energía, Iniciativa de Ciudades Sustentables y los Programas de Eficiencia en el Bombeo de Agua Municipal (Watergy).

La Iniciativa de Ciudades Sustentables y los Programas de Eficiencia en el Bombeo de Agua Municipal, que se presentan en este documento, se concentran en el desarrollo de capacidad a nivel municipal y en la creación de enlaces críticos entre el sector público, el sector privado y las organizaciones no gubernamentales. Los esfuerzos que se están realizando obtienen el compromiso de cada uno de estos sectores al comunicar los múltiples beneficios del uso eficiente de energía. Al ayudar a estos sectores a encontrar una causa común en la eficiencia energética, la Alianza moviliza la actividad de toda la comunidad para mejorar el ambiente, reducir el uso y los costos de electricidad, y mejorar el suministro de servicios de agua y energía que son críticos para los municipios.

El Senador de los Estados Unidos Byron L. Dorgan es el Presidente del Consejo de la Alianza, y Dean T. Langford, ex-presidente de OSRAM Sylvania, es Presidente Adjunto del Consejo; los también senadores de Estados Unidos James M. Jeffords, y Jeff Bingaman, y el Diputado Edward J. Markey son Vicepresidentes del Consejo.

© Copyright 2002 Alliance to Save Energy

© Copyright 2003 Alliance to Save Energy (versión en español)

Esta publicación fue posible gracias al apoyo proporcionado a la **Alianza para el Ahorro de Energía** por la Oficina de Energía, Ambiente y Tecnología en el Departamento de Crecimiento Económico, Agricultura y Comercio de USAID, conforme a los términos del Contrato de Cooperación Número LAG-A-00-97-00006-00. Las opiniones expresadas en el presente son las de los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de USAID.

Fotografía de la portada de E. David Luria

Para mayor información comuníquese a:

Alliance to Save Energy
International Programs
1200 18th St. NW
Suite 900
Washington, DC 20036
(+ 1 202) 857-0666
Fax (+1 202) 331-9588
E-mail: info@ase.org
Sitio Web : www.ase.org
www.watergy.org

Prefacio	v
Agradecimientos	vii
Autores	viii
Prólogo	ix
Abreviaturas	x
Conversión de unidades de medición	xi
Resumen Ejecutivo	1
I. Introducción	5
1.1 Relación entre el agua y la energía y su uso eficiente	7
1.2 Argumentos para el uso eficiente del agua y de la energía	7
2. Modelos de Administración de Agua	11
2.1 Enfoque ad hoc	11
2.2 Enfoque de administrador único	12
2.3 Enfoque de equipo para el uso eficiente del agua y la energía	13
3. Cómo crear la Infraestructura de un Equipo para el Uso Eficiente del Agua y la Energía	17
3.1 Meta	17
3.2 Formación del equipo	17
3.3 Herramientas y recursos del equipo administrativo para el uso del agua y la energía	19
4. Cómo Crear la Capacidad Institucional Necesaria	23
4.1 Sistema de medición y monitoreo de la energía utilizada en el suministro de agua	23
4.2 Líneas de referencia y sistema de indicadores	25
4.3 Evaluación de las instalaciones	25
4.4 Análisis de los datos	26
5. Oportunidades de Mejora del Lado del Suministro	29
5.1 Introducción a las actividades de suministro	29
5.2 Prácticas operativas y de mantenimiento	29
5.3 Rediseño del sistema	34
5.4 Procesos específicos de tratamiento de aguas residuales municipales	37
5.5 Instrumentación de proyectos	41
6. Oportunidades de Mejora del Lado de la Demanda	47
6.1 Introducción	47
6.2 Tecnologías relacionadas con la demanda: residenciales y comerciales	49
6.3 Programas	53
6.4 Programas industriales	54
6.5 Opciones en políticas	55
7. Conclusión	59
Casos para Estudio.	61
Eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua.	61
Administración del lado de la demanda	61
Administración del lado del suministro.	61
Compendio de Casos para Estudio	61
I. Austin, Estados Unidos: Eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua	62
II. Estocolmo, Suecia: Eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua	65
III. Monterrey, México: Eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua	67
IV. Sydney, Australia: Eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua	71
V. Toronto, Canadá: Eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua	74
VI. Medellín, Colombia: Administración del lado de la demanda	77
VII. Johannesburgo, Sudáfrica: Administración del lado de la demanda	80

VIII.	San Diego, Estados Unidos: Administración del lado de la demanda	82
IX.	Singapur: Administración del lado de la demanda	84
X.	Accra, Ghana: Administración del lado del suministro	87
XI.	Ahmedabad, India: Administración del lado del suministro	89
XII.	Bulawayo, Zimbabwe: Administración del lado del suministro	91
XIII.	Columbus, Estados Unidos: Administración del lado del suministro	93
XIV.	Fairfield, Estados Unidos: Administración del lado del suministro	95
XV.	Fortaleza, Brasil: Administración del lado del suministro	97
XVI.	Indore, India: Administración del lado del suministro	100
XVII.	Lviv, Ucrania: Administración del lado del suministro	102
XVIII.	Pune, India: Administración del lado del suministro	104
Apéndice A: Administración de los Recursos de Agua		107
Apéndice B: Recursos para Auditorías y Marcas de Referencia		109
Apéndice C: Análisis de Datos: Actores y Recursos Claves.		111
Apéndice D: Recursos Adicionales para Mejoramiento del Equipo		115
Apéndice E: Opciones de Política/DSM y otros Recursos		119
Apéndice F: Ejemplos de Hechos sobre el Uso Eficiente de Agua y Energía		121
Glosario		129
Referencias		135
Índice de Términos Principales		139
Notas		141

Lista de Tablas y Figuras

Figura 1:	Descripción de Watergy Efficiency - El uso eficiente de la energía en el suministro de agua.	5
Tabla 1:	Estructuras de administración para el uso eficiente del agua y la energía.	11
Tabla 2:	Beneficios esperados del enfoque de administración para el uso eficiente del agua y la energía tomando como base la experiencia CEMP.	14
Tabla 3:	Recursos humanos requeridos por el equipo encargado del uso eficiente del agua y la energía	18
Tabla 4:	Mediciones del desempeño en el uso eficiente de la energía utilizada en el suministro de agua	24
Tabla 5:	Mediciones comunes para rastrear el uso eficiente de la energía utilizada en el suministro de agua	25
Figura 2:	Sistema de contabilización de agua	31
Tabla 6:	Dispositivos para el ahorro de agua en las casas actuales	52
Tabla 7:	Dispositivos para ahorro de agua en nuevas construcciones	52
Tabla 8:	Medidas más comunes de eficiencia de parte de la industria y los negocios.	55
Tabla 9:	Contaminación atmosférica producida por 1,000 galones (3,785 litros) tratados en Austin, Texas.	62
Figure 3:	Empresas Públicas de Medellín, Niveles de consumo residencial promedio.	78

Prefacio

La Alianza para el Ahorro de Energía tiene el gusto de publicar: *Agua y Energía: Cómo aprovechar las oportunidades para mejorar la eficiencia en el uso de agua y energía en los sistemas de agua municipales*. El presente documento es el resultado de un esfuerzo de un año que ha intentado aprovechar la experiencia de las empresas de servicios de agua municipales en todo el mundo, destacando las formas innovadoras en las que estas empresas están reduciendo su uso de energía al mismo tiempo en el que tienen que mejorar y ampliar el servicio.

Las recomendaciones contenidas en este documento ofrecen una nueva perspectiva sobre la relación entre el agua y la energía. Al vincular la administración de los recursos de agua y energía eléctrica, las empresas de servicios de agua tienen el potencial de aumentar la eficiencia en el empleo de estos dos recursos críticos. Los beneficios potenciales para los individuos en todo el mundo al mejorar la administración de estos recursos van desde aire más limpio, hasta mejores oportunidades económicas y mejores servicios a menores precios.

Tenemos la esperanza de que este documento atraiga la atención de las personas que toman las decisiones de administración de los recursos de agua en muchas partes del mundo. Ciertamente, en el futuro esperamos contar con nuevos ejemplos de innovaciones para mejorar la eficiencia en el uso del agua y la energía que puedan haberse inspirado en este trabajo y que nos lleven a todos hacia un mundo más eficiente, productivo y sustentable.



H. Byron L. Dorgan
Presidente del Consejo



Dean T. Langford
Presidente Adjunto del Consejo

Agradecimientos

La Alianza para el Ahorro de Energía agradece sinceramente los esfuerzos de todas las personas que participaron durante las diversas etapas de desarrollo del presente documento. Muchas de ellas hicieron valiosas contribuciones en la fase inicial conceptual, en el desarrollo de los casos para estudio, así como en el proceso de revisión final.

La Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID) proporcionó apoyo financiero para este proyecto. El Doctor Griffin Thompson, Director de la Oficina de Energía, Medio Ambiente y Tecnología del Departamento de Crecimiento Económico Agricultura y Comercio, las Doctoras Sharon Murray, Regina Ostergaard-Klem, y Robert MacLeod apoyaron el desarrollo del concepto y dieron retroalimentación en las diferentes etapas del proceso de redacción.

Apoyo adicional para este documento fue proporcionado por más de 70 socios de la Alianza para el Ahorro de Energía, compañías y asociaciones comerciales que trabajaron conjuntamente a través de la Alianza para promover mayor inversión en el uso eficiente de energía.

Las personas que participaron en el proceso de revisión hicieron también importantes observaciones sobre la relevancia de este trabajo, tanto en el contexto del mundo desarrollado como para el mundo en desarrollo. Entre los revisores estuvieron Linda Reekie (Awwa Research Foundation), Mary Louise Vitelli (Advanced Engineering Associates International [AEAI]), el doctor Allan R. Hoffman (Oficina de Tecnologías Eléctricas del Departamento de Energía de los Estados Unidos), Profesor Eduardo Pacheco Jordao (Escuela de Ingeniería, Universidad Federal de Río de Janeiro [UFRJ]), Jimmy Ng (New York State Energy Research and Development Authority [NYSERDA]), Cliff Arnett (Columbus Water Works), Sandeep Tandon (USAID/India), S. Padmanaban (USAID/India), Capitán Von Millard (U.S.-Asia Environmental Partnership/India), Carol Mulholland (Academy for Educational Development), Amit Bando (Chemonics), doctor Ahmad Ghamarian (Institute of International Education) y Carl Duisberg (Nexant).

Una parte importante de este trabajo incluye un compendio de casos para estudio que presenta a profundidad proyectos reales sobre el uso

eficiente del agua y la energía. El personal de la Alianza trabajó estrechamente con muchas de las siguientes personas para documentar estos proyectos. Entre las personas que contribuyeron en esta sección están Bill Hoffman (Water and Wastewater Utility de la Ciudad de Austin); Berndt Björlenius (Stockholm Water Company); John Petre (Sydney Water Corporation); Joe Boccia, Roman Kaszczij, Leonard Lipp y Tracy Koro-vesi (Toronto Water Utility); Juan Carlos Herrera Arciniegas (Empresas Públicas de Medellín); Karin Louwrens, Grant Pearson (Rand Water, Sudáfrica); Michael Scahill y Jesse Pagliaro (San Diego Metropolitan Wastewater Department); Ng Han Tong (Public Utilities Board, Singapur); Ramesh Juvekar (Prima Techno Commercial Services, India); Dr. A.K. Ofosu-Ahenkorah (Ghana Energy Foundation); Jeff Broome (Bulawayo City Council); Cliff Arnett (Columbus Water Works); Drew Young (Fairfield Wastewater Treatment Facility); Edinaldo Rodrigues y Renato Rolim (Companhia de Água e Esgoto do Ceará [CAGECE]); Alcalde Kailas Vijaywargiya, Comisionado Sanjay Shukla, y R.K. Sing Kushwah (Indore Municipal Corporation); Kris Buros (CH2M Hill /Lviv, Ucrania, proyecto Vodokanal); Ashok Deshpande (Pune Municipal Corporation); y Francisco Cantú (Servicio de Agua y Drenaje, Mty., México).

David Nemt-zow y Mark Hopkins, Presidente y Vicepresidente de la Alianza para el Ahorro de Energía, contribuyeron con su guía y apoyo técnico. Leslie Black-Cordes, Sachu Constantine y Joe Loper, también de la Alianza, contribuyeron significativamente al desarrollo del concepto, así como proporcionando retroalimentación en diferentes etapas del trabajo. Otras personas de la Alianza que contribuyeron en muchas formas diferentes al desarrollo de esta obra incluyen a Laura Lind, David Jaber, James Termin, Swarupa Ganguli, Estelle Bessac y Madhu Sundararaman.

Pamela S. Cubberly, Cubberly & Associates, y EEI Communications aportaron apoyo editorial para el diseño y presentación de la obra.

Para la versión en español, contribuyeron Luis Ordóñez y Arturo Pedraza, representantes en México de la Alianza para el Ahorro de Energía.

Kevin James

Kevin James, Subdirector de Programas de Desarrollo, Equipo Internacional, en la Alianza para el Ahorro de Energía, trabaja para crear en los municipios, empresas de servicios de agua y electricidad, e industrias, la capacidad de reconocer y aprovechar las oportunidades de alcanzar una mayor eficiencia en el uso de energía. Maneja los programas de Ciudades Sustentables y de Eficiencia en los servicios de aguas municipales. El señor James ha escrito varios informes y artículos sobre el uso de energía y emisiones atmosféricas así como sobre las oportunidades de mayor eficiencia en el sector industrial, entre otros temas. Tiene una maestría en Asuntos Públicos y Relaciones Internacionales de la Universidad de Pittsburgh y una licenciatura en Ciencias Políticas de Bates College en Lewiston, Maine.

Stephanie L. Campbell

Stephanie Campbell, Gerente de Programas, Equipo Internacional, tiene más de cinco años de experiencia en investigación, promoción y desarrollo de proyectos para mejorar la eficiencia en el uso de energía. La Lic. Campbell ayuda a manejar las actividades del Programa de Eficiencia en el servicio de aguas municipales en Brasil. También funge como Coordinadora Regional para Latinoamérica en el Programa de Colaboración para la Promoción de Etiquetas y Normas de Eficiencia Energética (CLASP, por sus siglas en inglés), iniciativa internacional diseñada para difundir la instrumentación de normas y etiquetas para alcanzar la eficiencia en el uso de energía. Sus actividades se centran en iniciativas para el fomento de capacidad institucional, coordinación de talleres regionales, y preparación de políticas y guías de regulación. Entró a la Alianza después de terminar su maestría en Administración Ambiental en la Universidad de Yale.

Christopher E. Godlove

El señor Godlove, Coordinador de Programas, Equipo Internacional, tiene más de cinco años de experiencia en el desarrollo de actividades internacionales ambientales y relacionadas con la energía. En la Alianza, el señor Godlove apoya los programas de Ciudades Sustentables en India y Brasil, trabajando con socios de los servicios de agua municipales para mejorar la eficiencia en el uso de agua y energía en sus operaciones. Antes de entrar a la Alianza, el señor Godlove manejó iniciativas de capacitación ambiental en el U.S. Environmental Training Institute (USETI), trabajando en Europa Central, Europa del Este, Asia y Latinoamérica. Este trabajo se centró en el desarrollo de actividades de asociación públicas y privadas con USAID, USDOC y USEPA atendiendo retos ambientales en todo el mundo. El señor Godlove tiene una maestría en Estudios Latinoamericanos de la American University, y una licenciatura en Literatura Española de la Universidad de Washington en Saint Louis.

El concepto inicial para este informe fue desarrollado alrededor del trabajo realizado por la Alianza con las empresas de servicios de aguas municipales en India y Brasil. La Alianza fue atraída originalmente al sector del servicio de aguas municipales en estos dos países, debido a su enorme potencial para el ahorro de energía. Los significativos resultados y las lecciones aprendidas a través de este trabajo proporcionaron el impulso y la base para este informe.

Como parte de los programas que se realizan en India y Brasil, la Alianza empezó a investigar las experiencias de otros municipios en otras partes del mundo. El objetivo de este esfuerzo era identificar las mejores prácticas para promover la eficiencia en el uso del agua y la energía. Así pudo verse claramente que las oportunidades para mejorar la eficiencia en India y Brasil también existían en otros países en desarrollo, pero también en los países en transición y en el mundo desarrollado.

En esta primera versión en español, se incluyó un caso exitoso de empresas de servicios de agua en México, cuyas estructuras administrativas y el enfoque de eficiencia en el manejo del agua y la energía, se asemejan a las experiencias internacionales que la Alianza ha identificado a lo largo del Mundo.

A medida que la Alianza investigó las historias de éxito para compartirlas con los municipios

en India y Brasil, fue evidente que la clave del éxito más importante de cada proyecto era la buena administración. Un análisis de los elementos que tenían en común las estructuras administrativas de los programas para mejorar la eficiencia en el uso del agua y la energía, sirvió de base para los conceptos presentados en este informe.

En su misión de ahorrar energía en todo el mundo, la Alianza para el Ahorro de Energía ha descubierto que el sector de servicios de aguas municipales, con un uso intensivo de energía, era un campo fértil para sembrar las semillas para mejorar su eficiencia. Este informe, como parte del extenso esfuerzo de la Alianza para difundir el uso eficiente de energía, intenta:

- ▶ Apoyar el mejoramiento de las estructuras administrativas de los servicios de agua municipales para facilitar la instrumentación de acciones para lograr el uso eficiente de energía;
- ▶ Educar a los municipios y a las comunidades en general sobre los beneficios potenciales de ahorrar agua y energía en los servicios de agua municipales, dando a conocer diferentes métodos para alcanzar este fin, y
- ▶ Solicitar ideas y opiniones de un mayor público sobre cómo aprovechar las oportunidades para ahorrar energía en las empresas municipales de servicios de agua.

Abreviaturas

AMC	Ahmedabad Municipal Corporation
ASD	Ajustable Speed Drive
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CEMP	Corporate Energy Management Program, (Programa Corporativo de Administración de Energía)
CII	Confederation of Indian Industry
EMC	Energy Management Cell, (Célula de Administración de Energía)
EPRI	Electric Power Research Institute
ESCO	Energy Service Company, (Empresa de Servicios de Energía)
gpcd	gallonsper capita per day, (galones per cápita por día)
GWC	Ghana Water Company
IAMU	Iowa Association of Municipal Utilities
IMC	Indore Municipal Corporation
kgf/cm ²	kilogram-force per square centimeter (kilogramo-fuerza por centímetro cuadrado)
kVA	kilo voltioamperios
kVAR	kilo voltioamperios de potencia reactiva
kW	kilowatt, (kilovatio)
kWh	kilowatt hour, (kilovatio por hora)
MWWD	Metropolitan Wastewater Management Department
NAESCO	National Association of Energy Service Companies
NSW	New South Wales
O&M	Operation and Maintenance, (Operación y Mantenimiento)
ONG	Organización no Gubernamental
PID	Proporcional, Integral y Derivativo
PMC	Pune Municipal Corporation
PSAT	Pumping System Assessment Tool
PSI	pounds per square inch, (libras por pulgada cuadrada)
PUB	Public Utilities Board
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SEWA	Self-Employed Women's Association
UFW	Unnaccounted-for Water, (Agua no contabilizada)
USAID	United States Agency for International Development
UV	Ultravioleta
VSD	Variable Speed Drive

Conversiones de las Unidades de Medición

1 pulgada (in) = 2,54 centímetros (cm) = 25,4 milímetros (mm)

1 pie (ft) = 30,5 centímetros (cm) = 0,305 metros (m)

1 yarda (yd) = 36 pulgadas (in) = 0,914 metros (m)

1 milla (mi) = 5,280 pies (ft) = 1,61 kilómetros (km)

1 yarda cuadrada (yd²) = 9 pies cuadrados (ft²) = 0,836 metros cuadrados (m²)

1 acre (ac) = 43,560 pies cuadrados (ft²) = 0,405 hectáreas (ha) = 4,050 metros cuadrados (m²)

1 milla cuadrada (mi²) = 640 acres (ac) = 259 hectáreas (ha)

1 pie cúbico (ft³) = 7,48 galones (gal) = 0,0283 metros cúbicos (m³)

1 yarda cúbica (yd³) = 27 pies cúbicos (ft³) = 202 galones (gal) = 0,765 metros cúbicos (m³)

1 galón (gal) = 0,137 pies cúbicos (ft³) = 8,33 libras (lbs) agua = 3,78 litros (l)

1 acre-pulgada (ac-in) = 3,630 pies cúbicos (ft³) = 27,154 galones (gal) = 102,8 metros cúbicos (m³)

1 acre-pie (ac-ft) = 43,560 pies cúbicos (ft³) = 325,851 galones (gal) = 1,234 metros cúbicos (m³)

1 libra (lb) = 454 gramos (g) = 0,454 kilogramos (kg)

1 ton (ton) = 2,000 libras (lbs) = 907 kilogramos (kg) = 0,907 megagramos (Mg)

1 libra por acre (lb/ac) = 1,12 kilogramos por hectárea (kg/ha)

1 pie cúbico por segundo (cfs) = 449 galones por minuto (gpm) = 0,02832 litros por segundo (l/s)

1 millón de galones al día (MGD) = 1,55 pies cúbicos por segundo (cfs) = 3,785 metros cúbicos por día (m³/día)

1 miligramo por litro (mg/l) = 1 parte por millón (ppm) = 1,000 partes por mil millones (ppb)

1 libra por cuadrada pulgada (psi) = 2,04 pulgadas de mercurio (in Hg) = 27,7 pulgadas de agua (in H₂O)

1 Quad = 10¹⁵ BTU (aproximadamente 2016 Petacalorías)

Resumen Ejecutivo

Agua y Energía (Watergy): energía utilizada en sistemas de agua

Eficiencia de Agua y Energía (Watergy efficiency): optimizando el uso de energía para satisfacer eficientemente las necesidades de agua al menor costo posible

Entre el 2 y el 3 por ciento* de la energía que se consume en el mundo se utiliza para el bombeo y tratamiento de agua para las poblaciones urbanas y el sector industrial. El consumo de energía de la mayoría de los sistemas de agua a nivel mundial se podría reducir en por lo menos un 25 por ciento a través de la aplicación de medidas de eficiencia energética de alto costo-beneficio. Las empresas municipales de agua en todo el mundo tienen el potencial de ahorrar eficientemente más energía que la que consume toda Tailandia en un año. Desafortunadamente, estas empresas no han considerado como prioridad la posibilidad de reducir los patrones de consumo de energía.

Los insumos energéticos desvían recursos de otras importantes funciones municipales como son educación, transporte público y servicios de salud. En los países en desarrollo, los costos de energía necesarios para el suministro de agua pueden fácilmente representar la mitad del presupuesto total del gobierno municipal. Aún en las empresas municipales de agua en los países industrializados, los insumos energéticos constituyen el segundo renglón de gasto más importante después de los costos laborales. El consumo de combustibles fósiles para generar la energía utilizada en el abastecimiento de agua potable afecta la calidad atmosférica a nivel local y mundial. Las emisiones provenientes de las centrales de energía contribuyen a las altas concentraciones de contaminación que ya existen en los centros urbanos, además de aumentar la acidificación de los lagos y bosques. También, se emiten millones de toneladas de dióxido de carbono todos los años, que a su vez contribuyen a los cambios climáticos. Estos cambios que se producen a nivel mundial pueden reducir las capas freáticas e interrumpir el abastecimiento de agua en muchas áreas, resultando en costos aun más altos para proveer y cubrir las necesidades de agua y energía.

Algunas Empresas Municipales están mostrando otro camino

Algunas empresas municipales de agua como las de las ciudades de Austin, Estados Unidos; Toronto, Canadá; Estocolmo, Suecia y Sydney, Australia están aprovechando las oportunidades potenciales de ahorro de energía en sus respectivas operaciones. La Alianza Para el Ahorro de Energía (Alliance to Save Energy) identificó a más de 30 empresas municipales (públicas y privadas) que están aplicando una amplia gama de medidas sencillas y económicas para reducir el consumo de energía, manteniendo la calidad del servicio e incluso mejorándolo.

El nivel de consumo de energía de la mayoría de los sistemas de agua en el mundo se podría reducir en por lo menos un 25 por ciento a través de la aplicación de medidas de eficiencia de alto costo-beneficio

Desde 1995, la Alianza ha participado en programas con varios municipios en donde ha considerado tanto las posibles oportunidades para ahorrar energía como las dificultades que hay que superar para alcanzarlas. La empresa municipal en Fortaleza, Brasil logró una reducción dramática de 5 MW en el consumo de energía total, un año después de adoptar un programa con metas de eficiencia energética, mientras que también aumentaba el número de conexiones. La ciudad de Indore, India alcanzó un ahorro de 1.6 millones de rupias (USD 35,000) tres meses después de haber adoptado algunas medidas de eficiencia energética sin una inversión adicional, y este resultado se logró con sólo mejorar la coordinación de las operaciones de las bombas existentes. A pesar de que la ciudad de Pune, India rápidamente identificó un potencial de ahorro de energía de más 7 millones de rupias (USD 150,000) a través de programas de eficiencia energética, solamente ha podido ejecutar un 20 por ciento de los proyectos previstos.

* Aproximadamente 2,016 Petacalorías (el equivalente a 8 Quads, 1 Quad = 10¹⁵ BTU)

Estas empresas municipales señaladas representan un fuerte contraste en comparación con la gran mayoría de suministradores municipales de agua en todo el mundo en donde no se ha logrado aplicar ni las más sencillas medidas para reducir el consumo de energía. Los gerentes de servicios de agua suelen no contar con los conocimientos o capacitación técnica necesarios para aprovechar la amplia variedad de opciones de ahorro de energía. En muchos casos, no disponen de los sistemas de medición y supervisión que se requieren para recopilar datos, establecer líneas de base y mediciones, y realizar evaluaciones de las instalaciones. Frecuentemente, en aquellos casos donde hay datos disponibles, no se intercambia la información con los diferentes departamentos y oficinas de las empresas municipales de agua.

Fórmula para el Éxito

Este informe resume los elementos que conforman los sistemas de eficiencia de agua y energía, que optimizan el uso de energía para satisfacer eficientemente las necesidades de agua. Dichos elementos ya están incorporados en muchos de los programas integrales de servicios de agua potable mencionados en los estudios de casos.

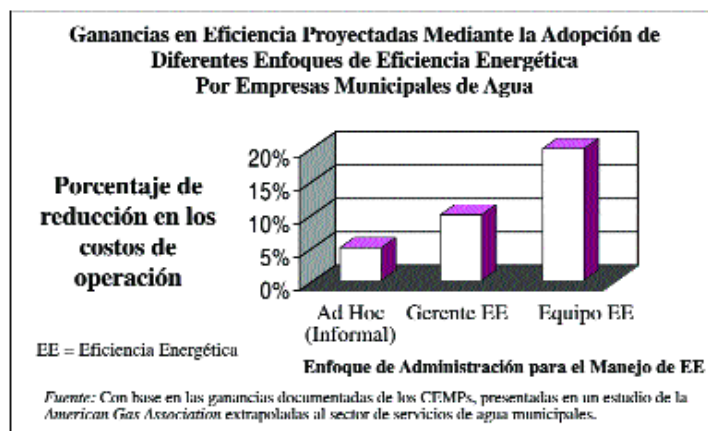
Las empresas municipales de agua y alcantarillado que establecen equipos de trabajo intra-institucionales han concluido que es posible lograr ahorros adicionales de energía y capital cuando se considera combinar la incorporación de mejoras potenciales a los sistemas de abastecimiento con la promoción del uso eficiente del agua por parte de los consumidores. En algunos casos, la reducción de la demanda del consumo de agua permitirá una reducción en la capacidad necesaria de las bombas y tubería.

Para fortalecer la capacidad del equipo de trabajo, es fundamental tomar algunas medidas críticas como la incorporación de mecanismos de medición y monitoreo del consumo de energía y agua, la adopción de programas de capacitación de técnicas de eficiencia energética además de ofrecer los recursos adecuados para invertir en los proyectos identificados.

Se pueden aplicar muchas medidas productivas de alto rendimiento que implican bajos o cero costos. De hecho, la instalación de sistemas de medición y supervisión puede resultar en un ahorro del 10 por ciento de los costos de energía con sólo cambiar la forma en como estos sistemas funcionan y mejorar los niveles de mantenimiento que estos sistemas reciben. Aunque los impactos de algunas de las mejoras son fáciles de verificar a través de simple medición, otras de las oportunidades seguirán desaprovechadas si no se cuenta con el análisis apropiado de los datos recopilados. Muchas empresas municipales de agua han determinado que una excelente manera de medir los avances logrados en el uso eficiente de energía es por medio de comparaciones de sus operaciones con otros sistemas similares.

En los casos de proyectos de mayor escala, la falta de capital suele ser la principal barrera que impide llevarlos a cabo. Los fondos para proyectos más costosos de ahorro de energía se obtienen frecuentemente de otros ahorros provenientes de otras medidas de eficiencia energética para el suministro de agua potable, que incluyen medidas como la reducción del desperdicio y el robo de agua, el mejoramiento de las prácticas básicas de mantenimiento, la reducción de subsidios y la optimización del nivel de desempeño del sistema.

Tabla 2: Beneficios esperados del Enfoque de Administración para el Uso Eficiente del Agua y la Energía, tomando como base la experiencia CEMP



Identificando oportunidades

Algunas de las opciones específicas para ahorrar energía en los sistemas de agua son fáciles de identificar como las fugas y los equipos deficientes. Otras medidas de ahorro de energía son más difíciles de detectar como los sistemas mal diseñados o las tuberías deterioradas.

Los problemas más comunes son:

- ▶ Fugas
- ▶ Baja resistencia a la corrosión de las tuberías (alto nivel de fricción al interior de las tuberías)
- ▶ Diseño de sistema inadecuado
- ▶ Diseño excesivo del sistema
- ▶ Selección de equipos inadecuados
- ▶ Equipos antiguos, no actualizados
- ▶ Nivel de mantenimiento deficiente
- ▶ Despilfarro de agua utilizable.

Entre las posibles soluciones existen las siguientes posibilidades:

- ▶ Reconfiguración o modernización de los equipos
- ▶ Reducción de los propulsores de bombeo
- ▶ Reducciones de escapes y pérdidas
- ▶ Modernización de equipos
- ▶ Tuberías de baja fricción
- ▶ Sistemas de velocidad ajustable
- ▶ Capacitores
- ▶ Transformadores
- ▶ Actualización de prácticas de mantenimiento y operacionales
- ▶ Recuperación y reciclaje de agua.

Las empresas municipales de agua frecuentemente pasan por alto los ahorros potenciales de energía y dinero que se pueden obtener mediante la disminución del consumo de agua de los usuarios. La posibilidad de que los usuarios usen menos cantidad de agua para obtener los mismos resultados mediante el empleo de inodoros y duchas de flujo reducido de agua y máquinas de lavar eficientes en el uso de energía son generalmente la mejor forma de reducir eficientemente los costos.



El problema no se está resolviendo

Se pronostica que la población urbana del mundo se duplicará en los próximos 40 años .

Si seguimos por este camino, los niveles de consumo de energía para el abastecimiento de agua también se duplicarán. Solo la mitad de los habitantes urbanos están conectados a los servicios de agua. Los precios de energía siguen aumentando. Los recursos hidrológicos se disminuyen mientras que las poblaciones urbanas se expanden. Las empresas municipales de agua, los usuarios, los líderes políticos, el medio ambiente, y todos los demás pagarán el precio de este continuo despilfarro. Las empresas municipales de agua tienen, por lo tanto, un fuerte incentivo para llevar a cabo medidas de eficiencia en el uso de energía.

Se utiliza una enorme cantidad de energía para el abastecimiento y tratamiento de agua a nivel mundial.

- La energía consumida mundialmente para suministrar agua, más de 6552 Petacalorías (26 Quads; 1 Quad = 10^{15} BTU), es aproximadamente igual a la cantidad total de energía utilizada conjuntamente en Japón y Taiwán, aproximadamente el 7% del consumo mundial total.⁵
- En Estados Unidos, los sectores de agua y aguas residuales anualmente consumen 75 mil millones de kWh, lo que representa el 3% del consumo total de electricidad⁶ o la electricidad total consumida por los sectores de petróleo y de pulpa de celulosa y papel.⁷

El agua es cada vez más escasa, con frecuencia requiriéndose más energía para encontrarla.

- Menos del 1% del agua dulce del mundo, aproximadamente el 0.008% de toda el agua de la tierra, es de fácil acceso para el uso humano directo.⁸
- Los recursos anuales promedio de agua renovable en el mundo alcanzaron 7,045 m³ por persona en el año 2000,⁹ lo que representa una disminución del 40% por persona desde 1970 debido al incremento de la población mundial.
- Veinte países (la mayoría de ellos en África y el Medio Oriente) sufren escasez crónica de agua, causando daños severos a la producción de alimentos e impidiendo el desarrollo económico.¹⁰

- Se requiere más energía para bombear agua a distancias más grandes y a mayor profundidad del suelo.

Los principales segmentos de la población urbana no están recibiendo un servicio adecuado.

- Una ciudad promedio solamente proporciona conexiones de electricidad a aproximadamente un 85% de las familias urbanas¹¹ y pueden carecer de suficientes reservas de energía para cumplir con la demanda existente.
- Actualmente en los países en desarrollo solamente la mitad de los habitantes urbanos tiene conexiones de agua en sus casas, y más de una cuarta parte no tiene acceso a agua potable purificada.¹²
- Para alcanzar cobertura universal en el año 2025, es necesario conectar a casi 3 mil millones de personas al suministro de agua y a más de 4 mil millones a los servicios sanitarios.¹³
- La población urbana de bajos ingresos que no está conectada a los servicios de agua frecuentemente tiene que recurrir a otras alternativas, como los vendedores de agua que suelen cobrar 16 veces más que la tarifa normal del agua entubada.¹⁴

Se pronostica un aumento dramático en la demanda de recursos de agua y energía en los centros urbanos.

- Se prevé durante los próximos 20 años que el consumo de energía en el mundo aumentará más de 60 por ciento.¹⁵
- Se Para el año 2020 más del 50% de la población en los países en desarrollo será urbana.¹⁶ Se ha pronosticado que el consumo total de electricidad de los sectores de agua potable y aguas residuales en los próximos 20 años se incrementará un 33% en todo el mundo.¹⁷
- Entre 1900 y 1995 se sextuplicó el consumo mundial de agua.¹⁸
- En el año 2025 se espera que una tercera parte de la población mundial viva en áreas con escasez crónica de agua.¹⁹

Para ayudar a satisfacer las necesidades de agua y de energía, los municipios pueden reducir su desperdicio.

- Con medidas muy sencillas y de bajo costo para aumentar la eficiencia, las empresas municipales de servicio de agua pueden lograr más ahorros de energía (aproximadamente 630 Petacalorías; 2.5 Quads) que el consumo de todo un año en Tailandia.²⁰
- La eliminación del agua desperdiciada (fugas, robo, etc.) en muchas ciudades grandes en los países en desarrollo aumentaría a más del doble la cantidad de agua disponible para suministro.²¹

I. Introducción

En su función como proveedores de agua para casi el 50% de la población mundial, las empresas municipales de servicios de agua juegan un papel vital en la administración de este recurso, a veces tan escaso. A medida que continúa la urbanización global, las empresas municipales de servicios de agua tienen la compleja tarea de suministrar el servicio con efectividad de costos para mantener el funcionamiento de las ciudades. Los recursos energéticos limitados, las escasas reservas de agua dulce y las crecientes inquietudes ecológicas hacen que el suministro de agua represente un reto cada vez mayor.

La mayoría de las empresas de servicios públicos en el mundo no maximiza los beneficios de los recursos energéticos y de agua, ni minimiza sus impactos ambientales negativos.

Al crear estructuras integrales con las facultades necesarias para lograr la administración eficiente del agua y la energía, los organismos municipales de servicios de agua pueden proporcionar el servicio, reducir el consumo de energía y proteger el medio ambiente.

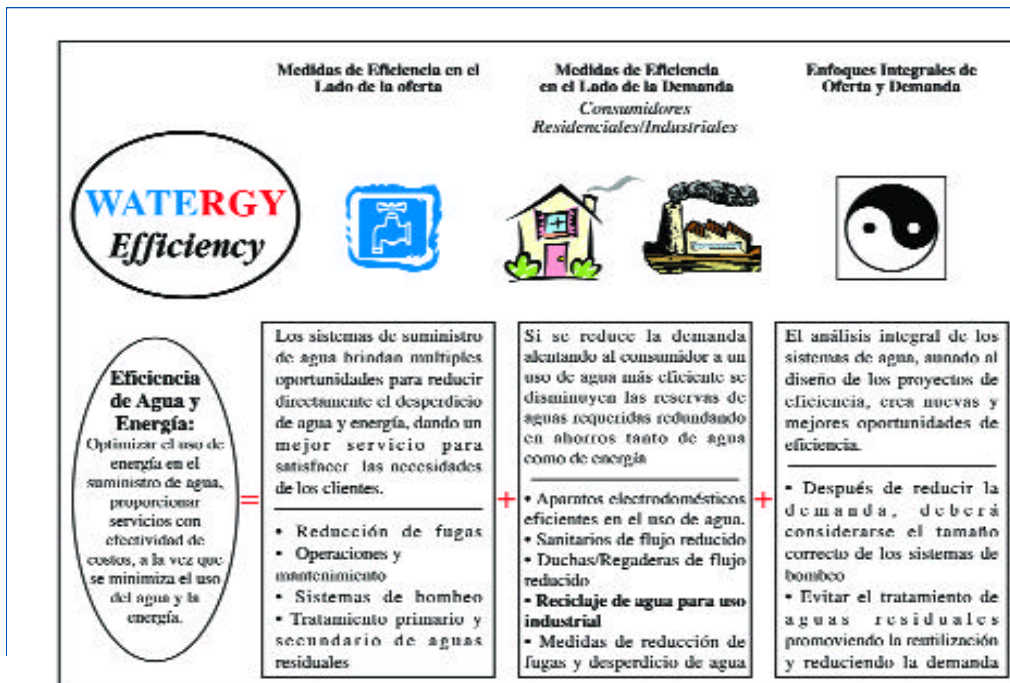
En este documento el término “agua y energía” o (“watergy”) se usa para describir la relación que existe entre el agua y la energía dentro del contexto de las empresas municipales de

servicios públicos de agua. Esta relación existe debido al importante papel que desempeña la energía para llevar el agua hasta el usuario final, así como su papel en la desinfección del agua potable y el tratamiento de aguas residuales. Cuando el agua se desperdicia en un sistema municipal, es casi seguro que también se desperdicia la energía. Véase la Figura 1 que presenta una descripción gráfica de esta relación.

El concepto de “eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua” (watergy efficiency) significa proporcionar al consumidor con efectividad de costos los servicios deseados relacionados con el agua, al mismo tiempo que se utiliza la menor cantidad posible de agua y energía. Este concepto comprende un amplio espectro de actividades relacionadas con el uso eficiente del agua y de la energía y las sinergias resultantes de administrar conjuntamente estos recursos. Al entender la estrecha relación existente entre el agua y la energía dentro de un sistema de suministro de agua, las empresas municipales de servicios de agua tienen la posibilidad de adaptar sus políticas y prácticas para mejorar la eficiencia, lo que no sucede si se abordan por separado las necesidades de agua y energía.

Es de importancia crítica maximizar el

Figura 1: Descripción de “Watergy Efficiency”- El uso eficiente de la energía en el suministro de agua



potencial de los recursos existentes de agua y energía. La cantidad promedio de agua renovable* por persona en el mundo ha disminuido 40% desde 1970, debido principalmente al aumento de población.²² Veinte países, la mayoría de ellos en África y en el Medio Oriente, enfrentan actualmente una escasez crónica de agua que trastorna gravemente su desarrollo económico. Este número se duplicará en los próximos 25 años, a medida que más de 3,000 millones de personas en el mundo vayan perdiendo el acceso a un suministro de agua adecuado y seguro.²³ Muchos de estos países se enfrentan también a una paralizante escasez de energía que altera la marcha de los negocios así como la vida diaria. De hecho, aproximadamente un 7% de la producción mundial de energía se usa para bombear agua. Los municipios son actores importantes en los esfuerzos para avanzar en el uso eficiente del agua y la energía. Para el año 2020 se espera que más de la mitad de la población de los países en desarrollo viva en las ciudades.²⁴ Con mayores poblaciones urbanas y sectores industriales y municipales en crecimiento, se incrementará en forma continua la cantidad utilizada de agua y energía. Además, aunque la proporción de agua consumida por el sector agrícola representa actualmente entre el 70 y el 80% del agua utilizada a nivel mundial, la demanda de agua de los usuarios urbanos e industriales continuará aumentando. Es enorme el potencial que existe para mejorar la eficiencia en el uso del agua y la energía. Por ejemplo, en India, la Confederación de la Industria India (CII, por sus siglas en inglés) calcula que una empresa municipal de servicios de agua típica puede mejorar la eficiencia del sistema de agua en un 25%.²⁵ Debido a que en la India muchas de esas empresas gastan más del 60% de su presupuesto energético en el bombeo del agua, cualquier ahorro significativo podría utilizarse para mejorar el servicio. Con base en un estudio reciente realizado en Texas sobre la oportunidad de lograr una mayor eficiencia en el uso del agua y la energía (véase la página 9), las empresas municipales de servicio de agua en Estados Unidos podrían fácilmente reducir un 15% del uso total de

electricidad, ahorrando casi 1,000 millones de dólares al año. En Latinoamérica se gastan entre 1,000 y 1,500 millones de dólares anualmente sólo para bombear agua que nunca llega al usuario final, debido a las fugas del sistema, robos y equipo defectuoso.

Como coincidencia, esa misma cantidad entre 1,000 y 1,500 millones de dólares es la que se necesita anualmente para proporcionar servicios sanitarios y de agua a toda la población de Latinoamérica que actualmente no cuenta con este servicio.²⁶

Este documento incluye siete secciones:

1. En la Sección 1, se define el concepto de 'watergy efficiency' o eficiencia en el uso de agua y energía y se justifica la necesidad de contar con una administración eficiente de estos recursos.
2. En la Sección 2, se presentan varios modelos de administración eficiente del agua y la energía instrumentados por los municipios.
3. En la Sección 3, se describe la forma de crear una estructura eficiente para la administración del agua y la energía.
4. En la Sección 4, se revisa el proceso necesario para desarrollar la capacidad institucional adecuada para emprender acciones que logren el uso eficiente del agua y la energía.
5. En las secciones 5 y 6, se enumeran los pasos que los municipios pueden seguir para aprovechar las oportunidades de eficiencia, tanto del lado de la oferta como de la demanda.
6. En la Sección 7, se presenta la conclusión de los informes.

Después de la Sección 7, en un compendio de casos para estudio se describen las actividades relacionadas con la eficiencia en el uso del agua y la energía desarrolladas en 18 ciudades alrededor del mundo. En los Apéndices A-F se presenta una lista de medidas técnicas adicionales.

Aunque este documento es un recurso para construir programas apropiados para el uso eficiente del agua, no es una receta única. Debido a que los problemas y recursos de cada autoridad y organismo municipal de servicio de agua son muy particulares, las mejores prácticas

* La cantidad de agua renovable en un determinado periodo en un lugar específico corresponde a la cantidad de agua que se repone en forma natural durante ese mismo periodo a través de procesos naturales como lluvia, escurrimientos o deshielo.

y los casos presentados deben adaptarse a las realidades de cada situación. Por ejemplo, pueden existir grandes diferencias entre la infraestructura, los recursos financieros y otros aspectos de las empresas de servicio de agua de los países desarrollados y de los países en desarrollo. No obstante, muchos de los principios básicos cubiertos son igualmente aplicables. Además, no se hace distinción entre las estructuras administrativas públicas y privadas, sino la intención es presentar información valiosa para cualquier tipo de sistema de suministro tanto público como privado.

1.1 LA RELACIÓN ENTRE EL AGUA Y LA ENERGÍA Y SU USO EFICIENTE

En el proceso para mejorar la eficiencia total de un sistema de agua, las autoridades municipales deben considerar el consumo del agua y la energía como insumos relacionados, en lugar de verlos por separado y no relacionados. La energía es necesaria para mover el agua a través de los sistemas municipales, para purificarla, y para eliminar impurezas una vez utilizada. Cada litro de agua que pasa a través del sistema representa un costo importante de energía. Las pérdidas de agua en forma de fugas, robo y desperdicio de los consumidores, y un suministro deficiente, afectan directamente la cantidad de energía consumida para el suministro de agua. Por lo general, el desperdicio de agua conduce a un desperdicio de energía.

Las actividades emprendidas para ahorrar agua y energía pueden tener un mayor impacto cuando se planean en forma conjunta. Por ejemplo, tan sólo un programa de reducción de fugas puede ahorrar agua y reducir las pérdidas de presión dando como resultado ahorros de energía, debido a una menor demanda de bombeo. Es probable que cambiar una bomba por otra más eficiente ahorre energía. Si las dos actividades se coordinan conjuntamente a través de un programa de uso eficiente del agua y la energía, la reducción en pérdidas de presión por fugas permitirá que se adquieran bombas más pequeñas y se mantenga el mismo servicio, lo que significará ahorros monetarios y de energía.

El Caso de Indore Municipal Corporation

En la década de los 70, Indore Municipal Corporation en Indore, India, construyó una costosa línea de conducción de agua de 70 kilómetros de largo a través de una montaña, con el fin de suministrar recursos adicionales de agua para satisfacer el aumento esperado en la demanda de una población cada vez mayor. Sin embargo, el aumento real de la población excedió con mucho el incremento anticipado, e Indore se encuentra nuevamente ante una escasez de agua. El desarrollo de capacidad adicional lleva muchos años y cuesta millones de rupias. Además, en el futuro, esta capacidad adicional también tendría un impacto negativo en la disponibilidad de electricidad en Indore. Actualmente se están haciendo esfuerzos que tengan un impacto inmediato para mejorar la eficiencia, tratando de obtener más beneficios de los recursos existentes. Si Indore desde el principio hubiera planeado tener una mayor eficiencia, sus inversiones de capital todavía podrían ser adecuadas para satisfacer las necesidades de la ciudad.

1.2 ARGUMENTOS PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA Y DE LA ENERGÍA

Los incentivos que tienen las autoridades municipales para mejorar la eficiencia en el uso del agua incluyen reducir costos, garantizar agua y energía seguras, y reducir los impactos ambientales.

La opción con mayor efectividad de costos

Muchas veces el uso eficiente del agua y la energía es la forma económicamente más rentable de mejorar los servicios de suministro de agua para los consumidores, al mismo tiempo que se cubren las necesidades de poblaciones cada vez más grandes.

Los esfuerzos globales para hacer más eficiente el uso del agua y la energía reducen los costos, aumentan la capacidad de servicio del sistema existente y mejoran la satisfacción del cliente. Las ciudades pueden suministrar más agua para un consumo creciente con la instalación de mayor capacidad, aunque esto no asegura el suministro puesto que las reservas de agua natural no son ilimitadas. Otra opción es aprovechar más la capacidad instalada mediante la implantación de programas de eficiencia en el uso del agua. Por ejemplo, muchas empresas municipales de servicio de agua en los países en desarrollo tienen pérdidas en su sistema de

agua de entre 30 y 60%. Incluso muchos municipios en los países desarrollados tienen pérdidas de agua de un 15 a un 25%.²⁷ La ciudad de Toronto calcula que la instrumentación de su programa de eficiencia para el ahorro de agua tuvo un costo mucho menor que el desarrollo de nueva capacidad. Al decidir concentrarse en la eficiencia, la ciudad de Toronto ha optado por mantener y mejorar los beneficios que actualmente reciben los consumidores, al mismo tiempo que minimiza sus costos.²⁸

Cómo asegurar un suministro adecuado de energía

Los ahorros de energía realizados a través de un uso eficiente del agua pueden representar un papel importante para garantizar un suministro adecuado de energía a todo el municipio. Muchos municipios en todo el mundo se enfrentan o se enfrentarán en un futuro cercano a una escasez de energía. El desarrollo de nuevas plantas de generación eléctrica requiere mucho tiempo y grandes cantidades de dinero. Debido a que los sistemas de agua utilizan una cantidad importante de energía, los municipios pueden evitar la escasez de energía y la necesidad de nueva y costosa infraestructura con el uso eficiente del agua y la energía. Por ejemplo, en el año 2001, en el norte y centro de Brasil la baja precipitación pluvial creó una situación de crisis en el suministro de energía, limitando la energía disponible proveniente de las plantas hidroeléctricas. La ciudad de Fortaleza, en el Estado de Ceará en el noreste, tuvo la amenaza de sufrir apagones generalizados debido a un déficit estimado de 20% de energía eléctrica. En un esfuerzo por reducir el impacto del déficit de electricidad, el estado identificó que una manera importante de reducir la demanda de electricidad era a través de la empresa de servicios de agua de Fortaleza. Dicha empresa juega un papel fundamental en los esfuerzos del estado de Ceará, porque es el consumidor más grande de electricidad y porque tiene muchas oportunidades de reducir rápidamente el uso de la electricidad a través de la eficiencia.

Cómo mantener suficientes reservas de agua

A medida que muchos municipios alrededor del mundo enfrenten escasez de agua, la eficiencia en el uso del agua y la energía se volverá una herramienta todavía más importante para garantizar la disponibilidad del agua. Actualmente más del 40% de la población mundial vive en áreas donde hay escasez de agua. Es muy probable que este porcentaje aumente a 50% para el año 2025, a medida que se incremente la demanda de agua.

En particular, los municipios han visto un aumento en la demanda de agua debido principalmente al incremento de la población, a una migración cada vez mayor del campo a la ciudad, y a la industrialización.²⁹

A muchos municipios se les está dificultando asegurar fuentes suficientes de agua para satisfacer esta demanda cada vez mayor. La eficiencia en el uso del agua y la energía es una de las principales herramientas que tienen los municipios para mantener en el largo plazo, reservas de agua suficientes para satisfacer la demanda. La reducción del desperdicio en el sistema puede tener el mismo efecto que aumentar las reservas: hay más agua disponible para el consumidor. Además, las empresas públicas de servicio de agua pueden ayudar a garantizar las reservas municipales de agua, trabajando con los consumidores para obtener mayores beneficios de cada unidad de agua utilizada a través de tecnologías para el uso eficiente del agua y menor desperdicio.

Cómo minimizar los impactos ambientales

Las autoridades municipales encargadas del servicio de agua no sólo deben considerar los beneficios financieros y los beneficios de contar con un recurso asegurado que pueden alcanzarse con un uso más eficiente del agua, sino que también necesitan reconocer los riesgos ambientales del uso de energía y de la extracción excesiva de agua.

La energía se produce principalmente a través del consumo de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural que, cuando se

queman, liberan grandes cantidades de bióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), bióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), mercurio y otras peligrosas partículas contaminantes. Las emisiones de SO₂ y NO_x provenientes de la combustión de los combustibles fósiles, son específicamente

responsables de muchos problemas de la calidad del aire urbano. La combustión de carbón sigue siendo una de las mayores fuentes de contaminación por mercurio a nivel mundial. Además, el CO₂ es el principal gas responsable del cambio climático global y se cree que tendrá impactos adversos futuros en

El Alcance de las Oportunidades: El caso del estado de Texas, Estados Unidos

Hechos:

Al esforzarse por lograr metas muy modestas de eficiencia, Texas no solamente podría mejorar sus recursos de agua, sino también ahorrar cuando menos 1,600 millones de kWh y 7 mil millones de pies cúbicos (200 millones de metros cúbicos) de gas al año, a un costo muy rentable. El estado de Texas, ubicado en el sur de Estados Unidos, tiene un clima relativamente seco y recursos de agua limitados. Tiene una superficie de 261,914 millas cuadradas y allí residen 20.1 millones de personas. Para satisfacer sus necesidades de agua cada vez mayores, el estado ha adoptado un enfoque dinámico respecto al uso eficiente del agua. A pesar de esto, todavía los municipios en este estado cuentan con grandes oportunidades para ahorrar agua y disminuir el uso de energía.

Panorama general de las empresas municipales de servicio de agua en Texas

- Las empresas municipales de servicio de agua en Texas utilizan de 0.66 kWh -1.05 kWh por cada 1,000 litros bombeados (2.5 kWh a 4.0 de kWh por cada 1,000 galones).
- Se suministran aproximadamente (3 mil millones de galones) de agua tratada para fines municipales e industriales.
- Las autoridades encargadas del servicio de agua gastan de 180 a 288 millones de dólares al año en electricidad.
- El uso total de electricidad para el suministro de agua es de 2.8-4.8 miles de millones de kWh al año.
- La electricidad necesaria para producir cloro y otras sustancias químicas utilizadas en el agua y el tratamiento de aguas residuales equivale a 0.02-0.10 kWh adicionales por cada 1,000 galones de agua utilizados (0.005 a 0.028 kWh por cada 1,000 litros).

Ahorros potenciales en agua y energía por sector

Empresas de servicios de agua

Al reducir las pérdidas de las empresas de servicios de agua por una cantidad equivalente al 5% del agua distribuida, el estado de Texas podría ahorrar anualmente entre 140 y 240 millones de kWh de electricidad, con un ahorro en costos de aproximadamente entre 9 y 14 millones de dólares. Las mejoras en eficiencia energética de un 10% en el sistema de suministro podrían significar un ahorro de 300 millones de kWh adicionales.

Residencial

Los estudios realizados en Texas y apoyados por otras fuentes, documentan la oportunidad que existe de tener reducciones del 10 al 20% en el uso residencial del agua caliente. Esto es posible a través de programas como la sustitución de las regaderas, la instalación de aireadores de grifos, la promoción de aparatos eficientes, etc. Al promover estas tecnologías, Texas podría ahorrar anualmente mil millones de kWh de electricidad, 7 mil millones de pies cúbicos de agua y 21 millones de dólares.

Industrial

El sector industrial actualmente utiliza 10,600 millones de litros de agua (2,800 millones de galones) diariamente y tiene requerimientos energéticos para bombeo y tratamiento de 0.5-2.0 kWh por cada 1,000 galones utilizados (0.13 kWh a 0.53 kWh por cada 1,000 litros). La reducción de esta cantidad, incluso en un 10%, ahorraría alrededor de 100 millones de kWh al año.

Fuente: Texas Water Development Agency, sin fecha, *Relationship between Water and Energy Use in Texas*, sin publicar.

las ciudades en todo el mundo, a través de eventos climáticos extremos como sequías, ondas de calor, inundaciones y tormentas. La extracción excesiva de agua también representa un gran riesgo ambiental. El extraer demasiada agua del subsuelo, de los lagos y los ríos puede devastar los ecosistemas locales y llevar a la salinización del suelo e incluso a la desertificación. El Mar Aral en Asia Central es un recordatorio ominoso de los peligros potenciales de una extracción excesiva de agua. El lago y sus fuentes de agua dulce, que en el pasado lejano fueron una fuente inagotable de agua dulce rebosante de vida, se desviaron, se saquearon y se contaminaron, hasta el punto de que el lago se ha reducido a menos de la mitad de su tamaño original.

Lo que queda es casi un cuerpo muerto de aguas salobres. Las autoridades municipales encargadas del servicio de agua que consideren instrumentar medidas para hacer más eficiente el uso del agua y de la energía, las encontrarán todavía más atractivas después de tomar en consideración la reducción de los riesgos e impactos ambientales.



2. Modelos de Administración de Agua

Con frecuencia, las empresas municipales de servicios de agua, tanto públicas como privadas, no tienen suficiente capacidad institucional para desarrollar enfoques prácticos que maximicen la eficiencia del agua y la energía, incluso después de reconocer sus beneficios potenciales. La falla está principalmente en las estructuras de administración que no delegan las facultades necesarias a su personal para atender eficiente y directamente las diferentes cuestiones involucradas.


Los modelos de administración utilizados por la mayoría de las empresas de servicio de agua para ser eficientes, sin importar si son públicas o privadas, caen dentro de tres enfoques generales: administración ad hoc, administrador único, y equipo (véase tabla 1). Las autoridades

municipales encargadas del servicio agua han descubierto que cuanto más se alejen de la toma de decisiones ad hoc y tomen un enfoque de equipo global, más ganancias de eficiencia obtendrán en el uso del agua y la energía.

2.1 EL ENFOQUE AD HOC

Las empresas de servicios de agua que se basan en respuestas ad hoc para promover el uso eficiente del agua y la energía no tienen la capacidad y el compromiso institucional para aprovechar la gran mayoría de las oportunidades de eficiencia. Es muy probable que las empresas de servicios de agua que operan de esta manera no tengan un plan de administración integral. Por el contrario, la responsabilidad de iniciar mejoras para el uso

Tabla 1: Estructuras de Administración para el Uso eficiente del Agua y la Energía

Tipo de Respuesta Administrativa		Características Clave	Herramientas y Recursos
<div>BAJO POTENCIAL DE EFICIENCIA</div>  <div>ALTO POTENCIAL DE EFICIENCIA</div>	Ad Hoc	<ul style="list-style-type: none"> Con frecuencia éste es el enfoque implícito. En enfoque de los directivos es limitado. Las actividades de eficiencia se realizan sin considerar los impactos en todo el sistema. El mantenimiento del sistema es reactivo. Hay muy poca o ninguna comunicación entre las unidades operativas. 	<ul style="list-style-type: none"> La infraestructura de medición o monitoreo de agua y energía es limitada o inexistente. Los datos disponibles sobre el agua y la energía no se distribuyen ampliamente, ni se preparan de manera que puedan utilizarse. A menudo no se cuenta con fondos para los proyectos.
	Administrador Único	<ul style="list-style-type: none"> Con frecuencia la respuesta se enfoca a una oportunidad de eficiencia en particular (ubicación o tecnología). Los directivos reconocen la necesidad de concentrarse en la eficiencia. Comunicación limitada, pero nivel insignificante de colaboración entre las unidades operativas. El administrador de eficiencia tiene poco control directo sobre personal clave. 	<ul style="list-style-type: none"> Se cuenta con financiamiento dependiendo de los méritos del proyecto real. Se realiza recopilación de datos, pero su alcance y distribución son limitados. Se designa algo de personal y de equipo para proyectos específicos. Se otorgan fondos a los proyectos caso por caso.
	Equipo	<ul style="list-style-type: none"> La respuesta enfoca la eficiencia como un asunto de todo el sistema; todas las unidades operativas promueven la eficiencia. Los directivos hacen de la eficiencia una prioridad y verifican regularmente sus avances. El mantenimiento del sistema es una parte integrante de las actividades diarias. Los administradores y el personal reconocen la interconexión de diversas partes del sistema en el diseño de proyectos de eficiencia. El liderazgo del equipo para el uso eficiente del agua y la energía tiene algún control sobre el personal clave. 	<ul style="list-style-type: none"> Acceso al personal con un amplio rango de habilidades. Importante programa de recopilación de datos con informes bien diseñados y distribuidos. La eficiencia es un componente clave de todas las decisiones financieras. Los ahorros en costos de los proyectos se colocan con frecuencia en un fondo para mejoras adicionales. A menudo se cuenta con innovadores mecanismos de fondeo para instrumentar los proyectos.

eficiente del agua y la energía casi siempre recae en el personal que sólo puede reaccionar a los problemas en el momento en que surgen. Los proyectos de agua y energía con frecuencia son instrumentados sin considerar cuidadosamente su eficiencia, y muchas veces no están vinculados proactivamente con otros esfuerzos para maximizar ahorros.

El enfoque ad hoc se caracteriza por una escasez de datos sobre el uso del agua y la energía, falta de coordinación entre los diversos departamentos involucrados, y una limitada asignación de capital a los proyectos de eficiencia. Los directivos no se concentran en el uso eficiente del agua y la energía y no asignan recursos con este fin.

La mayoría de las autoridades municipales encargadas de administrar los servicios de agua encontrarán que, entre más agilmente se desplacen del modelo ad hoc al modelo holístico de equipo en su toma de decisiones, más rápidamente obtendrán resultados de eficiencia.

Por ejemplo, la Indore Municipal Corporation antes de sus recientes esfuerzos para crear un equipo encargado de lograr mayor eficiencia en el servicio de agua, no había estado midiendo ni rastreando ninguno de sus datos sobre el uso de energía. En su lugar, dependía de la compañía de electricidad para cuantificar su uso de electricidad en el bombeo de agua. Una de las primeras cosas que descubrió el equipo después de implantar un programa de medición y monitoreo, fue que se le estaba cobrando más electricidad de la que en realidad consumía.³⁰

2.2 ENFOQUE DEL ADMINISTRADOR UNICO

Las autoridades municipales de servicios de agua pueden elegir designar a una persona para atender problemas específicos como son la eficiencia de las bombas, la conservación del agua, o el tratamiento de aguas residuales. En muchos casos, la designación de un administrador de eficiencia dedicado exclusivamente a ello es un primer paso para

atender las cuestiones clave en el uso eficiente del agua y la energía. Una persona enfocada a un solo tema puede significar ahorros importantes para el servicio. De la misma manera, un administrador encargado de la eficiencia estimulará mayores niveles de recopilación y distribución de datos, lo que puede ayudar a otros departamentos a mejorar su eficiencia.

El nombramiento de un administrador encargado de la eficiencia, sin embargo, no llega lo suficientemente lejos como para reunir todos los recursos necesarios para maximizar el uso eficiente del agua y la energía. Una de las debilidades del enfoque del administrador único es una participación limitada de miembros claves del personal en este proceso. La simple contratación de un administrador para el uso eficiente de la energía no estimula un esfuerzo global de múltiples departamentos y del personal necesario para alcanzar los máximos ahorros.

Algunas de las quejas más comunes de los administradores de eficiencia que participan en este tipo de sistemas incluyen:

- ▶ No se tiene el control suficiente sobre los recursos y sobre el tiempo de otros miembros del personal, importantes en los esfuerzos encaminados a mejorar la eficiencia.
- ▶ Muchos de los interesados de numerosos departamentos con frecuencia son desaprovechados y no tienen facultades en las actividades para el uso eficiente del agua y la energía, porque esta eficiencia no es una parte directa de su trabajo.
- ▶ La limitada planeación, coordinación e interacción entre los diversos departamentos no ayuda a la promoción de medidas de eficiencia para todo el sistema.
- ▶ Es más probable que fracasen los proyectos de eficiencia si no cuentan con la participación y coordinación de los departamentos.

En Fortaleza, Brasil, los servicios municipales de agua, la Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) contrató a un administrador encargado de la eficiencia de energía que ha promovido con éxito varios programas. Uno de los logros importantes de este administrador fue incluir el uso eficiente de la energía como un elemento clave en el plan estratégico de

mejoras de las autoridades municipales de agua, que incluía el establecimiento de metas en el uso eficiente de la energía. Aun cuando los objetivos mismos son excelentes y se han efectuado grandes mejoras, el administrador encargado del uso eficiente de energía ha enfrentado numerosos obstáculos.

El primer problema que surgió fue la distribución de la información. CAGECE invirtió en un sofisticado sistema de medición y monitoreo, pero la información proporcionada sólo se envió a determinadas personas.

El administrador encargado del uso eficiente de energía no recibió los datos necesarios en un formato que pudiera utilizar.

El segundo problema fue la poca información que tenía el administrador para la toma de decisiones claves de inversión que afectaban críticamente el uso eficiente de la energía en todo el sistema. Por ejemplo, el personal de mantenimiento tomó la decisión de reparar los motores y las bombas basándose exclusivamente en el costo de reparación, en comparación con el costo de comprar un equipo nuevo más eficiente. No tomaron en cuenta el valor depreciado del equipo más viejo y los ahorros potenciales adicionales de modernizarse con un equipo más eficiente. En efecto, el cambio de un motor ineficiente con diez años de uso que requería la misma reparación que un motor de alta eficiencia de un año de uso, recibió la misma consideración.

Un tercer problema involucraba el hecho de que muchas de las ideas, propuestas y decisiones del administrador de energía no estaban totalmente coordinadas con otras inversiones relacionadas con el suministro de agua, presión del sistema y tratamiento de aguas. Estas inversiones, por lo general, no aprovechaban el máximo potencial de las mejoras de eficiencia.

El nombramiento de un administrador encargado del uso eficiente de la energía ha sido un paso significativo para mejorar la eficiencia de CAGECE. Sin embargo, tanto los altos directivos como el administrador de energía mismo reconocen la necesidad de incluir mayor participación e ideas y recursos adicionales para lograr mayores avances.

2.3 EL ENFOQUE DE EQUIPO PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA Y LA ENERGÍA

Con base en las experiencias de numerosas empresas públicas de servicios de agua, y las lecciones aprendidas, en circunstancias similares en el sector privado, las empresas municipales de servicios de agua que hayan adoptado un enfoque administrativo de equipo para lograr el uso eficiente del agua y la energía estarán mejor posicionadas para aprovechar las oportunidades para eficientarse.

Las experiencias de muchas autoridades municipales encargadas del servicio de agua, como son las documentadas en este informe, indican que el enfoque de equipo para lograr el uso eficiente del agua y la energía, es una parte

Defensores del Uso Eficiente del Agua: El Caso de Columbus, Georgia, Estados Unidos

En Columbus Water Works (CWW) en Columbus, Georgia, los costos de energía representaban el mayor de los gastos. CWW se ha beneficiado enormemente de los esfuerzos de los defensores del uso eficiente del agua. Fue necesario el liderazgo del presidente Billy Turner, del vicepresidente de operaciones, Cliff Arnett, y de otros más para realizar la transición hacia una operación eficiente en energía.

Estos líderes directivos pidieron a los operadores, líderes de equipo y otros miembros del personal que propusieran planes para aumentar la eficiencia. La propuesta se la tenían que vender a Cliff Arnett y después él se la llevaba al presidente de la compañía. Los administradores y líderes de equipo también realizaban seminarios semestrales de capacitación sobre el uso eficiente de la energía.

Los resultados de este sistema han sido extraordinarios. CWW ha modernizado la ingeniería de toda la planta volviéndola totalmente automatizada. Modernizaron el equipo más viejo, instalaron transmisiones de velocidad regulable, y automatizaron los controles de velocidad de las bombas. Han realizado inversiones significativas en motores eficientes en el uso de energía - incluyendo una mejora de su motor de 750 HP que les ahorró US\$200,000 dólares - redujeron los costos de energía en 20 por ciento, y realizaron una recuperación de la inversión en un año.

En un período de cinco años, CWW ha ahorrado más de 1 millón de dólares al cambiar su estructura de tarifas, optimizar los procesos y añadir tecnologías eficientes a sopladores, motores y bombas. Con la introducción de nuevas ideas y mayor visión, esta compañía de servicios contrata trimestralmente a un consultor de energía para que revise su situación energética.

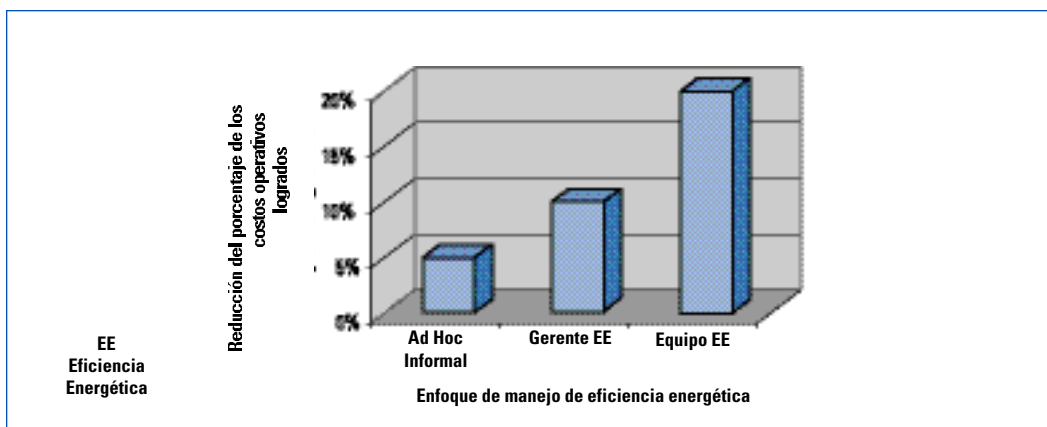
Fuente: Cliff Arnett, vicepresidente de operaciones, Columbus Water Works.

integral del éxito de las estrategias operativas. Aun cuando cada una de las autoridades municipales de servicios de agua presentadas en los casos para estudio tomó su enfoque particular para crear una infraestructura de equipo encargado del uso eficiente del agua y la energía, hay un gran número de similitudes que demuestran los beneficios de esta metodología. El equipo encargado del uso eficiente del agua y la energía tiene su origen en partidarios decididos o “defensores” a los niveles administrativos medio y alto. Un alto directivo puede identificar la eficiencia global en el uso del agua y de la energía como una función central de las autoridades municipales de los servicios de agua, y asegurar que se asignen los recursos adecuados para alcanzar esta meta. La administración media proporciona el liderazgo diario y efectúa el trabajo real de incorporar la eficiencia energética en los deberes administrativos del sistema de agua. Los equipos de eficiencia en el uso del agua y de la energía pueden movilizar una gran variedad de recursos y personal para mejorar la comunicación en toda la organización. Además, los equipos pueden mejorar la identificación e instrumentación del proyecto de eficiencia y asegurar la coordinación de las actividades. Un equipo que funciona bien hará que el uso eficiente del agua y la energía sea la principal función de una empresa de servicios de agua.

Lecciones del sector Privado: Programas Corporativos de Administración de Energía

El concepto de equipo para promover la eficiencia no es nuevo. De hecho, el sector privado ha utilizado programas corporativos de administración de energía CEMP, por sus siglas en inglés) con gran efectividad en una forma tal que se asemejan y añaden credibilidad al concepto de equipo de eficiencia en las empresas municipales de servicios de agua. Varias compañías de manufactura, incluyendo Owens Corning, Johnson & Johnson, y 3M, han encontrado que tiene mucho sentido de negocios adoptar programas corporativos integrales para la administración de energía.³¹ Estas compañías han disminuido sus costos de operación muy por debajo de los niveles de la competencia, que no cuentan con programas institucionalizados de administración energética. Una lección clave de los sistemas CEMP para los equipos encargados del uso eficiente del agua y la energía es que las mejoras continuas requieren una estructura de administración que combina los aspectos técnicos de la eficiencia energética con una administración operativa efectiva. Como lo destaca un estudio reciente de la American Gas Association, muchas plantas preocupadas por los costos operativos con frecuencia identifican e instrumentan oportunidades de eficiencia energética en forma

Tabla 2: Ganancias en Eficiencia Proyectadas Mediante la Adopción de Diferentes Enfoques de Eficiencia Energética por Empresas Municipales de Agua



Fuente: basado en el documento de ahorros de programas de eficiencia energética destacada en un estudio de la Asociación American de Gas ampliada para el sector de agua municipal.

ad hoc. Los ahorros iniciales de este enfoque por lo general suman entre el 5 y el 10 por ciento de los costos de energía. A través de los programas corporativos de administración de energía o CEMPS, sin embargo, las compañías no sólo realizan ahorros iniciales de entre 5 y el 10 por ciento, sino entre un 5 y un 15 por ciento adicionales (véase tabla 2), gracias a una mejor operación y mejores prácticas de mantenimiento.³² Asimismo, debido a que la producción y el uso en una planta no son actividades estáticas, el funcionamiento de la planta puede deteriorarse a proporciones de crisis en unos cuantos años si no se cuenta con una administración continua.³³

Características de un Efectivo Equipo encargado del Uso Eficiente del Agua y la Energía

1. Compromiso de los altos directivos.
2. Metas de reducción en el uso de energía claramente definidas.
3. Comunicación de las metas a todos los niveles de la compañía.
4. Asignación de la responsabilidad del proyecto al nivel adecuado.
5. Formulación y rastreo de sistemas de medición del uso de energía.
6. Identificación de todos los proyectos potenciales en forma continua.
7. Adopción de criterios de inversión en los proyectos, que reflejen sus riesgos y oportunidades.
8. Otorgamiento de reconocimientos y premios al alcanzar las metas.

Uno de los elementos de un equipo efectivo para el uso eficiente del agua y la energía que tiene exactamente la estructura de un CEMP, es el establecimiento de un sistema de medición y monitoreo para detectar cualquier desperdicio de agua y energía. Este sistema se destina a miembros clave en los departamentos afectados para que tengan una visión integral de la información pertinente. La ciudad de Austin, por ejemplo, ha desarrollado un agresivo programa de monitoreo para dar a su personal la máxima oportunidad de implantar ganancias de eficiencia. La comisión de agua de Austin proporciona un flujo constante de datos

específicos a su personal a través del correo electrónico para permitir la acción de sus administradores y empleados. Datos como son información específica de bombeo, ventas a clientes y funcionamiento del sistema se envían en forma constante al personal correspondiente que puede entonces optimizar sus esfuerzos de eficiencia en el uso del agua y la energía. Estos datos son guardados en bases de datos accesibles, estableciendo marcas de referencia sobre los esfuerzos de eficiencia.

Un ejemplo excelente del éxito del sistema de distribución de datos de Austin se encuentra en el área de reducción de fugas. Al instalar múltiples medidores auxiliares y coordinar el flujo de la información pertinente directamente de los medidores a las cuadrillas que reparan las líneas, Austin ha reducido las pérdidas en el sistema a sólo 8 por ciento.

Austin también cuenta con un avanzado sistema de monitoreo de los consumidores que ayuda a enfocar los recursos de sus programas de eficiencia en el lado de la demanda. Los empleados pueden diferenciar hasta 30 categorías de usuarios de agua, como son hospitales y escuelas. Esta información permite al personal de Austin efectuar una mejor asignación de los recursos a los usuarios ineficientes, bien sea comparando sectores o estableciendo marcas de referencia para los clientes dentro de un sector. Por ejemplo, un hospital que use más agua que otros hospitales similares, sería un candidato potencial para una auditoría de agua.

Los programas corporativos de administración de energía han sido documentados como vehículos excelentes para alcanzar máximas ganancias de eficiencia. Así como las industrias han encontrado que este enfoque de administración funciona, las autoridades municipales de los servicios de agua encontrarán algún híbrido del enfoque de equipo de administración que sea la metodología más efectiva para promover el uso eficiente del agua y la energía.

3. Cómo Crear la Infraestructura de un Equipo para el Uso Eficiente del Agua

3.1 META

El propósito de crear un equipo para el uso eficiente del agua y la energía es administrar recursos y herramientas para maximizar la eficiencia. El resultado final es proporcionar los mismos beneficios, o incluso más, al usuario final del agua, al mismo tiempo que se reducen los costos de operación, el uso de energía, los desperdicios y el consumo per cápita de agua y energía. Las funciones del equipo son las siguientes:

- ▶ Organizar y coordinar los esfuerzos para el uso eficiente del agua y la energía.
- ▶ Generar un acervo de conocimientos técnicos con el fin de identificar e instrumentar proyectos.
- ▶ Reunir los datos pertinentes para identificar las ineficiencias.
- ▶ Crear un enfoque administrativo en el uso eficiente del agua y la energía.

3.2 FORMACION DEL EQUIPO

La creación de un equipo para el uso eficiente del agua y la energía implica reunir el grupo indicado de personas equipadas con los recursos apropiados para identificar oportunidades, desarrollar e instrumentar proyectos, y dar seguimiento a los resultados. No existe un único enfoque correcto para crear un equipo para el uso eficiente del agua y la energía. Muchas son las variables que deben tomar en cuenta las empresas municipales de servicio de agua para iniciar el esfuerzo en forma individual, entre ellas están sus dimensiones, capacidad financiera y experiencia en el uso eficiente del agua y la energía. Como parte del proceso de planeación para construir un programa de eficiencia deberán considerarse muy seriamente los recursos financieros y el personal disponible, así como los costos de oportunidad resultantes de comprometer estos recursos al logro de la eficiencia.

El proceso de creación de un equipo en CAGECE, la empresa pública de servicio de agua en Fortaleza, Brasil, comenzó con el reconocimiento por parte de la administración del papel clave que jugaba la energía en su sistema de agua, lo cual condujo al

nombramiento de un administrador encargado del uso eficiente de la energía.

Los pasos iniciales para ganar credibilidad, incluyeron el mejoramiento de la eficiencia operativa de varios componentes del sistema de agua, e identificar metas de ahorro de energía que fueran adoptadas por los directivos.

Sin embargo, el Administrador reconoció las limitaciones de su cargo en términos de recopilación de datos y para implantar medidas de eficiencia para todo el sistema.

El Administrador se veía limitado por el hecho de que los directivos no consideraban que la eficiencia era una de las tareas esenciales de varios miembros claves del personal.

Después de haber decidido adoptar un enfoque de equipo, CAGECE pasó por un proceso de planeación para determinar los aspectos críticos de su sistema de agua que era necesario mejorar. A partir de este proceso, CAGECE

La creación de un equipo de eficiencia de agua y energía en una empresa de servicio de agua, implica hacer trabajar juntos a las personas indicadas y darles los recursos necesarios para identificar oportunidades, desarrollar e implementar proyectos, y dar seguimiento a los resultados.

pudo establecer un sistema para medir el éxito de sus programas, incluyendo metas específicas para la reducción del uso de energía enfocándose en las áreas prioritarias para el trabajo inicial. El proceso de planeación sirvió para identificar a los actores principales que necesitaba la empresa para movilizarse y crear su equipo para el uso eficiente del agua y la energía.

En la Tabla 3 se enumeran los posibles actores principales y su función en un equipo para el uso eficiente del agua y la energía, basados en los descubrimientos de muchos de los programas con éxito examinados en este estudio. Son muy pocas las empresas públicas de servicio de agua que contarán con los

Tabla 3: Recursos Humanos requeridos para integrar el Equipo encargado del Uso Eficiente del Agua y la Energía

Miembros Potenciales del Equipo	Descripción de funciones
Altos Directivos	<ul style="list-style-type: none"> • Vender el programa al Presidente Municipal y otros funcionarios del gobierno municipal • Liberar los cuellos de botella • Gestionar fondos para el proyecto • Asegurar un presupuesto para el equipo • Hacer un seguimiento del avance
Administrador encargado del uso eficiente del agua y la energía	<ul style="list-style-type: none"> • Motivar a los miembros del equipo • Crear la misión, visión y las metas del equipo • Desarrollar un plan de trabajo y el calendario de implementación • Asignar tareas • Coordinar los flujos de información • Evaluar las oportunidades considerando integralmente el sistema • Gestionar financiamiento para el proyecto • Facilitar la cooperación entre departamentos
Administradores a nivel de unidad (planta de suministro de agua, planta de tratamiento, operaciones de suministro, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar información crítica • Identificar e involucrar al personal técnico clave • Implementar y mantener los proyectos • Descubrir los aspectos claves de eficiencia de diseño
Personal de Hidrología	<ul style="list-style-type: none"> • Aportar conocimientos técnicos claves • Ser una fuente importante de datos • Hacer una aportación significativa a la planeación del suministro de agua y de las medidas sanitarias en todo el sistema • Enlace con entidades de planeación de recursos a nivel cuenca
Personal de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e implementar oportunidades de eficiencia • Proporcionar datos críticos
Personal de Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Suministrar una parte importante de los datos • Contribuir a la identificación e instrumentación del proyecto • Servir como recurso para la opción tecnológica
Personal encargado de la recopilación y captura de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar funciones de distribución y administración de datos básicos
Planificador del sistema	<ul style="list-style-type: none"> • Crear conciencia de inversión a largo plazo en el proceso del uso eficiente del agua y la energía
Personal de Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> • Priorizar actividades basándose en la efectividad de costos • Evaluar las oportunidades de financiamiento del proyecto
Personal de comunicación con los clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Crear reducciones y conciencia del lado de la demanda
Sector privado	<ul style="list-style-type: none"> • Empezar reducciones en el consumo, según sea conveniente • Ofrecer conocimientos respecto a eficiencia y recursos
Empresa eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> • Aportar experiencia y medios para promover el uso eficiente • Fuente potencial de financiamiento

recursos necesarios para permitir que todos los miembros propuestos trabajen en cuestiones de eficiencia la mayor parte de su tiempo. Sin embargo, los miembros esenciales del equipo deberán desarrollar lazos y relaciones de trabajo con el mayor número posible de colegas, con el fin de mejorar el intercambio de información y facilitar las actividades del equipo. La lista representa un punto de partida para las empresas que deseen desarrollar un equipo para el uso eficiente del agua y la energía, pero cada equipo tendrá claramente su propia identidad y sus propios tiempos.

Subcontratación (Outsourcing)

A medida que se desarrolle un programa para el uso eficiente del agua y la energía, será evidente que una empresa municipal de servicios de agua carece de los recursos, experiencia y/o tiempo para designar eficazmente al personal, así como para instrumentar las actividades de un equipo dedicado a la eficiencia.

La subcontratación de compañías especializadas en las áreas necesarias, es una forma económica de permitir que las empresas de servicios de agua se dediquen agresivamente a lograr reducciones en agua y energía.

Las empresas municipales de agua pueden subcontratar todo, desde una necesidad específica e insignificante hasta la mayoría de las funciones de un equipo especializado en eficiencia.

La Municipal Water Company de Columbus, Georgia, en Estados Unidos, es un ejemplo de una empresa de servicio público de agua que utiliza la subcontratación para abordar necesidades específicas. En Columbus, esta empresa cuenta con los servicios de un consultor en energía que realiza auditorías trimestrales de la eficiencia, buscando oportunidades adicionales para mejorar la eficiencia energética. El par de ojos adicional del consultor y su perspectiva externa, le permite verificar y asegurar que el personal encargado de las operaciones diarias del sistema no pase por alto las oportunidades de ahorro. En contraste, La ciudad de Toronto, utilizó los servicios de consultores externos para ayudar a formular todo su plan para el uso eficiente del agua. La ciudad de Bulawayo, Zimbabwe, contrató los servicios de consultores externos

para ayudar a desarrollar su programa de eficiencia y capacitar al personal local para implementarlo. En lugar de designar tiempo completo a un miembro del personal, Ahmedabad Municipal Corporation en la India utilizó durante dos años los servicios de un consultor externo como su Administrador de Energía, lo cual permitió que esta persona se concentrara en la eficiencia sin que lo asignaran a otros proyectos.

Sin embargo, la subcontratación conlleva algunas restricciones importantes, por lo que los administradores deberán dar consideración especial a la formulación de reglas bien diseñadas que sirvan de base para las actividades subcontratadas.

La subcontratación puede requerir incluso una mayor supervisión administrativa para garantizar el éxito de las actividades subcontratadas. Para administrar adecuadamente dichas actividades y asegurar buenos resultados, los administradores necesitan establecer líneas

El trabajo de “Outsourcing” con compañías especializadas en áreas necesarias es frecuentemente una vía de alto costo-beneficio para ayudar a la empresa municipal de agua a avanzar de manera agresiva su programa de eficiencia y ayudar a aterrizar las actividades del equipo.

base de referencia y crear mecanismos para verificar el trabajo y los ahorros. Las actividades de subcontratación también requieren la atención supervisora de los directivos, con el fin de asegurar que se avance de acuerdo con el programa y que las actividades realizadas sean compatibles con otras medidas relacionadas.

3.3 HERRAMIENTAS Y RECURSOS DE UN EQUIPO ADMINISTRATIVO PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA Y LA ENERGÍA

Durante el proceso de organización de un equipo para el uso eficiente del agua y la energía y la programación de sus actividades, los administradores también



necesitan reconocer y proporcionar los múltiples recursos que el equipo necesita para tener éxito. A continuación se da una lista de los recursos necesarios más comunes:

- ▶ **Presupuesto.** Asegurar un presupuesto anual es parte importante de la institucionalización de un programa. En el caso de un equipo municipal especializado en eficiencia, el presupuesto es de importancia crítica para adquirir las herramientas y experiencia apropiadas, contratar estudios técnicos, instrumentar los proyectos adecuados y asegurar su continuidad.
- ▶ **Tiempo.** Es necesario dar tiempo a los miembros del equipo para que concentren sus esfuerzos en la eficiencia. En Indore, India, los miembros clave del equipo indicaron reiteradamente que muchas veces su carga de trabajo no les permitió tener el tiempo necesario para concentrarse en las actividades necesarias que llevaran al logro de sus objetivos para el uso eficiente del agua y la energía.
- ▶ **Acceso al personal clave.** Para habilitar totalmente al equipo, los directivos deberán integrar a las personas claves y permitir asignarles tareas, tanto dentro como fuera del equipo.
- ▶ **Capacitación.** Una capacitación adecuada ayuda a los miembros del equipo a alcanzar sus metas en eficiencia. La capacitación puede familiarizar a los miembros del equipo con las últimas tecnologías en eficiencia, enseñarles las últimas prácticas operativas y de mantenimiento, y transmitir a los administradores la mejor forma de que su personal alcance logros en eficiencia.
- ▶ **Equipo de medición y monitoreo.** Una de las primeras tareas del equipo deberá ser la evaluación del sistema actual de medición y monitoreo para identificar áreas donde pueda mejorarse y determinar las necesidades adicionales de equipo de medición (flujómetros, manómetros, etc.). Los datos siempre pueden mejorarse aumentando el alcance y precisión de la capacidad de medición del sistema.
- ▶ **Herramientas para el manejo de la base de datos.** Los datos sin procesar no son útiles, salvo que se registren y analicen en forma que puedan aprovecharse. Las tecnologías para rastrear y analizar los datos en todo el sistema, como computadoras, software de base de datos y generadores de informes, son recursos importantes para mejorar la eficiencia. Si los fondos son limitados, se tiene la opción de rentar este tipo de equipo.
- ▶ **Financiamiento del proyecto.** Para evitar que los esfuerzos de un equipo se vuelvan un ejercicio meramente académico, necesitan ser implementadas las oportunidades identificadas. El equipo necesita un mecanismo para asignar fondos a los proyectos que valgan la pena. Esto podría incluir combinaciones de los siguientes elementos: desarrollo de una relación con una empresa de servicio de agua y/o energía; arrendamiento de equipo; creación de un presupuesto por separado dentro de la empresa para proyectos de eficiencia; proyectos de rápida instrumentación que cumplan con ciertas metas de recuperación de la inversión, y la

utilización de los ahorros obtenidos en proyectos de baja o nula inversión, para fondar nuevos proyectos.

- **Espacio de Oficina.** El espacio de oficina puede ser un elemento básico institucional importante para un equipo dedicado al uso eficiente del agua y la energía. La oficina servirá como punto de reunión y centro de información. En las ciudades de Pune e Indore en la India, la creación de un espacio real de oficina ha sido importante para institucionalizar al equipo dedicado al uso eficiente del agua y la energía. Los teléfonos, las computadoras, el personal y demás recursos para recopilación de datos vinieron después de la asignación de un espacio de oficina.

Los ejemplos de Pune e Indore en la India nos hacen ver claramente la importancia que tiene proporcionar los recursos y herramientas adecuadas al equipo. En muchos aspectos, el progreso de estas dos empresas municipales de servicios públicos al implementar medidas para el uso eficiente del agua y la energía puede correlacionarse directamente con su capacidad para obtener los recursos y herramientas adecuadas.

En el año 2000, las empresas municipales de Pune e Indore comenzaron a trabajar con una ONG en el desarrollo de capacidad administrativa para abordar la eficiencia en el uso del agua y la energía. Cada uno de estos municipios contaba con un fuerte liderazgo a nivel de directivos, que reconocieron el potencial de ahorros que existía con base en las evaluaciones iniciales de sus operaciones. Cada uno reconoció los vacíos de información así como las ineficiencias de medición que existían en su sistema. Al decidir abordar estos problemas formando un equipo para el uso

eficiente del agua y la energía, los municipios de Pune e Indore comenzaron a cosechar ahorros significativos a medida que empezaron a implementar los proyectos más sencillos.

Sin embargo, a medida que continuaba el esfuerzo para crear el equipo, la falta de herramientas de medición y la incapacidad de obtener los recursos necesarios, comenzaron de inmediato a entorpecer los esfuerzos.

No era posible mejorar la recopilación de datos, elemento clave para el éxito inicial. Para hacer frente a esta situación, tanto Pune como Indore desarrollaron planes operativos que incluían presupuesto, personal, equipo y capacitación que dieran al equipo todos los elementos para tener un éxito mayor.

Por ejemplo, en Pune, el equipo administrativo para el uso eficiente del agua y la energía casi se paralizó hasta que consiguió sistemas computarizados y de base de datos para rastrear y analizar los datos. Una vez que los datos se recopilaban y capturaban en el sistema, el equipo comenzó a identificar oportunidades adicionales de ahorros y a reconocer las áreas que necesitaban una mayor atención.

La empresa municipal de Indore, al enfrentarse igualmente a falta de equipo, creó una partida en el presupuesto municipal para las actividades involucradas en el programa para el uso eficiente de agua y energía. En el primer año, la empresa asignó aproximadamente cien mil dólares que están siendo utilizados para apoyar las actividades del equipo. Al hacer estas inversiones adicionales, tanto Indore como Pune han podido aprovechar oportunidades adicionales de ahorro, y han descubierto errores de facturación de parte de la empresa de servicio eléctrico.

4. Cómo Crear la Capacidad Institucional Necesaria

Desarrollar un conocimiento preciso de las condiciones operativas actuales, es el primer paso para que una empresa de servicio de agua cree e instrumente una estrategia sobre el uso eficiente del agua y la energía utilizada en su manejo. Para entender su potencial de eficiencia en el uso del agua y la energía e implementar soluciones eficaces, las empresas necesitan crear un sistema de medición y monitoreo del agua, determinar sus líneas base y su sistema de unidades e indicadores, realizar evaluaciones de las instalaciones y analizar los datos, todo ello con el objeto de poder determinar la asignación apropiada de recursos.

4.1 SISTEMA DE MEDICIÓN Y MONITOREO DEL AGUA Y LA ENERGÍA UTILIZADA EN SU SUMINISTRO

Un sistema preciso de medición y monitoreo permite a los equipos encargados del uso eficiente de la energía en el suministro de agua, estar conscientes de los problemas y cuellos de botella del sistema, identificar sus causas y tomar medidas correctivas. Los sistemas de medición y monitoreo por sí solos han permitido que muchas organizaciones disminuyan el consumo de energía en un 10%.³⁵ La solución de cuestiones técnicas - como la identificación de las pérdidas de agua y las necesidades de bombeo del sistema - se basa en datos válidos de medición del flujo de agua y el uso de la electricidad. Por ejemplo, en los sistemas de aguas residuales, el monitoreo regular de los flujos puede indicar problemas de infiltraciones externas al sistema. Un mayor flujo de agua puede indicar que el agua subterránea se está filtrando a la tubería principal de recolección a través de uniones o acoplamientos sueltos, rupturas y grietas. También puede provenir de escurrimientos de agua de lluvia que se introducen en los registros o conexiones, como tubos de descarga o bombas de sumidero. El agua infiltrada puede crear una demanda excesiva del equipo en el sistema, desperdiciándose así energía y recursos financieros.³⁶

La primera tarea para establecer un sistema de medición y monitoreo es crear una red de medidores y contadores auxiliares que midan el flujo de agua y el uso de la energía. Aunque la tecnología utilizada y el número de medidores

serán diferentes para cada empresa dependiendo de sus recursos, esta red deberá medir el agua y la energía que entran al sistema y calcular el agua entregada a los usuarios. En el mejor de los casos, el sistema de medición se extenderá a través de las instalaciones hasta las áreas donde se usan el agua y la energía. La separación del sistema y de las plantas en áreas discretas (por ejemplo, un equipo en particular o secciones específicas de un edificio) puede facilitar la medición de las entradas y salidas de agua y energía.³⁷

La confiabilidad de los datos se verá muy

Pasos clave para crear la capacidad institucional necesaria

- **Crear un sistema de medición y monitoreo de la energía utilizada en el suministro de agua.** Mediante el desarrollo de sistemas integrales de recopilación y manejo de datos pueden identificarse, instrumentarse y verificarse muchas oportunidades potenciales de ahorro, tanto del lado del suministro como de la demanda.
- **Desarrollo de una línea base y un sistema de indicadores.** Al crear una línea base de referencia y definir un sistema de indicadores, los equipos encargados de la administración del agua pueden identificar mejor los proyectos de eficiencia, venderlos a los directivos, y hacer un seguimiento del éxito.
- **Realizar una evaluación de las instalaciones.** Al realizar una evaluación de las instalaciones, los equipos encargados del uso eficiente del agua pueden diagnosticar con mayor detalle donde se encuentran las áreas de oportunidad dentro del sistema.
- **Análisis de datos.** Una vez que los datos han sido recopilados, los equipos encargados de la eficiencia en la empresa necesitan poder utilizarlos para tomar decisiones respecto al lugar donde van a enfocarse los recursos y esfuerzos.

afectada por la cantidad, calidad y colocación del equipo de medición. Con el fin de mantener la precisión, será necesario verificar los medidores en forma regular y recalibrarlos según sea necesario.

Los factores que deberán considerarse en la selección del equipo de medición incluyen lo siguiente:

- ▶ Tipo de instrumento para un cierto parámetro.
- ▶ Equipo portátil en comparación con fijo.
- ▶ Precisión del equipo comparada con el costo.
- ▶ Entorno operativo (por ejemplo, tensión física o probabilidad de corrosión).
- ▶ Lugar y espacio físico dentro del sistema.
- ▶ Disponibilidad comercial del equipo y servicio técnico.

En la Tabla 4 se resumen los tipos más comunes de instrumentos disponibles para un determinado parámetro. Debido a que existen varias herramientas que muchas veces ofrecen mediciones similares, los organismos públicos de servicio de agua deberán identificar el mejor equipo para un trabajo específico con base en los criterios internos.

Los medidores instalados en forma permanente pueden ser extremadamente útiles para la creación de un sistema de medición funcional. Estos medidores pueden ser monitoreados en forma constante por el personal o en forma electrónica, con el fin de mantener un conjunto de datos razonablemente confiables. Sin embargo, muchas veces es conveniente la instrumentación portátil para lograr una mayor precisión. Es más fácil el mantenimiento y la calibración de los instrumentos portátiles y deberán utilizarse, siempre que sea posible, para verificar la precisión de los medidores instalados.

Algunas tareas pueden requerir equipo de

medición en extremo preciso, mientras que otras pueden necesitar solamente cálculos razonables. De la misma manera, las áreas del sistema que físicamente exijan más del equipo y lo sometan a una tensión física y daños potenciales considerables, pueden requerir medidores más costosos y durables. Las empresas públicas de servicio de agua necesitarán desarrollar criterios para seleccionar equipo con base en sus necesidades, en comparación con los costos del producto. También es importante determinar los lugares apropiados para hacer las mediciones. Generalmente, las mediciones de flujo y presión se toman alrededor de las bombas principales para evaluar su eficiencia. En realidad, las bombas principales pueden requerir un análisis adicional para identificar las condiciones óptimas de funcionamiento.³⁹

Los medidores no pueden suministrar todas las mediciones necesarias. Es necesario realizar ciertos cálculos como en el caso de la elevación vertical entre la fuente de agua y su destino

Tabla 4: Mediciones del desempeño en el uso eficiente del agua y la energía utilizada en su suministro

Parámetros	Instrumentos comunes de medición
Razón de flujo del agua <i>La comparación de la velocidad del flujo del agua en diferentes partes del sistema puede ayudar a localizar fugas, situaciones de fricción alta en la tubería y requerimientos de bombeo en tiempo real.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Dispositivos de presión diferencial, como medidores de orificio y medidores Venturi Flujómetros de velocidad, como tubos Pitot Flujómetros decanal abierto y electromagnéticos Medidores de desplazamiento positivo
Presión del agua <i>El monitoreo de la presión del agua puede ayudar a encontrar fugas, reducir el bombeo innecesario y mantener un servicio constante.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Tubos Bourdon Fuelle Diafragma Transductores piezorresistivos
Potencia de entrada del motor <i>Las lecturas de la potencia de entrada del motor pueden ayudar a determinar si un motor está operando a su eficiencia óptima.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Amperímetros Voltímetros Medidores del factor de potencia
Velocidad giratoria de la bomba <i>Los datos de la velocidad giratoria pueden ayudar a determinar si un motor está operando a su eficiencia óptima.</i>	<ul style="list-style-type: none"> Luz estroboscópica
Información en la placa del equipo <ul style="list-style-type: none"> Velocidad nominal del motor, caballaje, amperaje de carga máxima y eficiencia nominal. Flujo de la bomba, carga total del sistema y velocidad <i>Esta información es de vital importancia para determinar el punto de eficiencia óptima del equipo.</i>	Monitoreo continuo
Carga del Sistema³⁸ <i>Las bombas necesitan adaptarse a los requisitos reales de carga total del sistema.</i>	Estimado

4. Cómo Crear la Capacidad Institucional Necesaria

(carga total del sistema*), así como en aquellos casos en que no sea práctico tomar mediciones debido al diseño de la tubería o al espacio físico disponible.

Además de la instalación física de un sistema de medición y monitoreo, es importante institucionalizar la operación y el manejo del sistema de medición. Ya sea que se verifiquen los instrumentos manualmente, utilizando herramientas portátiles para hacer las mediciones o que se reciban los datos automáticamente a través de sistemas computarizados, los individuos deberán ser responsables de registrar en forma exacta las mediciones. La conservación de personal capacitado y motivado en estas funciones de importancia crucial, mejorará mucho la confiabilidad de los datos resultantes.

4.2 LÍNEAS BASE Y SISTEMA DE UNIDADES E INDICADORES

Para medir el avance en la eficiencia, es muy importante desarrollar un sistema de indicadores del uso del agua y la energía y después establecer una línea base como referencia para comparar sus valores antes y después de las mejoras implementadas. El seguimiento de las mediciones de eficiencia en el uso del agua, como las que se enumeran en la Tabla 5, puede proporcionar información muy importante acerca de la eficiencia de un sistema. Al seleccionar un conjunto de indicadores para evaluar las mejoras e identificar las deficiencias, los equipos encargados estarán en condiciones de asignar prioridades a las oportunidades y de evaluar mejor su progreso. Para hacer una comparación exacta, las líneas base de consumo de agua y energía deberán representar las fluctuaciones reales de la demanda durante el día,

diariamente y de acuerdo con la temporada. Es necesario el desarrollo de indicadores y curvas de comportamiento, tanto para las instalaciones que suministran agua como para los clientes.

La compañía Sydney Water en Australia realiza el seguimiento del funcionamiento de sus sistemas de agua y aguas residuales basándose en varios indicadores:

- ▶ Desbordamiento y fugas del sistema de drenaje
- ▶ Calidad del efluente del tratamiento de aguas negras
- ▶ Gases de invernadero
- ▶ Energía utilizada
- ▶ Biosólidos generados
- ▶ Reducciones de la descarga de aguas negras en la fuente
- ▶ Manejo y desempeño ambiental
- ▶ Impacto sobre las especies

Al utilizar estos datos, Sydney Water rastrea varios índices incluyendo los relacionados con el consumo de energía de las instalaciones:

- ▶ Consumo de electricidad per cápita
- ▶ Electricidad consumida por unidad de servicio entregada
- ▶ Porcentaje de electricidad comprada como “energía verde” (electricidad proveniente de fuentes renovables)
- ▶ Gases de invernadero generados en forma directa e indirecta del consumo de energía del sistema

El avance de estos indicadores aparece en el informe anual sobre medio ambiente de Sydney Water.

4.3 EVALUACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Como parte del proceso de identificación de un inventario completo de medidas para reducir los costos operativos, los equipos encargados

* Carga total del sistema es la distancia vertical entre la fuente de agua y su destino.

Table 5: Indicadores comunes para evaluar el uso eficiente del agua y la energía utilizada en su suministro

Costo	Oferta	Demanda
Agua total suministrada Costo Total* <i>Ejemplo: litros por dólar</i>	Agua total suministrada Cantidad total de energía utilizada <i>Ejemplo: litros por kWh</i>	Agua total suministrada Población Total <i>Ejemplo: litros por persona</i>
Costo Total Agua total suministrada <i>Ejemplo: dólares por litro</i>	Agua total suministrada Total de entrada de agua <i>Ejemplo: litros por litro que entra al sistema</i>	Agua total suministrada Número de conexiones <i>Ejemplo: litros por conexión</i>

* Incluyendo energía, agua, depreciación capital y mantenimiento.

del manejo eficiente del agua y la energía necesitan hacer una evaluación a fondo de las instalaciones, que cubra todo el equipo así como los dispositivos involucrados en el procesamiento, suministro y tratamiento del agua.

Por ejemplo, la Célula de Administración de Energía (Energy Management Cell) de la Confederación de la Industria India, al realizar auditorías de energía en las instalaciones calcula ahorros potenciales anuales de 1,500 millones de rupias (32 millones de dólares) solamente considerando los sistemas de bombeo en las plantas públicas de servicio de agua en la India. La Confederación considera

que un enfoque sistemático para identificar las oportunidades de ahorro de energía muchas veces rinde ahorros hasta de un 25%.⁴⁰

Para completar un análisis exacto de la situación operativa, es de vital importancia verificar los datos del equipo como son horas de operación, tipo de equipo, grado de eficiencia y demás información básica. Además, el desglosar en factores las condiciones operativas del equipo mejorará la exactitud del análisis de eficiencia.

Con el fin de identificar las oportunidades en forma correcta, el equipo de evaluación de las instalaciones debe saber cómo tomar mediciones precisas, cuándo se deben tomar, y el lugar donde se encuentran ubicados los medidores. La capacitación adecuada del personal necesita cubrir las técnicas involucradas en el equipo de monitoreo seleccionado para la planta. Además, los administradores necesitan desarrollar sistemas para asegurar que se estén tomando las mediciones exactas. Generalmente, los administradores de la planta citan los errores humanos durante la recopilación de los datos como el factor causante de la obtención de datos imprecisos.

Caso para estudio: Bunbury, Australia

Bunbury se basa totalmente en la electricidad para extraer y mover el agua a través del sistema de distribución de la ciudad. El Consejo de Agua de la ciudad se fijó la meta de minimizar los costos de agua para la comunidad, y determinó que la mejor forma de lograrlo era utilizando los costos operativos de ciclo de vida como base para la toma de decisiones. Por lo tanto, sus decisiones sobre inversión minimizan tanto los costos de los insumos energéticos como los de mantenimiento. Algunas veces esto ha requerido un mayor gasto de capital que otras opciones de inversión. Bunbury monitorea el consumo de energía de la planta de tratamiento en relación con la producción de agua, tomando estos datos como un indicador del desempeño para ayudar a reducir los costos. La ciudad también hace una revisión anual de las tendencias en el consumo de energía y desempeño, en comparación con una meta de reducción del 5%. Las auditorías de energía indicaron las siguientes áreas específicas para ahorros de energía:

- El uso de bombas más pequeñas y eficientes en las plantas de tratamiento de agua
- La conversión de bombas de velocidad fija con sistemas de velocidad variable
- La optimización del retrolavado del filtro de arena
- El establecimiento de una secuencia preferencial en el arranque de la planta de tratamiento de aguas, con base en las clasificaciones de la eficiencia energética de la planta
- La modificación de las tuberías para reducir la pérdida en la carga total del sistema.

Estas medidas, instrumentadas en un período de cuatro años, ahorraron \$164,000 dólares australianos (US\$83,000 dólares). Con un desembolso total de \$115,000 dólares australianos (US\$53,000 dólares), el periodo simple de recuperación de esta inversión equivale a 2.8 años.

Fuente: Centro para el Análisis y Propagación de Tecnologías Energéticas Comprobadas (*Center for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy Technologies*), "Manejo de la energía por una empresa pública de servicio de agua", Holanda, marzo de 1999).

4.4 ANÁLISIS DE LOS DATOS

Después de instrumentar un sistema para recopilar datos precisos, el equipo deberá desarrollar un proceso para utilizarlos con el fin de maximizar sus esfuerzos de eficiencia. En la utilización de los datos para determinar las oportunidades de eficiencia, los niveles reales del consumo de energía y los flujos de agua deberán compararse con el consumo teórico óptimo. Para determinar el consumo óptimo, el equipo tendrá que hacer uso de lo siguiente:

- ▶ Cálculos de ingeniería
- ▶ Estándares de los fabricantes del equipo
- ▶ Normas y estándares internos
- ▶ Estándares externos y marcas de referencia
- ▶ Análisis con enfoque sistemático⁴¹

Cálculos de ingeniería

Las herramientas técnicas como los nomogramas de las bombas, el software de optimización y las fórmulas de ingeniería de la dinámica de fluidos, pueden ser de ayuda en las evaluaciones de ingeniería de equipo específico y de ciertas partes de los sistemas de agua. Por ejemplo, el Departamento de Energía de

4. Cómo Crear la Capacidad Institucional Necesaria

Estados Unidos ofrece un paquete de software denominado Herramienta de Evaluación del Sistema de Bombeo (Pumping System Assessment Tool), que permite al usuario crear curvas de desempeño de las bombas y motores, para medir su eficiencia operativa real.

Estándares de Equipo

Los estándares y normas proporcionados por el fabricante también dan información valiosa relacionada con la eficiencia operativa óptima de ciertos equipos. Por ejemplo, una bomba que opere a un nivel de eficiencia muy por abajo de las especificaciones del fabricante, puede ser un candidato ideal para recibir mantenimiento o sustituirla. También puede indicar la necesidad de rediseñar del sistema.

Normas y estándares internos

La información sobre el uso del agua y la energía también puede compararse con instalaciones similares dentro de la empresa para evaluar las oportunidades de mejoras. Por ejemplo, la ciudad de Fortaleza en Brasil está ayudando a fijar las prioridades de las estaciones de bombeo que necesitan actualizarse para mejorar la eficiencia, comparándolas solamente unas con otras en términos de costo por unidad de agua bombeada.

Marcas de referencia externas (Benchmarking)

Por otra parte, los equipos de eficiencia de una empresa pública de servicio de agua pueden optar por ponerse en contacto con otras compañías, para solicitar estándares y marcas de referencia operativas. También pueden comunicarse con organizaciones de carácter técnico, como la American Water Works Association o grupos internacionales, para recopilar información similar.

Un esfuerzo encabezado por el Banco Mundial, enfocado a 12 países de África, está compartiendo datos y marcas de referencia operativas sobre el desempeño de las empresas de servicio de agua. Las empresas que están participando han podido medir su desempeño comparándolo con el de sus similares, al mismo tiempo que obtienen información sobre ideas innovadoras para mejorar la eficiencia y el servicio.⁴²

Además, en la región del Mar Báltico, algunas empresas públicas de servicio de agua están utilizando las marcas de referencia sobre desempeño para comparar unas empresas con

Los sistemas más importantes que ofrecen oportunidades significativas para mejorar la eficiencia de las instalaciones de servicio de agua potable y aguas residuales incluyen lo siguiente:

- **Sistemas de tuberías**
 - **Bombas**
 - **Motores**
 - **Compresores**
 - **Equipo de tratamiento primario**
 - **Equipo de tratamiento secundario, como aireadores y sopladores**
 - **Equipo de desinfección, como mezcladores de cloro, ozonización y equipo ultravioleta**
-

otras, recopilando una gran variedad de indicadores idénticos de desempeño respecto al agua y las aguas residuales. Algunas empresas de Estonia, Letonia y Lituania miden su desempeño en forma interna y externa en base a los siguientes indicadores:

- ▶ Porcentaje de población a la que se le proporciona el servicio (suministro de agua)
- ▶ Total de agua producida per cápita por día
- ▶ Pérdidas por agua desperdiciada
- ▶ Población de las ciudades a las que se les proporciona el servicio

Mejoras potenciales en el sistema de bombeo en Estados Unidos

El sistema de bombeo es un área muy común donde pueden efectuarse mejoras dentro del sistema municipal de agua. En el caso de las empresas municipales de agua de Estados Unidos, los sistemas de bombeo representan aproximadamente del 70 al 90% de los costos de energía eléctrica. En los sistemas de agua subterránea que únicamente realizan la desinfección y no hacen ningún otro tratamiento, casi toda la energía utilizada es para bombeo. Con 60,000 plantas de suministro de agua y 15,000 de tratamiento de aguas residuales operando en Estados Unidos, el bombeo de las aguas municipales representa aproximadamente el 2.5% del uso de electricidad en ese país.

Fuente: Oliver y Putnam 1997 y IAMU 1998

- ▶ Tasa de eliminación de nitrógeno (promedio anual)
- ▶ Tasa de eliminación de fósforo (promedio anual)

Al combinar estos datos, las empresas públicas de servicio de agua de la región del Báltico pueden comparar su desempeño con empresas similares y tener una indicación de su potencial de mejora.⁴³

Análisis con enfoque sistémico

Cuando se trata de ahorrar agua, es importante visualizar las medidas potenciales dentro del contexto de su impacto general sobre los insumos de agua y energía para el sistema de agua en general. Por ejemplo, las evaluaciones por separado pueden indicar que el cambio de

una bomba en una parte del sistema y de las dimensiones de la tubería en otra, aumentarán la eficiencia. Sin embargo, si no se coordinan ambos esfuerzos pueden reducirse los recursos y la eficiencia general del sistema.

Un buen ejemplo del impacto potencial de una mejora significativa sobre otros proyectos de eficiencia lo podemos encontrar en la ciudad de Pune, India. Una evaluación reciente de una de las estaciones de bombeo de agua de Pune descubrió una oportunidad sustancial de ahorro mediante el revestimiento de una tubería vertical para reducir las pérdidas por fricción. El revestimiento de la tubería reduciría el consumo de electricidad en aproximadamente 500,000 kWh y ahorraría 2 millones de rupias (US\$45,000 dólares) anualmente. La evaluación también recomendó la redistribución en forma más eficiente de las cargas de bombeo entre las diversas bombas existentes y la sustitución potencial de algunas de ellas por unidades más eficientes. Para maximizar los logros en eficiencia de ambos proyectos - tanto el cálculo de la redistribución de la carga de bombeo como la determinación de las dimensiones de las bombas que deben adquirirse - necesitan coordinarse con los resultados del proyecto de revestimiento. La reducción de la fricción debido al revestimiento reducirá las necesidades de bombeo y permitirá que se utilicen menos bombas y/o más pequeñas.

Aunque todas las oportunidades de mejora que se tratan en las siguientes secciones ofrecen ahorros potenciales, la maximización de los beneficios con recursos limitados requiere actividades bien planeadas, basadas en datos precisos. Una vez que el equipo dedicado al uso eficiente de la energía utilizada en el suministro de agua tenga un conocimiento profundo de las operaciones de la empresa de servicio de agua, podrá fijar prioridades y coordinar las mejoras más apropiadas respecto a eficiencia, tanto del lado de la oferta como de la demanda.

Caso para estudio: Sydney Water

Uso de la tecnología para la evaluación de instalaciones

Localizada en la ciudad más grande de Australia, Sydney Water proporciona servicios de agua potable y de aguas residuales a más de cuatro millones de personas. Siendo un usuario importante de electricidad, la compañía en forma muy estricta lleva a cabo iniciativas sobre eficiencia energética con efectividad de costos. Administra el uso de la energía a través de su sistema de control y telemetría IICATS. El sistema hidráulico es monitoreado en forma total y continua. Todo ello ha permitido la programación de las estaciones de bombeo para:

- Maximizar la operación fuera de horas pico
- Minimizar los costos provenientes del componente de demanda máxima en los cargos por suministro de electricidad.

El monitoreo ha llevado a la compañía a emprender auditorías de energía en varias instalaciones operativas. Con base en estas auditorías, Sydney Water presentó un gran número de recomendaciones interesantes para diferentes proyectos. Por ejemplo, los sopladores de aireación son los que consumen más electricidad en las plantas de tratamiento de aguas negras, por lo que se utilizaron sondas adicionales de oxígeno disuelto para un monitoreo más preciso en las entradas y salidas de los tanques de aireación. Esto permitió que el soplador funcionara a velocidad mínima la mayor parte del día, dando como resultado ahorros económicos y de energía. En seis años (1994-2000) Sydney Water disminuyó el consumo de electricidad por unidad de servicio suministrada en un 14.6% para las aguas residuales, y en un 7% para el suministro de agua.

Fuente: Sydney Water, "El impacto ambiental del uso de la energía" (Sydney, Australia, Reporte anual sobre el medio ambiente y la salud pública, 2000) en www.sydneywater.com.au/html/Environment/enviro_index.htm

5. Oportunidades de Mejora del Lado del Suministro

“La energía es uno de nuestros tres gastos mayores, junto con los productos químicos y la mano de obra.”

—Carl Stonoff, Supervisor de la Planta de Agua, Burlington, Iowa, Estados Unidos de América

En esta sección se da una visión general de muchos de los pasos más comunes respecto al suministro, que muchas empresas de servicio de agua pueden tomar para reducir la energía consumida para bombear el agua. Las medidas del lado del suministro están diseñadas para mejorar la eficiencia del sistema de abastecimiento de agua, haciendo que en cada unidad de agua suministrada se consuma menos energía.

Es importante recordar que realizar mejoras individuales sin examinar su impacto en todo el sistema, en realidad puede conducir a deficiencias importantes y capital desperdiciado. También es importante el orden en el cual las empresas de servicios públicos tratan de encontrar soluciones para mejorar.

El equipo o administrador dedicados al uso eficiente de la energía y el agua, necesitan fijar prioridades para aquellas oportunidades que tengan el potencial más alto de ahorros, y programar las actividades en el orden cronológico correcto con objeto de maximizar los beneficios de la eficiencia energética. Por ejemplo, en muchos casos la disminución de las fugas debe tener lugar antes del rediseño del sistema y la instalación de nuevo equipo. De otra manera, las especificaciones y dimensiones del equipo se basarán en parámetros que pueden cambiar una vez que se arreglen las fugas. El establecimiento de prioridades para las oportunidades también incluye coordinar las medidas del lado del suministro con las actividades del lado de la demanda, que se tratan en la siguiente sección.

5.1 INTRODUCCIÓN A LAS ACTIVIDADES DE SUMINISTRO

Las principales oportunidades de mejora del lado del suministro se encuentran en las operaciones y prácticas de mantenimiento, el rediseño del sistema y en los procesos de tratamiento de aguas residuales. La tarea del

equipo o del administrador es identificar las oportunidades de mejora y fijar prioridades. El proceso de planeación debe reconocer los impactos que tienen las mejoras realizadas en un área determinada sobre otras partes del sistema.

5.2 PRÁCTICAS OPERATIVAS Y DE MANTENIMIENTO

Con frecuencia las oportunidades más económicas para aumentar la eficiencia son las que tienen como fin mejorar las prácticas operativas y de mantenimiento. Una de esas tareas, que es de importancia crítica para las empresas de servicio de agua, es reducir las fugas y las pérdidas.

Por lo general se desperdician valiosos insumos de agua y energía a través de las fugas del sistema, un equipo con mantenimiento deficiente, medidores defectuosos, máquinas sin usar que se dejan inactivas y sistemas operados en forma inadecuada. Para corregir estos

Entre los problemas más comunes están los siguientes:

- Fugas
- Bajo valor- C de las tuberías (nivel alto de fricción en el interior de las tuberías)
- Distribución inadecuada del sistema
- Sobredimensionamiento del sistema
- Selección incorrecta del equipo
- Equipo anticuado, obsoleto
- Mantenimiento deficiente
- Desperdicio de agua utilizable

Las correcciones pueden incluir las siguientes:

- Rediseño del sistema y readecuación del equipo
- Reducción de impulsores de bombas
- Disminución de fugas y pérdidas
- Modernización del equipo
- Tuberías de baja fricción
- Bombas eficientes
- Motores con transmisión de velocidad regulable
- Capacitores
- Transformadores
- Mejoras en las prácticas de mantenimiento y operación
- Regeneración y reutilización del agua

problemas, el equipo administrador de la energía utilizada en el suministro de agua puede crear un manual de procedimientos en donde se estipulen las normas de operación, los programas de mantenimiento, los mecanismos de vigilancia y módulos para capacitación de empleados.

Las prácticas de mayor beneficio en dicho manual de procedimientos pueden incluir las siguientes:

- ▶ Asesoramiento para administrar el sistema, con el fin de cumplir con las necesidades de flujo sin una presión excesiva
- ▶ Programas para inspeccionar el equipo y la tubería respecto a fugas
- ▶ Medidas para sustituir cabezales de tuberías agrietados y arreglar los registros
- ▶ Horarios para verificar la precisión de los medidores y limpiar el equipo
- ▶ Asesoría para identificar y sustituir el equipo deficiente
- ▶ Reglamentación para desconectar el equipo de tratamiento de aguas residuales, los motores, el equipo de calefacción, aire acondicionado y ventilación y demás equipo que no esté en uso
- ▶ Lineamientos para utilizar el almacenamiento de agua y horas de operación para reducir los requisitos de operación del sistema en horas pico.

Para una instalación de suministro de agua, la reducción de la presión del agua en el sistema tiene varios impactos positivos en su eficiencia. Una menor presión de agua puede conducir a la disminución de fugas, de la tensión en las tuberías y las juntas, y del flujo que va hasta las llaves abiertas del usuario final. La reducción de la presión también alarga la vida del equipo, disminuye el deterioro del sistema y la necesidad de reparaciones. Los clientes que utilizan poca agua, con presiones en el sistema de más de 80 libras por pulgada cuadrada (psi) ó 551 KPa, deben ser considerados candidatos a la reducción de la presión del agua, siempre y cuando dicha reducción no ponga en entredicho la calidad del servicio al cliente.⁴⁴ Los sistemas de agua con múltiples zonas de presión, frecuentemente tienen costos de energía más altos debido a la operación de estaciones de bombeo impulsoras que aumentan la presión del agua. Los sistemas de

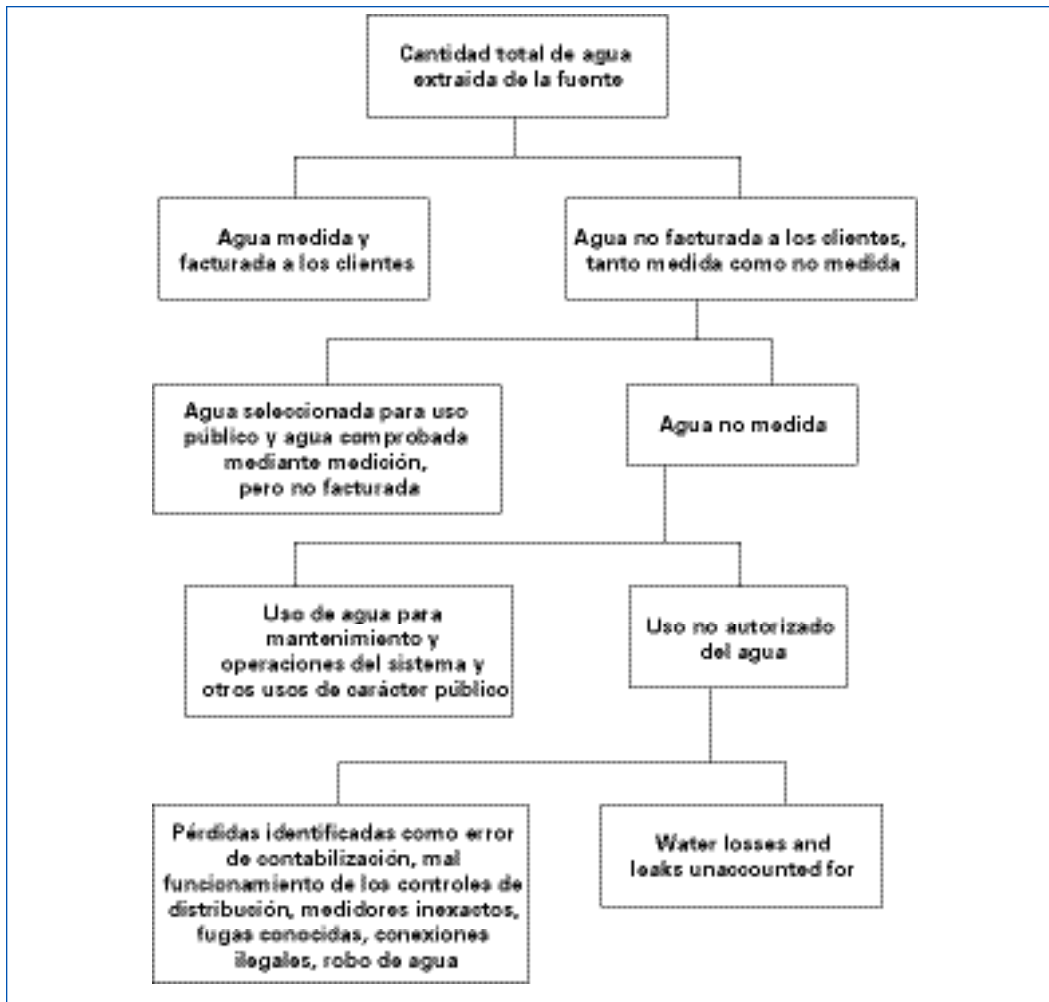
velocidad ajustable (ASD, por sus siglas en inglés) de las bombas compensan las diferentes condiciones de flujo y presión, y dan una solución para el ahorro de energía. También puede ser conveniente el uso de válvulas reductoras de presión. La infiltración de aguas subterráneas y de lluvia al sistema causa que las bombas en las estaciones impulsoras operen durante más tiempo, y pueden requerirse bombas más grandes o múltiples para manejar los flujos mayores. La sustitución de cabezales fracturados y el arreglo de los registros reduce los problemas de infiltración y flujo de entrada, disminuyendo la energía consumida por las bombas en las estaciones impulsoras y en las plantas de tratamiento.⁴⁵

Periódicamente deberán efectuarse pruebas de exactitud de todos los medidores, especialmente de los más antiguos. También deberá considerarse el tamaño correcto de los medidores, ya que cuando son demasiado grandes para el nivel de uso de un cliente, pueden registrar un consumo más bajo de agua. De la misma manera, es muy recomendable recalibrar los medidores periódicamente, con el fin de asegurar la contabilización y facturación exacta del agua.⁴⁶

Reducción de pérdidas y fugas

La reducción de las pérdidas y fugas es una parte importante de cualquier estrategia para el uso eficiente de la energía y agua. Aunque existen grandes diferencias entre las empresas de servicio de agua respecto a las tasas de agua desperdiciada, ninguna empresa es inmune a las pérdidas y fugas de agua por deficiencias. En países como Estados Unidos e Israel, el 85% o más del agua que entra al sistema generalmente llega al usuario final. Por ejemplo, las autoridades de la ciudad de Austin, Texas, presumen de solamente un 8% de agua desperdiciada en su sistema, manteniendo esta tasa a través de un programa muy agresivo de disminución de fugas. Sin embargo, en muchos otros países como Turquía y Egipto la cifra de agua desperdiciada sube hasta un 50%. Una revisión de 54 proyectos en países en desarrollo financiados por el Banco Mundial descubrió que la pérdida promedio de agua durante su suministro y tratamiento era del 34%.⁴⁷ En muchos casos, las pérdidas importantes son

Figure 2: Sistema de contabilización de agua⁴⁸



causadas por un mantenimiento deficiente del sistema, especialmente en lugares donde los sistemas de medición son deficientes o no existen. La disminución de estas pérdidas mejorará la eficiencia general del sistema.

Además, las empresas de servicio de agua con problemas de fugas se ven obligadas no solamente a bombear más agua de la que realmente se necesita, sino también a aumentar la presión del sistema para garantizar que el agua llegue al consumidor. Por lo general, el aumento de la presión es económicamente más caro que arreglar las fugas y mantener una presión más baja. Además, una presión más alta en el sistema en realidad agrava las fugas, desperdiciando incluso más agua y energía.

Sistemas de contabilización del agua

La implementación de un sistema de contabilización del agua es un primer paso muy valioso para controlar las pérdidas. De preferencia, la contabilización del agua debería comenzar en su lugar de origen y extenderse hasta los usuarios finales para determinar las pérdidas de agua. La Figura 2 presenta un diagrama del flujo de agua que entra a través de un sistema, y puede tomarse como marco de referencia para medir el agua desperdiciada por las empresas de servicio de agua.

Al cuantificar el déficit, conocido y no conocido, del agua entregada, la contabilización de las pérdidas puede dar una idea al equipo administrativo de las fugas que existen en el sistema de distribución. Las pérdidas deberán



rastrear en forma mensual, especialmente en las áreas de alto riesgo, para ayudar a identificar nuevas fugas, medidores inexactos y desviaciones ilegales del agua. Una comparación de la cantidad de agua que sale del sistema con el agua vendida a los clientes ayudará a cuantificar las pérdidas. Incluso bajo buenas condiciones de administración, normalmente el agua desperdiciada constituye de un 10 a un 15% del agua producida. Por consiguiente, si las pérdidas de agua son mayores del 15 al 20% del agua producida, será necesario tomar medidas correctivas.⁴⁹ Es importante hacer hincapié en que los programas para disminuir el agua desperdiciada necesitan de un mantenimiento constante, pues si las empresas no continúan su vigilancia volverán a presentarse las fugas.

Estrategia para la detección y reparación de fugas

Una estrategia completa para la detección y reparación de fugas permite que el equipo administrativo encargado del uso eficiente de la energía en el suministro de agua aproveche la información obtenida de la contabilización de las pérdidas, acompañándola de acciones específicas para reducirlas. Esta estrategia

puede incluir pruebas in situ realizadas con regularidad, utilizando equipo de detección de fugas por computadora, un estudio sónico de detección de fugas o cualquier otro método aceptable para su localización. La disminución de las fugas puede implicar la inspección de las tuberías, la limpieza del equipo y otros esfuerzos de mantenimiento para mejorar la forma en que está operando el sistema de distribución y evitar que en el futuro ocurran fugas y rupturas.⁵⁰

La filtración proveniente de canales es un problema muy común de pérdida de agua, tanto para los sistemas de agua urbanos como para los rurales. Tanto el revestimiento de los canales como las tuberías pueden reducir la filtración. Con frecuencia los canales sin revestimiento pierden de un 30 a un 50% de agua, dependiendo del tipo de suelo, pero un sistema revestido y bien operado puede mantener las pérdidas por debajo del 10%. De la misma manera, la utilización de tuberías enterradas en lugar de canales puede dar como resultado mejoras en la eficiencia de la distribución en aproximadamente un 30%.⁵¹ Esto también puede tener un impacto significativo en la calidad del agua y reducir el robo.

Equipo para detección de fugas

Aunque algunas fugas son fácilmente detectables mediante la inspección general de áreas con propensión a fugas, muchas de ellas se presentan en las tuberías subterráneas. Algunas de estas fugas pueden detectarse cuando el agua fluye hacia la superficie, pero muchas veces no son detectadas durante períodos muy largos. Los municipios pueden utilizar una variedad de dispositivos para medición de flujo, y un equipo sónico y acústico para detectar las fugas e identificarlas con precisión. Aunque estos dispositivos requieren una inversión inicial mínima de varios miles de dólares, rápidamente se recupera su valor. Un correlacionador sónico de fugas mide el tiempo que tarda el sonido de la fuga en viajar a los sensores sónicos en ambos lados de la fuga, para determinar en forma precisa su ubicación. Para que el correlacionador tome medidas exactas, el usuario necesita información detallada sobre el tipo, dimensiones y diseño de la tubería que se está midiendo.⁵²

Caso para estudio: Bulawayo, Zimbabwe, Programa de detección de fugas

Bulawayo es una ciudad de aproximadamente un millón de habitantes en el suroeste de Zimbabwe. El Consejo de la Ciudad es el responsable de proporcionar agua y servicios de drenaje. Históricamente, la precipitación pluvial ha sido muy errática, provocando escasez de agua. Por lo tanto, en las últimas dos décadas se ha puesto en vigor un racionamiento muy estricto. Los esfuerzos relacionados con el uso eficiente del agua en Bulawayo comenzaron en 1998 durante una sequía muy grave. El Consejo de la Ciudad se acercó a la Embajada de Noruega en busca de ayuda para aliviar la presión sobre los recursos de agua. Un estudio sobre la administración del agua realizado para Bulawayo y patrocinado por el gobierno británico en 1992, sirvió de base para las acciones emprendidas por las autoridades de la ciudad.

Se calculó que las pérdidas en el sistema eran de aproximadamente 22 millones de litros diarios, aproximadamente un 25% del suministro racionado y restringido. Las autoridades de la ciudad fijaron una meta para reducir esta pérdida a entre 6 y 7.5 millones de litros al día. Esto también tendrá un impacto significativo en el uso de energía, que actualmente representa el 50% de los costos de suministro.

Reducir la pérdida de agua es el principal objetivo de la administración de agua de la ciudad, y para ello diseñó un sistema administrativo que ayude a la ciudad a aumentar su capacidad para controlar la pérdida de agua.

Para empezar, las autoridades establecieron una División de Detección de Fugas en el Departamento de Servicios de Ingeniería. También se realizó un trabajo importante para hacer un mapa de los servicios de agua y drenaje, utilizando diseño por computadora, porque los mapas anteriores disponibles eran inexactos y anticuados.

También se está llevando a cabo la calibración de un modelo por computadora de la red de agua. Para tener continuidad e institucionalizar los esfuerzos de la administración, los administradores del proyecto documentan sus acciones, presentan documentos con las políticas del proyecto y preparan manuales de procedimientos.

La reparación de las fugas y rupturas se identificó como el principal cuello de botella para la administración del sistema. Actualmente se hacen esfuerzos para hacer más eficiente el proceso de identificar fugas y rupturas y repararlas a la mayor brevedad posible.

La operación y el mantenimiento del sistema de distribución de agua son también áreas importantes en donde se concentran los esfuerzos con el fin de evitar fugas y mejorar la eficiencia. Asegurar la asignación de más recursos para las operaciones y mantenimiento es una de las principales responsabilidades de los administradores del proyecto.

Además, reconociendo la necesidad de medir el volumen del flujo de agua a nivel global y a lo largo de la red de distribución, la ciudad se ha dividido en aproximadamente 50 zonas que contarán con medidores colocados por la administración, mismos que se leerán mensualmente. El flujo registrado se comparará con el flujo promedio pronosticado y el consumo facturado. También se tomarán las mediciones del flujo nocturno mínimo, por lo menos en forma anual. Las autoridades tienen planes para realizar una serie de auditorías del suministro de agua en toda la ciudad, además de la medición por zonas. También, para tener una mayor precisión, se están controlando las presiones con la introducción de 20 ó más nuevas sondas de presión, con objeto de controlar las presiones estáticas en un rango de 30 a 60 metros.

Fuentes: Jeff Broome, Coordinador de los proyectos denominados Bulawayo Water Conservation y Sector Services Upgrading Project, febrero de 2001.

El equipo medidor de flujo puede utilizarse para ayudar a aislar las fugas, determinando la cantidad de agua que entra a cierta parte del sistema y la cantidad que está siendo suministrada al usuario final. La toma de una variedad de mediciones desde diferentes puntos de acceso, puede ayudar a aislar las fugas para

su reparación. En el caso de sistemas de tuberías PVC o de concreto, que no transmiten bien el sonido, debe optarse por este método. En un estudio patrocinado por USAID en Galati, Rumania, la compañía consultora Cadmus Group descubrió medidas de conservación de energía con un costo de

aproximadamente US\$665,000, pero que ahorrarían US\$400,000 dólares anuales en costos de electricidad, o sea una recuperación en 1.6 años. La medida con la recuperación más rápida fue la detección de fugas. Debido a que las partes utilizadas en la reparación de fugas (arandelas, sellos, etc.) son muy baratas, un programa de detección y eliminación de fugas rápidamente sería autofinanciable. Con medidas sencillas, fue posible lograr ahorros anuales de US\$13,000 con una inversión de solamente US\$5,000 dólares.⁵³

Las fugas pueden presentarse en muchas áreas diferentes, pero las más propensas a fugas son las siguientes:

- ***Cabezales de distribución de agua y tuberías***
 - ***Conexiones de la tubería y del equipo***
 - ***Válvulas***
 - ***Medidores***
 - ***Áreas del sistema dañadas o que presentan corrosión.***
-

5.3 REDISEÑO DEL SISTEMA

Con mucha frecuencia, los organismos municipales de servicio de agua comprenden sistemas complejos con infraestructura de ingeniería. El diseño general de los sistemas es, en términos de eficiencia, una de las características más críticas de una empresa de servicio de agua. Ésta es una característica sobre la que desafortunadamente la mayoría de los operadores o administradores no tiene un control directo, a menos que se esté realizando una actualización del sistema. El rediseño de todo el sistema o tan sólo mejorar el diseño de áreas específicas, puede llevar a oportunidades de ahorros significativos.

Por ejemplo, en el área de diseño del sistema de bombas, la Confederación de la Industria India recomienda un análisis sistemático para determinar las oportunidades potenciales de eficiencia. Con base en su experiencia, la Confederación estima que pueden tenerse ahorros de energía de hasta un 25% siguiendo

una metodología sistemática resumida en estas seis preguntas:

1. ¿Se necesita realmente la bomba?
2. ¿Está la bomba correctamente diseñada?
3. ¿Es la bomba realmente eficiente?
4. ¿Están bien determinadas las cargas totales de las bombas? (Las cargas totales de las bombas con las del sistema)
5. ¿Se han instalado variadores de frecuencia para aprovechar las cargas variables?
6. ¿Son eficientes los controles?⁵⁴

Aunque estas preguntas están formuladas específicamente en referencia a las bombas, hacen surgir inquietudes interesantes que son válidas para todo el sistema de agua.

¿Se necesita realmente el sistema?

Cuestionar si realmente se necesita o no un sistema puede llevar a las oportunidades más grandes de ahorros. ¿El sistema realmente necesita todas las bombas, válvulas, líneas de derivación, etc., conque cuenta, o puede rediseñarse para utilizar mejor la gravedad y reducir las pérdidas por fricción? Por ejemplo, muchas autoridades municipales del servicio de agua han podido eliminar bombas aprovechando mejor la gravedad, o haciendo mejor uso de otras bombas disponibles.

¿Está diseñado correctamente el sistema?

Una vez que se ha determinado que un sistema es realmente necesario, el equipo encargado del uso eficiente de la energía y el agua necesita determinar si el sistema está diseñado correctamente. Por ejemplo, es muy frecuente que los diseñadores, con toda intención, diseñen el equipo sobredimensionado para asegurar que cumpla con los requerimientos máximos del sistema. En algunos casos, los márgenes en exceso son hasta del 50%. Además de ser ineficiente, los problemas operativos de un diseño excesivamente grande pueden incluir un ruido excesivo del flujo, vibraciones de la tubería y un funcionamiento deficiente. Un diseño excesivamente grande puede también resultar en costos innecesariamente altos respecto a materiales, instalación y operación. Entre las correcciones que deben hacerse a un sobrediseño excesivo de los sistemas de bombeo están las siguientes:

- ▶ La instalación de una bomba de dimensiones correctas.
- ▶ La instalación de un motor con sistema de velocidad regulable (ASD).
- ▶ La disminución del tamaño de los impulsores.
- ▶ Agregar una bomba más pequeña para reducir la operación intermitente.⁵⁵

¿Es eficiente el equipo?

La modernización, con un equipo más nuevo y eficiente, probablemente mejorará el funcionamiento del sistema si está dimensionado correctamente e integrado a todo el sistema de agua. Los equipos que probablemente produzcan más ahorros son:

- ▶ Motores de alta eficiencia
- ▶ Motores con sistema de velocidad variable
- ▶ Impulsores
- ▶ Tuberías con menos fricción y revestimientos
- ▶ Válvulas
- ▶ Capacitores

Motores eficientes

La selección de un motor de bomba con una eficiencia operativa más alta agregará más eficiencia general al sistema de bombeo. Además, para funcionar eficientemente, debe seleccionarse un motor que trabaje en forma correcta con la bomba, es decir, que coincida con las diversas necesidades de la bomba, como tiempo de arranque, número de paros y arranques, velocidad y el torque necesario.⁵⁶

Sistemas de velocidad variable

Para adaptarse a las necesidades variables de carga, una de las mejores opciones disponibles para mejorar la eficiencia es instalar un motor ASD. Como su nombre lo indica, este tipo de transmisión ajusta la velocidad de la bomba para cumplir con las necesidades específicas de un cierto sistema en un momento determinado. Un tipo muy popular de motor ASD es el variador de frecuencia (VFD por sus siglas en inglés), que utiliza controles electrónicos para regular la velocidad del motor. Al hacer más lenta una bomba excesivamente grande, el motor VFD reduce las pérdidas de energía en su operación. Además de las bombas, los motores ASD pueden disminuir los costos de

tratamiento de agua en los sopladores de la cámara preliminar de sedimentación aireada. Los motores ASD trabajan mejor en sistemas con carga friccional alta. En realidad pueden ser menos eficientes en el caso de otras opciones en sistemas con carga estática alta.⁵⁷

Impulsores

Otra alternativa para mejorar la eficiencia es instalar un impulsor más pequeño o ajustar el impulsor en la bomba existente. Un impulsor es el componente giratorio en una bomba tipo centrífuga, que empuja el fluido a través del sistema. Similar a un motor VFD, un impulsor más pequeño o recortado, disminuye la velocidad del fluido para reducir las pérdidas de energía. Debido a que el ajuste del impulsor reduce el flujo, disminuyen las pérdidas por fricción en las líneas de derivación y las válvulas reguladoras.⁵⁸

Tuberías de menor fricción y revestimientos

Las tuberías hechas de material suave, como el cloruro de polivinilo, en comparación con las tuberías tradicionales de hierro fundido, pueden reducir las pérdidas por fricción. Las tuberías con menor fricción pueden incrementar los ahorros de energía de un 6 a un 8%. La aplicación de un revestimiento de resina y polímero en la parte interior de una bomba puede lograr una mejora adicional del 1 al 3%. Los revestimientos también pueden reducir la erosión y la corrosión en las tuberías y las bombas.⁵⁹

Válvulas

Al controlar el flujo y la presión, las válvulas juegan un papel de crítica importancia en cualquier sistema de agua. Existen numerosos tipos de válvulas para diferentes funciones. Sin embargo, cuando se seleccione la válvula apropiada para un fin específico deberá considerarse el impacto de la válvula en la eficiencia del sistema. Algunas válvulas agregan más fricción al sistema que otras. Por ejemplo, las válvulas reguladoras son más eficientes que las válvulas de derivación. Este es el caso porque, a medida que se cierra una válvula reguladora, todavía puede mantener una



presión corriente arriba que puede ayudar a mover el agua a través de partes paralelas del sistema. La energía utilizada para bombear agua que se deriva en un sistema utilizando una válvula de derivación, es energía desperdiciada. Como opción principal para controlar el flujo y la presión, las empresas de servicio de agua pueden encontrar que es más eficiente utilizar motores ASDs en lugar de válvulas.⁶⁰

Capacitores

La instalación de capacitores puede optimizar el uso de la energía necesaria para hacer funcionar algún equipo. Los capacitores son dispositivos que almacenan energía eléctrica capacitiva y se utilizan para corregir los bajos factores de potencia. Algunos equipos eléctricos como los transformadores, los motores y la iluminación de alta intensidad, crean campos magnéticos en su operación que pueden causar bajos factores de potencia. Muchas veces este equipo

representa una porción importante de la electricidad utilizada en una planta. Además de demandar energía reactiva, un bajo factor de potencia puede provocar fallas prematuras del equipo. Además, las compañías de luz con frecuencia aplican multas por los bajos factores de potencia, de tal manera que el uso de capacitores puede evitar gastos innecesarios.⁶¹ La Corporación Municipal de Ahmedabad en la India descubrió beneficios importantes en términos de ahorros en costos y funcionamiento del equipo al instalar capacitores en algunas de sus principales bombas.

¿Es el equipo apropiado para la tarea?

Incluso si el equipo se considera eficiente, la eficiencia del sistema sufrirá si el equipo utilizado no es el adecuado para la tarea. Esto significa que las bombas necesitan corresponder a las necesidades del sistema, los impulsores necesitan tener las dimensiones correctas para crear las velocidades de flujo deseadas, y para que los motores VFD sean efectivos deben instalarse en áreas con una carga friccional alta. Uno de los pasos más críticos en el diseño y que mayor impacto tienen en la eficiencia de un sistema, es empatar las necesidades reales de velocidad de flujo y presión requeridos por el sistema con, las características de la bomba y el motor, y todo ello al costo económicamente más conveniente.⁶² Las bombas funcionarán a su nivel de máxima eficiencia si la empresa puede analizar cuidadosamente las necesidades de un sistema de agua encontrando las bombas apropiadas por medio de curvas de desempeño. Los paquetes de software, como la Herramienta de Evaluación de Sistemas de Bombeo (Pumping System Assessment Tool) del Departamento de Energía de Estados Unidos, están diseñados para ayudar a los usuarios a evaluar la eficiencia del diseño de un sistema de bombeo.

La ciudad de Pune en la India da un ejemplo de un equipo que no coincide con una tarea. Al revisar algunas actualizaciones recientes del sistema, el equipo recientemente formado en Pune para revisar la eficiencia de la empresa determinó que varias bombas muy costosas que se habían agregado a una estación de toma de

agua no estaban bien diseñadas para trabajar conjuntamente con las bombas existentes. Aunque estas nuevas bombas estaban operando las 24 horas del día, en realidad no estaban moviendo el agua a través de la tubería. Con solamente apagarlas la Corporación Municipal de Pune ahorró US\$35,000 dólares anuales, sin ninguna reducción del agua suministrada.

¿Es un equipo flexible a las demandas cambiantes del sistema?

Las demandas del sistema no son estáticas. Aun cuando los sistemas de agua están diseñados para cumplir con las necesidades de uso en horas pico, la mayor parte del tiempo no operan a su carga máxima. Un equipo encargado de la eficiencia en el uso del agua y la energía necesita determinar la forma de optimizar la eficiencia en todo el ciclo de carga. Mediante la utilización del almacenamiento por gravedad, múltiples arreglos de bombas, bombas pequeñas para utilizarse fuera de horas pico y sistemas ASD, pueden diseñarse sistemas para reducir o eliminar las pérdidas por falta de eficiencia en las demandas cambiantes del sistema.

Por ejemplo, en el caso de Kolhapur, India, se llevó a cabo una evaluación con la ayuda de USAID para maximizar la eficiencia del actual sistema de bombeo, dividiendo mejor las necesidades de carga entre ocho bombas. Se determinó que la empresa podía ahorrar anualmente más de 2 millones de kWh y 8 millones de rupias (US\$180,000) tan sólo igualando la carga requerida en un momento dado, con la combinación más eficiente de bombas para ello.⁶³

¿Son eficientes los controles?

Los sistemas computarizados de control pueden ayudar a reducir el uso de energía monitoreando la eficiencia de las bombas, manejando su operación, desplazando las cargas en horas no pico y controlando los sistemas VFD de las bombas.⁶⁴ Por ejemplo, los controles de lógica programable aplicados a equipo controlado eléctricamente como los sistemas VFD para bombas, pueden ayudar a minimizar el tiempo de operación del equipo. También permiten a las empresas aprovechar

los precios más bajos de la electricidad cuando la empresa eléctrica cobra diferentes precios por kilovatio-hora durante el día.

Otro tipo de control es el proporcional, integral y derivativo (PID, por sus siglas en inglés).

Estos controles PID pueden utilizarse para moderar los flujos de aguas residuales en lugar de permitir que tengan incrementos súbitos y luego se detengan. No solamente se consume menos energía, sino también puede evitarse el mal olor del drenaje. Las compañías Moulton Niguel Water District y Madera Valley Water Company son dos empresas de servicio de agua ubicadas en California, que han reducido en forma significativa los costos de operación mediante la utilización de controles PID.

5.4 PROCESOS ESPECÍFICOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

Es importante la instrumentación de medidas de eficiencia energética en las plantas de tratamiento de aguas residuales, ya que este proceso muchas veces representa del 25 al 50% del presupuesto operativo de una planta. Algunos procesos consumen más energía que otros y deberán recibir una atención más cuidadosa. Por ejemplo, en una planta de tratamiento de lodos activados, la fase biológica representa del 30 al 80% de los costos de energía de la planta.⁶⁵

La infiltración de las aguas subterráneas y el agua de lluvia al sistema de captación es otra consideración importante, ya que esta infiltración aumenta el flujo y la carga en las plantas de tratamiento de aguas residuales, sobrecargando el equipo y las bombas. El uso de tuberías y juntas adecuadas en el drenaje- como son los tubos de PVC - disminuye la infiltración, y el uso de una derivación apropiada en la entrada de la planta desvía el flujo excesivo de la estación de bombeo.

Tratamiento preliminar y primario

El tratamiento preliminar del drenaje doméstico retira físicamente los sólidos a través de procesos como el cribado, bombeo del fluido entrante y separación de sólidos. En el tratamiento primario, los sólidos y

materiales flotantes son retirados en tanques de sedimentación. Aunque la mayoría de los procesos de tratamiento primario no consumen mucha energía, existen oportunidades de incrementar la eficiencia. Por ejemplo, algunas veces los desechos en las aguas residuales son triturados en partículas más finas con trituradores, como una alternativa al uso de cribas para eliminarlos del agua. Al usar trituradores, posteriormente se requiere más energía para retirar este material durante la etapa de tratamiento secundario. Una alternativa preferida es la remoción de desechos utilizando una criba.⁶⁶

El tratamiento secundario consume mucho más energía que el primario, por lo que las mejoras en eficiencia pueden representar ahorros considerables en costos.

Para lograr una mayor reducción de los costos operativos durante el tratamiento primario deberá hacerse lo siguiente:

- ▶ Retirar del agua la mayor cantidad de desechos que sea posible durante la etapa primaria, con el fin de evitar costos operativos más altos durante el tratamiento secundario.
- ▶ Reducir el agua en el lodo cloacal procesado, porque un menor contenido de agua puede reducir las necesidades de bombeo y los costos que implica la disposición de los desechos.
- ▶ Utilizar sistemas de velocidad variable en los sopladores de la cámara de sedimentación aireada.

Tratamiento secundario

El tratamiento secundario de las aguas residuales incluye la purificación biológica del agua. Estos procesos biológicos son un tipo biológico de crecimiento suspendido, como el lodo cloacal activado o un tipo de crecimiento adherido, como los filtros aeróbicos granulares o los contactores biológicos. Estos últimos, que generalmente son aplicables a operaciones de

plantas de tamaño medio, consumen menos energía que el lodo activado. Los costos energéticos relacionados con cada una de estas opciones obviamente serán el factor decisivo para la selección final.

El tratamiento secundario consume mucha más energía que el primario, por lo que las mejoras en eficiencia pueden representar ahorros bastante altos en costos. Por ejemplo, los dispositivos de aireación, como toberas, difusores o agitadores mecánicos, que proporcionan oxígeno a los microorganismos y mezclan el lodo de las aguas residuales, consumen grandes cantidades de energía. La opción de dispositivos de agitación deberá considerarse en forma cuidadosa. Los difusores de burbujas pequeñas tienden a ser más eficientes en cuestión de energía que los de burbujas grandes, porque las burbujas pequeñas transfieren mayor cantidad de oxígeno. La conversión de los difusores de burbujas grandes o agitadores en un sistema de burbujas pequeñas, deberá disminuir al menos en un 25% los costos energéticos de la aireación del drenaje. Sin embargo, los difusores de burbujas pequeñas necesitan más mantenimiento que los de burbujas grandes, para conservarlos limpios y operando a su máxima eficiencia. En una planta, el tipo y composición de las aguas residuales indicará la mejor opción.⁶⁷

Existen otras medidas que pueden tomarse para mejorar la eficiencia del tratamiento secundario:

- ▶ Instalar sistemas de control de la aireación. Estos sistemas optimizan el desempeño del tratamiento del agua, mediante el control y ajuste de la cantidad de aire introducido en las cuencas de aguas residuales.
- ▶ Considerar el uso de una fosa de oxidación, cuando la planta opere con un sistema de laguna. Los sistemas de fosa de oxidación se consideran eficientes y fáciles de operar y no hacen ruido ni crean problemas de olor. En los sistemas de laguna, a diferencia de los sistemas de tanques, deberá tenerse cuidado de no contaminar los acuíferos, los lagos o los ríos.
- ▶ Optimizar el flujo del agua, cuando la planta tenga filtros aeróbicos granulares que requieren que las aguas residuales sean

recirculadas a través del filtro. La recirculación de las aguas residuales puede reducirse cuando la carga de una planta es más baja, por ejemplo, durante la noche. Sin embargo, las tasas de flujo deben ser adecuadas para mantener el crecimiento de las bacterias.

- ▶ Reducir el agua en el lodo cloacal secundario, para minimizar el bombeo y los costos de disposición final de los desechos.⁶⁸
- ▶ Si se está considerando el lodo cloacal activado de aireación prolongada, también deberá evaluarse la opción de lodo cloacal activado convencional, porque la aireación prolongada necesita tanques de aireación cuatro a seis veces más grandes que el sistema convencional, consumiendo cuatro a seis veces más energía.
- ▶ Si existe terreno disponible y el sistema de estanque es una opción a considerar, es importante hacer notar que los estanques facultativos y anaeróbicos no consumen energía, mientras que los estanques aireados necesitan alrededor de 3 a 6 kWh/m³.⁶⁹

Después de los tratamientos primario y secundario, los sólidos retirados del agua o del lodo cloacal por lo general requieren un procesamiento adicional, lo que ofrece nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia. Varios métodos de tratamiento del lodo cloacal presentan diversas opciones, como la deshidratación, la digestión, la estabilización, el secado por aire y la incineración, y el espesamiento. En la deshidratación, los diferentes sistemas como son los filtros prensa, centrífugas y filtros al vacío representan diferentes costos de energía y mantenimiento. La planta necesitará evaluar las ventajas y desventajas que existen entre los costos de energía, operaciones, mantenimiento y disposición final de los desechos. La incineración, otra opción de procesamiento, puede reducir considerablemente el volumen en la disposición final del lodo cloacal. Sin embargo, si se opta por la incineración, deberán adoptarse controles para la contaminación del aire, con el fin de evitar la degradación de los recursos de agua, que puede

resultar cuando los contaminantes en el aire se depositan en el agua subterránea que ha subido a la superficie.

Opciones de desinfección

Cualquier agua que pasa por los tratamientos primario y secundario deberá desinfectarse con el fin de proteger la salud pública. Los tres procesos principales de desinfección de las aguas residuales son la cloración, la ozonización y la radiación ultravioleta (UV). Muchos sistemas municipales de tratamiento de agua y aguas residuales en todo el mundo utilizan el método de desinfección por cloración. Aunque es una opción muy común, debe hacerse notar que las sustancias químicas organocloradas que acompañan a este proceso de desinfección pueden causar problemas de salud pública, poner en peligro la vida acuática y quedarse en el medio ambiente durante períodos prolongados. En vista del interés de balancear los impactos ambientales de la cloración con la necesidad continua de una desinfección efectiva, muchas empresas de servicio de agua han comenzado a seguir otras opciones en cuestión de desinfección.

La ozonización y la radiación UV son dos opciones adicionales de desinfección, que no dan como resultado el depósito de sustancias químicas residuales en el agua tratada. Los sistemas de tratamiento por ozonización han sido utilizados en las operaciones de tratamiento de agua desde principios del Siglo Veinte. Fue en la década de los 70 cuando los ingenieros de diseño en Estados Unidos comenzaron a utilizar el ozono como una alternativa del cloro en la desinfección de aguas residuales. Los sistemas de desinfección por ozono lo producen mediante la creación de una descarga en corona, similar a los relámpagos y rayos durante las tormentas eléctricas.⁷⁰ Posteriormente el ozono se mezcla con agua o aguas residuales para lograr la desinfección deseada.

En el proceso de radiación UV, los rayos ultravioleta actúan para desinfectar las aguas residuales desactivando los organismos patógenos a través de cambios fotoquímicos inducidos dentro de las células del organismo. La desinfección UV funciona en forma diferente a la cloración y la ozonización, en el

sentido de que durante el proceso UV, los patógenos no son destruidos y más bien pierden su capacidad de reproducción. En un sistema de desinfección UV de aguas residuales, la acción natural de este proceso es acelerada mediante la concentración intensa de rayos ultravioleta.

En general, en comparación con la ozonización, los sistemas UV son menos costosos de construir y operar. Los costos de operación, mantenimiento y energía de los sistemas UV y de ozonización dependen de la calidad del agua, pero las comparaciones finales en general favorecen a la desinfección UV.⁷¹ En el contexto estadounidense, el proceso UV también tiende a ser menos costoso en comparación con los costos de un sistema de cloración. Esto se debe principalmente a los riesgos relacionados con el manejo del cloro y los costos de los seguros contra posibles accidentes dentro de las plantas. El Electric Power Research Institute espera que el proceso UV sea más aceptado, a medida que las plantas de aguas residuales se enfrenten a las inquietudes ambientales relacionadas con el proceso de cloración.⁷²

Producción de energía proveniente de aguas residuales

No solamente existen muchas posibilidades de reducir el costo de la energía utilizada en el proceso de tratamiento de aguas residuales, sino que también en ocasiones las plantas pueden producir energía utilizando los procesos existentes. Por ejemplo, la opción de digestión anaeróbica para el procesamiento del lodo cloacal produce metano, que puede quemarse como una fuente de combustible. La captura del gas de digestor puede producir tanto calor como electricidad, a través de la cogeneración. Además, la instalación de una turbina para generar electricidad en la descarga del efluente puede generar energía hidroeléctrica en ciertas instalaciones. Las plantas con un flujo de 57 millones de litros (15 millones de galones) por día y una caída vertical de 15 pies pueden ser candidatas a la generación de energía hidroeléctrica por efluente, generando aproximadamente 24 kW de energía.⁷³

Caso para estudio: Des Moines, Iowa. La generación de metano en Estados Unidos en la Planta Central de Iowa convierte la basura en un tesoro.

En la planta denominada Integrated Community Area Regional Wastewater Treatment Plant, que da servicio a la región central de Iowa, los operadores están convirtiendo la basura en tesoro con un sistema de digestor anaeróbico. La digestión anaeróbica es un proceso biológico en el cual los microorganismos se alimentan de la materia orgánica, convirtiéndola en gas metano y bióxido de carbono. Los digestores anaeróbicos en Des Moines producen un promedio de 742 metros cúbicos (26,200 pies cúbicos) por hora de gas metano. El gas impulsa tres motores de 600 kW.

En una planta de tratamiento de aguas residuales, el lodo cloacal proporciona la materia orgánica. El lodo cloacal biológico espesado, que son bacterias utilizadas para tratar las aguas residuales, se mezcla con lodo cloacal primario y se bombea a un digestor anaeróbico. Este proceso de digestión funciona sin oxígeno. Un tipo de bacteria convierte el material orgánico en ácidos orgánicos y un segundo tipo de bacteria consume los ácidos orgánicos y produce metano. El gas metano es recogido, almacenado y quemado en generadores diesel, produciendo electricidad que se usa en la planta regional. El calor proveniente de la combustión del gas no se desperdicia, se utiliza para calentar el lodo cloacal que entra a los digestores así como para la calefacción de edificios. El lodo cloacal digerido es deshidratado y comprimido en bandas para producir una pasta que se aplica a los suelos como fertilizante.

Fuente: IAMU 1998.

Regeneración y reutilización del agua

El “agua gris”, es decir, agua residual tratada proveniente de una planta, que no es potable por muy poco tiene una variedad de aplicaciones. Éstas incluyen la recarga de acuíferos de aguas subterráneas, suministro para procesos industriales, riego de algunos cultivos e incluso el aumento de la reserva de agua potable. Aunque la regeneración del agua gris no cambia la cantidad de agua utilizada por el cliente, ahorra energía y reduce los costos de tratamiento para ese uso del agua.

Muchas veces el agua pura es utilizada en aplicaciones en donde el agua de más bajo grado puede ser igual de efectiva. En Namibia, desde 1968 los residentes han utilizado el agua residual tratada para complementar hasta el 30% de la reserva de agua potable de la ciudad. En Israel, el 70% de las aguas residuales municipales son tratadas y reutilizadas, principalmente para el riego agrícola de cultivos no alimenticios. Además, extensas áreas agrícolas alrededor de la Ciudad de México, Melbourne en Australia y Santiago de Chile y muchas ciudades chinas, de igual manera son regadas con aguas residuales.⁷⁴ En California, desde mediados de la década de los 90, más de 606 mil millones de litros (160 mil millones de galones) de agua regenerada son utilizados anualmente para riego, recarga de aguas subterráneas y procesos industriales.⁷⁵

Es importante hacer notar que el agua reutilizada debe cumplir con los estándares de calidad para evitar tanto problemas de salud pública como la contaminación de las aguas superficiales. Muchos países tienen sus propios criterios y estándares de calidad para el agua, con base en sus estándares para efluentes o cuerpos de agua de calidad limitada. Para la reutilización agrícola del agua o para fines de riego, la Organización Mundial de la Salud ha establecido lineamientos específicos que definen los límites microbiológicos aceptables para el agua regenerada.⁷⁶

Caso para estudio: Beijing, China, Regeneración del agua de procesos industriales

Históricamente, las industrias en Beijing han regenerado el agua para una gran variedad de procesos. De 1978 a 1984, el porcentaje de agua industrial reutilizada aumentó del 46 al 72%. Los sectores manufactureros, como refinación de metales, productos metálicos y sustancias químicas, tuvieron una reutilización de más del 80%. La generación de energía, extracción de carbón y manufactura de textiles fueron otros sectores clave de reutilización. Debido a los ahorros en agua, aun cuando la producción industrial aumentó un 80% durante este período, el consumo de agua en realidad bajó ligeramente. La experiencia de la industria en Beijing demuestra que el reciclado del agua puede ser menos costoso que transportar agua desde grandes distancias.

Fuentes: Xie, Kuffner y Le Moigne 1993, p. 25

Recientemente, las autoridades de la ciudad de Austin, Texas, expidieron bonos municipales para instalar una tubería de agua para el centro de la ciudad, exclusivamente de agua regenerada. Esta nueva tubería proporcionará a los usuarios finales una fuente de agua más barata para el riego de jardines y otras funciones donde no es necesaria el agua potable. Las autoridades de Austin planean recuperar su inversión rápidamente, al gastar mucho menos en el suministro de agua potable proveniente de fuentes de agua dulce y reducir enormemente la demanda en todo su sistema.

5.5 IMPLEMENTACION DE PROYECTOS

Después de desarrollar una lista bastante larga de oportunidades potenciales para mejorar la eficiencia, una empresa de servicio de agua debe tomar buenas decisiones sobre los proyectos que deberán implementarse y la forma de hacer que funcionen. El costo, junto con otros factores, determinará lo que realmente llegue a hacerse.

Hoy en día, un equipo para la administración del uso eficiente del agua y la energía puede representar el papel de vendedor al tratar de convencer a la institución que puede aportar los fondos, para que aporte los recursos para instrumentar los proyectos. El equipo debe prepararse con información importante que hará que el proyecto sea atractivo para los inversionistas potenciales. Con este fin, será útil que el equipo solicite información de parte del personal financiero clave. Para obtener la aprobación, es probable que la propuesta del proyecto tenga que abordar los siguientes aspectos claves:

- ▶ Dimensiones y especificaciones del equipo
- ▶ Impacto de los proyectos en otras partes del sistema
- ▶ Planeación de ampliaciones
- ▶ Programa de mantenimiento y contabilidad para depreciación
- ▶ Establecimiento de prioridades de acuerdo con lo siguiente:
 - Recursos financieros y de mantenimiento de la compañía
 - Financiamiento disponible
 - Rendimiento sobre la inversión del proyecto
 - Necesidad global de inversión de capital
 - Restricciones técnicas del sistema.

Cómo hacer el análisis financiero

Muchos organismos municipales de servicio de agua pueden estar limitados en la cantidad de recursos que pueden asignar a proyectos de mejora. Por consiguiente, después de identificar las mejoras, el organismo deberá fijar las prioridades de los proyectos e instrumentar las opciones para las cuales cuente con los recursos necesarios. Las mediciones y el monitoreo no solamente proporcionan datos para el análisis técnico, sino que también dan cifras que permiten realizar un análisis económico. Para que las personas que toman las decisiones financieras puedan evaluar los proyectos, deberá cuantificarse su costo y los ahorros esperados. Además, la identificación de los costos y ahorros del proyecto permite calcular la recuperación, el rendimiento sobre la

inversión, o los índices financieros que la compañía utilice para evaluar proyectos. Al igual que muchas decisiones financieras del sector privado, pueden hacerse diversos ajustes inflacionarios para identificar los resultados en forma más exacta.

La instrumentación del proyecto también dependerá de la capacidad de la planta para hacer los cambios operativos necesarios para la instalación del equipo. No solamente es necesario adaptar correctamente el nuevo equipo para que trabaje con los sistemas existentes, sino que los operadores también necesitan capacitación para hacer que funcione el equipo.

¿Es necesario empezar con un proyecto piloto?

Para reducir el riesgo y desarrollar la capacidad adecuada para instrumentar proyectos a gran escala, muchos organismos municipales hacen la prueba de sus ideas y acciones potenciales a nivel de pequeños proyectos “piloto”, antes de comprometerse con una inversión grande. Por otro lado, los proyectos piloto, debido a sus dimensiones, no dan los ahorros inmediatos que proporcionan los proyectos más grandes. Sin embargo, los proyectos piloto tienen diversas ventajas como son las siguientes:

- ▶ Verificación de la tecnología y de los ahorros potenciales
- ▶ Identificación de problemas técnicos o logísticos imprevistos
- ▶ Medición de la aceptación pública.

¿Son realmente seguros los ahorros?

Aunque los mejores ingenieros nunca pueden estar 100% seguros de los ahorros potenciales calculados para un proyecto en especial, existen algunas reglas prácticas para mejorar el éxito a largo plazo de un programa administrativo para el uso eficiente del agua y la energía consumida en su suministro:

- ▶ Comience con poco y elabore registros del seguimiento del éxito.

5. Oportunidades de Mejora del Lado del Suministro

- ▶ Sea conservador en los cálculos; si una tecnología promete ahorros de un 10 al 15%, asuma que será el 10%.
- ▶ Investigue con sus colegas, para verificar la tecnología y los resultados de proyectos similares.

Fondos de Proyecto

Para obtener los fondos de un proyecto, es probable que las empresas de servicio de agua tengan que investigar una gran variedad de opciones para la obtención de fondos internos y externos. Muchos municipios tienen experiencia en la obtención de préstamos y pueden optar por abordar las oportunidades de eficiencia en el servicio de agua, acercándose directamente a las instituciones de crédito o expidiendo bonos municipales. Sin embargo, se han desarrollado algunos enfoques innovadores para dar mayor flexibilidad a las empresas de servicio de agua en el financiamiento de proyectos para mejorar la eficiencia.

Un mecanismo para obtener fondos internamente para apoyar proyectos nuevos de eficiencia, consiste en el depósito de una parte de los ahorros obtenidos en el proyecto de eficiencia en una cuenta a ser utilizada exclusivamente para más actividades relacionadas. Después de que los administradores han demostrado el éxito inicial en la reducción de los costos de operación mejorando la eficiencia del sistema, pueden utilizar los ahorros del proyecto anterior para pagar actividades adicionales.

Otra alternativa diseñada para facilitar la obtención de fondos para proyectos de eficiencia (véase el caso de Fairfield, Ohio) es fijar un umbral de recuperación. Debido a que los proyectos de eficiencia la mayoría de las veces se pagan solos a través de los ahorros obtenidos, las empresas pueden proporcionar automáticamente los fondos de los proyectos autofinanciables dentro de un cierto período. Por lo general, las empresas de servicios públicos fijan un monto máximo de inversión al mismo tiempo que el umbral de recuperación. Estos umbrales permiten que se inicien los proyectos de eficiencia sin tener que esperar las decisiones de los altos ejecutivos.

Caso para estudio: Ciudad de Fairfield, Ohio, Estados Unidos. Mejoras técnicas en una planta pequeña.

En 1986, la planta denominada Fairfield Wastewater Treatment Facility contrató un nuevo superintendente que había trabajado antes en el sector privado. En un intento por ser proactivo e innovador en la reducción de los costos operativos, decidió investigar la demanda eléctrica pico y una multa muy costosa por factor de potencia. En el proceso de detección de opciones viables para mejorar, el superintendente se concentró en varias áreas que podían mejorar.

Primero convenció a la planta de adoptar un sistema automatizado de recopilación de datos y de actualizar el equipo de procesamiento.

Fairfield Wastewater también adoptó un umbral de recuperación de 3 a 5 años para las inversiones en proyectos. Como política, si un proyecto está dentro de este rango es financiado fácilmente y si en general los costos son menores a US\$15,000, se autorizan automáticamente. Esta política da más flexibilidad a los administradores de proyecto para trabajar dentro de un presupuesto, con menos microadministración de parte de los ejecutivos de la compañía.

Con el fin de crear oportunidades de intercambio de información entre los empleados y los diferentes departamentos, Fairfield celebra reuniones semanales del equipo de operaciones, en donde los empleados pueden discutir la nueva tecnología e ideas sobre eficiencia energética.

Como uno de sus primeros proyectos, los ingenieros de la planta realizaron pruebas individuales del equipo (por ejemplo, en motores de 10 HP y más) para medir su eficiencia. En la actualidad utilizan esa base de datos de tendencias para monitorear si el equipo operativo está dentro de una banda razonable de operación. Si hay alguna discrepancia, entonces llevan a cabo investigaciones adicionales. Fairfield también ha creado un sistema para documentar y validar los ahorros resultantes de las medidas instrumentadas para aumentar la eficiencia en el uso de energía.

Fairfield también ha utilizado el desplazamiento horario de la carga y precios en tiempo real, para lograr una reducción de hasta un 21 ó 22% en los costos de energía. Cuando los precios de la electricidad están a su nivel máximo, la planta puede optar por usar su sistema automatizado para parar durante 3 ó 4 horas. Los administradores de Fairfield han comparado sus operaciones con las de otros administradores en Ohio y calculan que los costos de casi todas las demás plantas de aguas residuales ascienden al doble.

Fuente: Drew Young, Fairfield Wastewater Treatment Facility, febrero de 2001.

Cuando un proyecto importante no cumple con este umbral, los administradores pueden optar por juntar varios proyectos pequeños en un proyecto más grande. Por ejemplo, un proyecto de revestimiento de tuberías puede tener una recuperación de seis años y no cumplir por sí solo con el umbral de instrumentación. Al incluir el proyecto de revestimiento en un proyecto de una bomba que consuma menos energía y un variador de frecuencia con una recuperación más corta, el proyecto combinado puede cumplir con el umbral de recuperación necesario para recibir los fondos.

Financiamiento a través de Contratos de Servicios de Energía

Si el municipio no cuenta con los recursos financieros necesarios y/o la capacidad técnica para instrumentar un proyecto, es posible contar con una gran variedad de convenios financieros a través de las compañías de servicios de energía (ESCOs, por sus siglas en inglés). Los contratos de servicios de energía pueden tener diferentes formas, pero el concepto básico implica el convenio con una entidad externa para asumir parte o todo el riesgo de implementar un proyecto de eficiencia, invirtiendo capital, equipo y conocimientos técnicos en las instalaciones del cliente. Posteriormente, el cliente reembolsa la inversión junto con alguna utilidad previamente determinada, de los ahorros que resulten del proyecto. En la mayoría de los casos, la entidad externa solamente gana dinero si los ahorros realmente llegan a materializarse. Cada empresa municipal de servicio de agua necesitará investigar el potencial y la aplicabilidad de las ESCOs en sus propias y particulares circunstancias. A continuación se presenta una lista de algunas de las organizaciones que trabajan para incrementar el alcance de las ESCOs en todo el mundo. Estas organizaciones también pueden representar un recurso muy valioso para ayudar a informar sobre las ESCOs a los municipios interesados, además de ponerlas en contacto con socios potenciales ESCO.

- ▶ **Brasil:** Association of Brazilian ESCOs (ABESCO) (www.abesco.com.br)
- ▶ **Canadá:** Canadian Association of Energy Service Companies (CAESCO) (www.ardron.com/caesco/)
- ▶ **Egipto:** Egyptian Energy Service Business Association (EESBA) (www.eesba.org/).
- ▶ **India:** Council of Energy Efficiency Companies (CEEC) (www.ase.org/ceeci/index.htm)
- ▶ **Japón:** Japanese Association of Energy Service Companies (JAESCO) (www.jaesco.gr.jp/)
- ▶ **Corea:** Korean Association of ESCOs (KORESCO) www.energycenter.co.kr/
- ▶ **Reino Unido:** Energy Systems Trade Association (ESTA) (www.esta.org.uk/)
- ▶ **Estados Unidos:** National Association of ESCOs (NAESCO), que ha enviado misiones comerciales a México, Japón, Tailandia, Australia, Brasil y Filipinas (www.naesco.org)⁷⁷

Arrendamiento de equipo

El arrendamiento de equipo, como capacitores, VSDs y motores y bombas de alta eficiencia energética, es un mecanismo adicional disponible para que las empresas municipales de servicio de agua aprovechen sus oportunidades de hacer más eficiente el uso de energía. Las empresas municipales que carezcan de fondos o de acceso a crédito, o estén interesadas en tecnologías para efectuar pruebas antes de hacer una compra grande, podrían estar especialmente interesadas en el arrendamiento de equipo eficiente en el consumo de energía.

A través del arrendamiento, los municipios pueden determinar en un ambiente real de trabajo si las afirmaciones del proveedor respecto al funcionamiento del producto son exactas, sin contraer compromisos financieros a largo plazo. Además, las empresas municipales de servicio de agua pueden eliminar el riesgo de comprar equipo defectuoso. Los municipios con problemas para obtener el capital o un préstamo para comprar el equipo, pueden

encontrar proveedores interesados en rentar equipo, debido a la facilidad relativa para colocar el equipo rentado. En muchos casos el municipio puede incluso pagar el costo del arrendamiento con los ahorros que realiza en energía. En un estudio efectuado por la empresa Ahmedabad Municipal Corporation en la India, relacionado con la probabilidad de rentar 89 capacitores para las bombas de agua, se encontró que incluso con los cálculos más conservadores, los ahorros en energía obtenidos con los capacitores cubrirían los costos del arrendamiento.⁷⁸

El arrendamiento no siempre es la mejor opción. El estudio de Ahmedabad mencionado anteriormente, mostró una recuperación de 1.5 a 3 años si se compraban los capacitores, lo cual podía ser incluso más atractivo para el municipio desde el punto de vista financiero.



Selección de tecnología y proveedor

Una vez que se ha seleccionado y encontrado fondos para un proyecto deberá elegirse la tecnología y el proveedor. Es importante recordar que los proveedores muchas veces hacen gran cantidad de declaraciones positivas acerca del funcionamiento de su producto. Sin embargo, después de la instalación, el funcionamiento del producto en la planta generalmente es diferente a lo que ha afirmado el proveedor. Para mitigar los riesgos del proyecto y hacer una mejor inversión:

- ▶ Póngase en contacto con colegas que hayan instrumentado proyectos similares para que le den asesoría acerca de las diferentes tecnologías y proveedores
- ▶ Hable con sus colegas sobre las ventajas y desventajas del producto
- ▶ Póngase en contacto con otros clientes del proveedor
- ▶ Verifique siempre que sea posible con las ONGs locales o asociaciones industriales
- ▶ Pregunte al proveedor acerca de las garantías de funcionamiento.

6. Oportunidades de Mejora del Lado de la Demanda

“El agua es valiosa y escasa. Si todos trabajamos juntos con el espíritu de ‘izandla ziyagezana’ (‘una mano lava la otra’) para pagar por el agua y usarla prudentemente, todos podremos contribuir a la tarea de administrarla para el futuro... El compromiso que significa un Programa de Administración de la Demanda de Agua para ahorrar agua a través de su uso eficiente no es un lujo, sino una absoluta necesidad.”

—Water Wise Program, Johannesburgo, Sudáfrica

6.1 INTRODUCCIÓN

La reducción de la cantidad de agua que se consume, al mismo tiempo que se mantiene el nivel de beneficios para el cliente, puede ayudar a disminuir grandemente el costo, tanto para el consumidor como para las empresas de servicio de agua. Las empresas pueden ahorrar dinero porque la disminución de la demanda efectivamente crea más capacidad del sistema. Al disminuir la demanda una empresa de servicio de agua puede ayudar a evitar inversiones en nuevas instalaciones y equipo. Además, la disminución de la cantidad de agua que fluye a través del sistema probablemente reducirá las pérdidas de energía por fricción, reduciendo por lo tanto el costo de bombeo. El consumidor se beneficia de la disminución de la demanda a través de un menor costo del suministro, menos probabilidades de falta de agua y de desembolsos importantes en inversión. Aunque algunas empresas ven con cautela los programas relacionados con la demanda que pueden afectar los ingresos, en la mayoría de los casos tanto los ahorros resultantes de esos programas a corto y a largo plazos compensan con mucho los costos. En esta sección se describen varios métodos y tecnologías con efectividad de costos que pueden ser de gran ayuda para disminuir la demanda municipal de agua y de energía. Sin embargo, en la práctica, la efectividad de costos de muchos de estos métodos y tecnologías requiere una determinación precisa de los precios del agua para los consumidores, para que reflejen el costo real del agua

suministrada a través de sistemas de entrega y tratamiento de aguas.

Además de precios adecuados, otros factores que determinan la aplicabilidad de algunas medidas del lado de la demanda para las empresas de servicio de agua, incluyen la penetración de mercado de los electrodomésticos que usan agua, los tipos de industrias conectadas al sistema y las tecnologías disponibles para el mercado interno.

Por ejemplo, en Australia, la planta de tratamiento ubicada en Mt. Victoria de la compañía Sydney Water estaba operando a casi toda su capacidad, por lo que la empresa realizó un estudio de actualización de la capacidad al menor costo. En el estudio se encontró que la opción más económica para aumentar la capacidad combinaba varios programas de administración de la demanda que reducirían significativamente el consumo del agua, las descargas de aguas residuales y la carga de nutrientes. Al emprender acciones relacionadas con la demanda, esta empresa podía diferir y reducir los costos de ampliación de la planta de tratamiento.⁷⁹

Una situación donde todos ganan: las empresas y los clientes (Win-Win)

La meta de la administración respecto a demanda es proporcionar al cliente los mismos o mayores beneficios utilizando menos agua. En la mayoría de los casos, un cliente no obtiene ningún valor adicional del mal uso del agua. Por ejemplo, un consumidor al descargar un sanitario no obtiene ningún beneficio agregado de un sanitario que desperdicia agua.

El uso del agua puede reducirse a través de acciones relativamente sencillas de parte del cliente, como cerrar el grifo mientras se lava los dientes o utilizar aguas residuales no tóxicas para regar las plantas. Además, los dispositivos para ahorrar agua como las lavadoras de ropa de eje horizontal, cabezales de bajo flujo para regaderas, aireadores de grifos y sanitarios de descarga ultrabaja, pueden ayudar a disminuir el consumo. Asegurar que cada cliente use el agua en forma eficiente ayudará a optimizar el desempeño de todo el sistema de suministro de agua, ayudándole también a diferir o eliminar la necesidad de gastar grandes cantidades de capital para lograr una mayor capacidad.

Por ejemplo, las autoridades de la ciudad de Toronto han estado muy activas en tareas administrativas relacionadas con la demanda. La ciudad ha invertido en programas como incentivos para sanitarios de descarga ultrabaja, recompensas por capacidad de agua industrial y

Una reducción en la cantidad de agua consumida, a la vez que mantiene el nivel de beneficio para el cliente puede reducir enormemente los costos para el consumidor y la empresa de servicio de agua.

promoción de lavadoras de ropa de eje horizontal, con la meta de disminuir en un 15% la demanda pico de agua. La ciudad de Toronto calcula que sus esfuerzos para la reducción de la demanda costarán aproximadamente una tercera parte de lo que costaría crear una cantidad igual en nueva capacidad. Además, se han acumulado miles de dólares en ahorros a favor de usuarios finales que usan menos agua.

La ciudad de México es otro ejemplo de cómo la disminución de la demanda puede aumentar la capacidad. Debido a la dificultad de encontrar nuevas fuentes de agua para una

población de clase media cada vez mayor, los funcionarios del gobierno de la ciudad lanzaron un programa de conservación de agua que implicaba la sustitución de 350,000 sanitarios anticuados. Este cambio ha significado un ahorro suficiente para suministrar el servicio a 250,000 residentes adicionales.⁸⁰

Beneficios adicionales

El impacto de las medidas relacionadas con la demanda puede ser en realidad mucho mayor cuando se llevan a cabo en forma conjunta con acciones relacionadas con el suministro. Por ejemplo, al combinar un programa para disminuir la demanda con la compra de bombas nuevas que consuman menos energía, la empresa no sólo puede ahorrar energía por la disminución del agua que se mueve a través del sistema, sino que también puede comprar bombas más pequeñas y menos costosas para satisfacer una menor demanda de bombeo. En muchos casos, la reducción de la demanda debe darse antes de la modernización del sistema, para ayudar a determinar cuál es la línea base real de la demanda de agua del sistema.

Uno de los aspectos más atractivos de las actividades administrativas relacionadas con la demanda en comparación con invertir en mejoras importantes, es la capacidad que tiene la empresa de desarrollar, ampliar o disminuir rápidamente un programa relacionado con la demanda para satisfacer las condiciones presentes. Los programas relacionados con la demanda pueden tener un impacto importante en un período de un año, mientras que los proyectos de desarrollo con importante inversión deben hacerse con años de anticipación y son difíciles de modificar para adaptarse a circunstancias cambiantes.

Las autoridades de la ciudad de Toronto citaron la flexibilidad como uno de los beneficios más importantes de su proyecto relacionado con la demanda. Con muchas incertidumbres sobre la futura demanda, las autoridades de Toronto se sentían mucho más cómodas haciendo inversiones más pequeñas y graduales en la administración de la demanda, en lugar de

hacer una inversión a 5 ó 6 años en nueva capacidad.

Otro beneficio adicional de disminuir el uso del agua es una menor demanda sobre los ríos, lagos y recursos de aguas subterráneas. Esto es especialmente importante si se considera el número de lagos grandes y vías fluviales que están desapareciendo y los acuíferos que están decreciendo debido al uso excesivo de las fuentes de agua dulce.

Por ejemplo, el lago natural más grande del norte de China, el Lago Baiyangdian en la provincia de Hebei, es muy probable que se seque completamente debido a una combinación de sobreexplotación y una menor precipitación pluvial. Es muy probable que esto tenga un efecto negativo grave sobre la población y la estabilidad de la región.⁸¹

Un ejemplo del uso excesivo de las aguas subterráneas puede encontrarse en Ahmedabad, India, en donde la extracción excesiva ha causado que el nivel freático de la ciudad haya bajado un promedio de 2.13 m (siete pies) por año en los últimos 20 años. No solamente esto pone en peligro el futuro del acuífero regional, sino que también obliga a los consumidores que dependen de las aguas subterráneas, a pagar más para obtenerla. La compañía local de electricidad calcula que se requieren 0.0125 vatios adicionales por litro (0.04723 vatios adicionales por galón) para bombear el agua a la superficie con cada baja de 2.13 m (7 pies) del nivel freático. Esto se traduce en un millón de kWh adicionales por año para traer la misma cantidad de agua a la superficie a un costo anual agregado de más de US\$60,000 dólares.⁸²

6.2 TECNOLOGÍAS RELACIONADAS CON LA DEMANDA: RESIDENCIALES Y COMERCIALES

Existe un gran número de tecnologías comerciales y residenciales que pueden ayudar a lograr ahorros significativos de agua y reducir costos. Algunas de estas medidas pueden realmente significar ahorros para el consumidor, disminuyendo la energía dedicada a calentar una mayor cantidad de agua.

Un ejemplo del enorme potencial de ahorro de agua de estas tecnologías puede encontrarse en un estudio de USAID del mes de marzo de 2000 sobre la oportunidad de hacer mejoras para el uso eficiente del agua en la industria hotelera en Barbados. El estudio encontró que los hoteles que están utilizando en forma muy agresiva tecnologías que ahorran agua como sanitarios de bajo consumo de agua, aireadores de grifos y riego por goteo, consumen por huésped una quinta parte del agua que los hoteles similares con medidas menos agresivas para el uso eficiente del agua. Los huéspedes de los hoteles con uso eficiente del agua no observaron ninguna disminución en la calidad del servicio. Además, el estudio calculó que el hotel con menos eficiencia podía tener más de US\$250,000 dólares anuales en ahorros tan sólo en sus facturas por agua, si seguía el ejemplo del hotel más eficiente.⁸³

Un programa de una empresa de servicio de agua relacionado con la demanda puede promover una o más de las diversas tecnologías disponibles para el uso eficiente del agua.

Caso para estudio: Tampa, Florida. Un enfoque integral en Estados Unidos

Desde 1989, el programa de uso eficiente del agua de Tampa ha promovido estructuras corregidas de tarifas, reconversiones, jardinería ornamental adaptada a un clima seco, y educación del consumidor. En los primeros nueve meses, el consumo del agua se redujo de 320.2 millones a 274.4 millones de litros (de 84.6 millones a 72.5 millones de galones). Durante los meses que no llueve, de marzo a junio, se logró una reducción de la demanda del 15 al 18%. La reducción promedio en el año fue del 7%.

Además, las autoridades de la ciudad de Tampa han adoptado una estructura tarifaria en bloque que va aumentando ligeramente, restricciones de riego, códigos para diseños de jardines y requisitos de plomería de volumen ultrabaja. Los programas voluntarios de jardinería ornamental adaptada a un clima seco promueven reconversiones de jardines corporativos, lo más avanzado en sistemas de riego y diseño para una nueva construcción.

En el mes de diciembre de 1989, se entregaron paquetes de equipos para ahorro de agua en aproximadamente 10,000 hogares de Tampa. Cada paquete incluía dos diques para tanques de sanitarios, dos cabezales de regaderas de bajo flujo, dos aireadores para grifos de lavabos, cinta de teflón para sellar conexiones, un folleto sobre cómo detectar y arreglar fugas con una tarjeta con "sugerencias para ahorrar agua", una carpeta con instrucciones sobre instalación, un cartel para colocarlo en las ventanas, y tabletas de tinte para detectar fugas. El equipo incluía instrucciones tanto en español como inglés y una carta del Presidente Municipal promoviendo la participación de la gente. Este esfuerzo dio como resultado que más del 94% de los que recibieron este equipo instalaran los dispositivos, lo que permitió un ahorro de 7 a 10 galones de agua por persona al día. Las autoridades de Tampa consideran que reconversiones similares en todos los hogares en Tampa dará como resultado ahorros de más de 2.1 millones de galones de agua al día.

Los esfuerzos adicionales hechos en Tampa incluyen concursos de rimas y carteles sobre conservación del agua, y un programa amplio sobre reconversión, proyectos de incentivos para la sustitución de sanitarios que incluyen un programa de descuentos, la instrumentación de verificaciones de uso de agua para los usuarios residenciales grandes, y una mejor educación escolar basada en los planes de estudios.

Fuente: Rocky Mountain Institute, "Water Efficiency: A Resource for Utility Managers, Community Planners and other Decision Makers" ("Uso eficiente del agua: Un recurso para administradores de servicios públicos así como para los planificadores y tomadores de decisiones en la comunidad") (Snowmass, CO: Rocky Mountain Institute, The Water Program, 1991).

Tecnologías comunes para ahorro de agua

Existen varias tecnologías disponibles para el ahorro de agua:

Sanitarios de descarga ultrabaja

En el pasado los sanitarios típicos han usado entre 19 y 26 litros (5 a 7 galones) por descarga. Los sanitarios de descarga ultrabaja pueden hacer la misma función con tan sólo 3 litros (0.8 galones) por descarga. Deberán considerarse los modelos seleccionados para los programas de sanitarios de descarga ultrabaja, en vista de que existen bastantes discrepancias respecto a su desempeño.

Diques para sanitarios u otros dispositivos para desplazamiento de agua

Los diques para sanitarios son dispositivos que bloquean parte del tanque, de tal manera que se necesita menos agua para llenar el sanitario después de cada descarga. Otros dispositivos de desplazamiento solamente reducen el espacio en el tanque de retención del sanitario, de tal manera que cada descarga utiliza menos agua. Una botella de plástico llena de agua funciona bien para limitar la capacidad del tanque. Pueden presentarse algunos problemas cuando hay necesidad de una doble descarga, pero el ahorro de agua de estos dispositivos se calcula en aproximadamente un 10%.

Regaderas de bajo flujo

Las regaderas típicas utilizan aproximadamente de 17 a 30 litros (4.5 a 8 galones) por minuto. Las regaderas de flujo bajo utilizan menos de 9.5 litros (2.5 galones) por minuto sin ninguna reducción marcada en calidad o servicio. Estos dispositivos ahorran agua y reducen las facturas por calentamiento del agua.

Aireadores de grifos eficientes

Estos dispositivos pueden instalarse fácilmente en los extremos de la mayoría de los sistemas de grifos para sustituir a los aireadores existentes. Aunque estos dispositivos permiten que fluya menos agua a través del grifo, la mayoría de los consumidores no se dan cuenta de la diferencia, excepto en la disminución de

6. Oportunidades de Mejora del Lado de la Demanda

la cantidad cargada a sus facturas de agua y gas o electricidad para el calentamiento de la misma. Estos dispositivos pueden ahorrar de 12 a 65 litros (3.2-17.2 galones) diarios.

Lavadoras de ropa eficientes

Las lavadoras de ropa eficientes que consumen poca agua y poca energía pueden ahorrar cantidades significativas de estos insumos. Las lavadoras con puerta de carga al frente utilizan hasta un 40% menos de agua que lavadoras similares con sistema de carga en la parte superior.

En las Tablas 6 y 7, tomadas del folleto de la American Water Works Association denominado Water Conservation Guidebook (Guía para la conservación del agua), se destaca el potencial de ahorros de algunas de estas tecnologías, tanto en las residencias nuevas como en la modernización de las ya existentes.⁸⁴

Jardinería ornamental adaptada a un ambiente seco

El cultivo de especies nativas de plantas que pueden sobrevivir con la lluvia y condiciones climáticas específicas del lugar, puede ahorrar grandes cantidades de agua de riego.

Riego por goteo

La utilización de un sistema de riego por goteo subterráneo que controla en forma muy estricta las cantidades de agua entregadas en lugares específicos, puede ahorrar entre un 15 y un 40% de agua en comparación con otros sistemas de riego.⁸⁵

Otras medidas para el uso eficiente de la energía

Existen otras tecnologías que pueden ser de interés para los consumidores que están tratando de ahorrar energía y agua, pero generalmente no tienen un impacto importante en las empresas de servicio de agua. Los calentadores de agua que consumen poca energía,* el aislamiento de la tubería de agua caliente y sistemas de agua caliente a solicitud, pueden ayudar a ahorrar agua y energía, y el

Caso para estudio: Participación de la comunidad en Ahmedabad, India

La Asociación de Mujeres Autoempleadas (SEWA, por sus siglas en inglés), una organización con base en Ahmedabad, India, ha lanzado en Gujarat una campaña sobre el agua para permitir que las mujeres, el grupo primario de usuarios, exijan un suministro seguro y sostenido de agua a todo el poblado. La intención es integrar a las tres partes involucradas: mujeres, agua y trabajo. Esto ha sido posible gracias a la movilización de las mujeres para que administren los recursos locales de agua, mejorando los niveles de ingresos y creando nuevas oportunidades económicas.

Como parte de la campaña de agua de SEWA, las mujeres han construido en varios pueblos áridos un estanque revestido de plástico y tanques en los techos para captación de agua. También se han hecho esfuerzos para instrumentar medidas con el fin de desarrollar cuencas para la conservación del agua. Se han reparado pozos que ya no se utilizaban, se han limpiado los tanques y verificado las presas construidas. Las mujeres han formado comités de agua y han establecido fondos para el mantenimiento de las estructuras de agua. Ha habido casos en que las mujeres han sido capacitadas como "técnicos de bajo costo" para reparar y dar mantenimiento a las bombas manuales.

El impacto de la intervención de SEWA puede verse en la transformación de las condiciones socioeconómicas de los poblados. Además de desarrollar fuentes de agua a nivel poblado, las mujeres se han beneficiado enormemente de las oportunidades de empleo que se han generado. Las mujeres han encontrado empleos en el trabajo artesanal, la recolección de goma y la fabricación de sal. La productividad ha aumentado, lo que a su vez, ha llevado a la obtención de mejores ingresos y mayores ahorros. Otros beneficios de esta iniciativa respecto al agua se demuestran con una mejor salud de las mujeres, que normalmente es un objetivo al que se le asigna la más baja prioridad, una maternidad segura, partos seguros, una menor mortalidad infantil, mayores beneficios en seguro social para mujeres y niños, y todavía más importante, una menor migración durante la temporada de escasez. El aumento de las fuentes de agua también ha asegurado alimentos y forraje para el ganado.

Fuente: Self-Employed Women's Association (Asociación de Mujeres Autoempleadas), www.sewa.org, (accesado en diciembre de 2001).

consumidor recibe la mayor parte de los beneficios. Es probable que estas tecnologías sean de mucho más interés para las empresas de electricidad o gas natural que deseen emprender acciones relacionadas con la demanda.

* Los calentadores de agua que consumen poca energía están estimados en 234 termias al año para un calentador de gas de 40 gal/152 litros o 4.671 kWh al año para una unidad eléctrica de 40 gal/152 litros [American Council for an Energy Efficient Economy 2001, Consumer Guide for Home Energy Savings, (Guía del consumidor para lograr ahorros de energía en el hogar) www.aceee.org].

Tabla 6: Dispositivos para el ahorro de agua en las casas actuales⁸⁶

Aplicación	Dispositivo para ahorro de agua	Función	Ahorros de agua	Ahorros en agua estimados por persona en lpcd y (gpcd)
Sanitario	Dos botellas de desplazamiento para tanque de sanitario	Reduce el volumen de la descarga	5.7 l/descarga (1.5 gal/descarga)	7.6 (2.0)
Sanitario	Dique para tanque de sanitario	Reduce el volumen de la descarga 3.8	l/descarga (1 gal /descarga)	4.0 (15.1)
Sanitario	Bolsa para tanque de sanitario	Reduce la descarga 2.6 l/descarga	(0.7 gal/descarga)	2.8 (10.6)
Regadera	Limitador de flujo	Limita el flujo a 2.75 gal/min (10.4 l/min)	1.5 gal/min (5.7 l/min)	3.7 ^a (13.2)
Regadera	Cabezal de regadera de flujo reducido	Limita el flujo a 2.75 gal/min (10.4 l/min)	1.5 gal/min (5.7 l/min)	7.2 (27.2)
Grifo	Aireador con control de flujo	Reduce las salpicaduras, da apariencia de un flujo mayor	1.2–2.5 gal/min (4.5–9.5 l/min)	0.5 (1.9)
Sanitario	Llave de flotador, válvula de chapaleta	Detiene las fugas	91 l/descarga (24 gal/día/sanitarios)	4.8 ^b (18.2)

a. El tiempo de la regadera aumenta para un flujo reducido.

b. Supone una persona por sanitario y un 20% de tasa de fugas en sanitarios.

Nota: gpcd = galones per cápita por día

Lpcd = litros per cápita por día

Tabla 7: Dispositivos para ahorro de agua en nuevas construcciones⁸⁷

Aplicación	Dispositivo para ahorro de agua	Función	Ahorros de agua	Ahorros en agua estimados por persona en lpcd y (gpcd)
Sanitario	Sanitario de baja consumo de agua 3.5 gal/descarga (13.2 l/descarga)	Reduce el volumen de la descarga	2 gal/descarga (7.6 l/descarga)	8.0 (30.3)
Sanitario	Sanitario de ultrabajo consumo de agua 1.6 gal/descarga (6.1 l/descarga)	Reduce el volumen de la descarga	4 gal/descarga (15.1 l/descarga)	16.0–23.1 (60.6–87.4)
Regadera	Cabezal de regadera de flujo reducido 2.75 gal/min (10.4 l/min)	Reduce la tasa de flujo de la regadera	1.8–2.5 gal/min (6.8–9.5 l/min)	7.2 (27.2)
Grifo	Aireador con control de flujo	Reduce las salpicaduras, da apariencia de un flujo mayor	1.5 gal/min (5.7 l/min)	0.5 (1.9)
Electrodomésticos	Lavavajillas con bajo consumo de agua	Reduce las necesidades de agua	5 gal/carga (18.9 l/carga)	1.0 (3.8)
Electrodomésticos	Lavadora de ropa con bajo consumo de agua	Reduce las necesidades de agua	6 gal/carga (22.7 l/carga)	1.7 (5.6)

6.3 PROGRAMAS

Las empresas municipales de servicio de agua pueden llevar a cabo muchas actividades para promover una reducción de la demanda residencial y comercial. Estos programas están dentro de las siguientes áreas:

- ▶ Educación y acercamiento a la comunidad
- ▶ Auditorías del agua
- ▶ Equipos para el uso eficiente del agua
- ▶ Programas de descuento/instalación

Educación y acercamiento a la comunidad

El comportamiento de consumo de los clientes tiene un efecto dramático sobre la demanda de agua. La educación de los consumidores respecto a diferentes formas de reducir el uso del agua que dan por resultado ahorros económicos puede, en realidad, ser una forma extremadamente económica de reducir la demanda. Muchas empresas municipales de servicio de agua han desarrollado programas educativos para la comunidad enfocados hacia los consumidores residenciales y comerciales. Por ejemplo, en Singapur dicho programa desarrolló un plan de estudios para el uso eficiente del agua, que incluye un libro de texto, cuadernos de trabajo y experimentos para niños de escuela, y en forma rutinaria se distribuyeron a todas las residencias folletos informativos sobre oportunidades de ahorrar agua. Como resultado de este programa, un estudio realizado en 1999 demostró que el 84% de las personas que respondieron habían tomado algún tipo de medida para ahorrar agua.⁸⁸

Los programas como el de Singapur, han comunicado la importancia del uso eficiente del agua a través de una serie de actividades como las siguientes:

- ▶ Dar pláticas educativas en las escuelas y en las reuniones de organizaciones comunitarias
- ▶ Participación en agencias de comunicadores
- ▶ Operación de stands en eventos de la comunidad
- ▶ Organización de talleres de trabajo sobre el uso eficiente del agua para plomeros, diseñadores de jardines y constructores
- ▶ Publicidad en radio y televisión, y en los periódicos



En sus programas de ahorro de agua para la comunidad, muchas empresas públicas de servicio de agua utilizan mascotas, como Pingo y Gota d'Água, los dos expertos en eficiencia de CAGECE.

- ▶ Crear un comité de personas locales interesadas en promover la retroalimentación y la revisión de actividades sobre el uso de agua
- ▶ Preparación de materiales para incluirlos en los planes de estudio de las escuelas, en temas del medio ambiente y ciencias
- ▶ Difusión de sugerencias sobre el uso eficiente del agua en los estados de cuenta de los usuarios.

Auditorías de agua

A través de las auditorías de agua y la instrumentación de diversas medidas, una empresa de servicio de agua puede trabajar con los usuarios de agua residenciales y comerciales, para mejorar el uso eficiente del agua y la energía. En muchos casos, estas auditorías pueden orientar al usuario final para determinar las principales oportunidades de ahorro y actúan como un catalizador para inducir a la instrumentación de medidas de eficiencia.

Las auditorías del agua residencial pueden producir grandes ahorros de agua. Las auditorías residenciales frecuentemente son críticas para la detección de sanitarios, grifos y tuberías con fugas, así como para informar a los residentes sobre las oportunidades de ahorrar agua con la aplicación de diversas medidas. También es una buena forma de educar a los consumidores sobre muchas de las tecnologías que existen para ahorrar agua. Sería conveniente enfocar las auditorías de agua a grupos que pudieran obtener el mayor beneficio de ellas, como las casas o

departamentos más antiguos que pueden tener más oportunidades de mejoras. Por ejemplo, un proyecto piloto de una auditoría de agua de cuatro meses de duración realizado en el municipio de Thokoza, Sudáfrica, dio como resultado ahorros anuales de 195 millones de litros de agua y 2 millones de rands sudafricanos (US\$250,000) para aproximadamente 2,000 propietarios de casas. Durante este tiempo, 24 empresarios del municipio también fueron capacitados en plomería básica, haciendo posible que continuaran con sus pequeños negocios propios.⁸⁹

Ofrecimiento de paquetes de equipos para el uso eficiente del agua

En muchos casos, ofrecer a los clientes equipos gratuitos o a muy bajo costo para el uso eficiente del agua representa una medida con gran efectividad de costos. Estos equipos pueden contener dispositivos baratos para ahorrar agua como:

- ▶ Bolsas para el desplazamiento del agua en sanitarios o diques
- ▶ Tabletas para detección de fugas
- ▶ Aireadores para grifos de bajo flujo
- ▶ Regaderas de bajo flujo.

Programas de descuento/instalación

Muchas veces los programas de descuento e instalación son una de las medidas más efectivas para asegurar reducciones del lado de la demanda. Las empresas municipales de servicio de agua pueden ofrecer cubrir parte o todos los costos del equipo para ahorro de agua, así como su instalación. Algunos de los equipos más comunes cubiertos por estos programas son los siguientes:

- ▶ Grifos de bajo flujo
- ▶ Sanitarios de descarga ultrabaja
- ▶ Lavadoras de ropa eficientes en edificios de departamentos.

Por ejemplo, en Toronto un programa piloto instaló 16,000 sanitarios de descarga ultrabaja sin costo para el usuario final e hizo un seguimiento del ahorro resultante que fue de

3.6 millones de litros al día. El rastreo de los ahorros continuará en el largo plazo, para asegurar que se mantenga la inversión hecha por la ciudad.

6.4 PROGRAMAS INDUSTRIALES

Muchas de las herramientas que tienen las autoridades municipales del agua para reducir la demanda en los sectores residencial y comercial, también son aplicables al sector industrial. La eficiencia en el uso del agua en el sector industrial también puede mejorarse a través de auditorías de agua, programas de recompensa por capacidad, e incentivos para reutilizar las aguas residuales. Al igual que en los sectores comercial y residencial, la eficiencia en el uso del agua puede incrementarse en el sector industrial a través de programas educativos y de acercamiento a la comunidad, e incentivos de tipo financiero.

Auditorías de agua

Las auditorías del agua pueden ayudar a los clientes más grandes como son los complejos agrícolas, plantas manufactureras, conjuntos de edificios y universidades, a instalar sus propios programas de administración de agua. Por ejemplo, una auditoría de la energía y el agua utilizadas en una fábrica textil en Ecuador identificó medidas para reducir el uso de agua en casi un 25%. Las recomendaciones incluían la reutilización del agua proveniente de los procesos de enjuague y teñido, la optimización del equipo de lavado, la minimización de las operaciones de bombeo de agua y la sustitución de motores de bombas ineficientes. El costo de la instrumentación de estas medidas para ahorrar agua fue de solamente US\$2,652 dólares con un ahorro anual de casi US\$22,000.⁹⁰

En la Tabla 8 en la siguiente página se muestran las medidas de eficiencia industrial comúnmente instrumentadas.

Programas de recompensa por capacidad

Las empresas públicas de servicio de agua que están especialmente conscientes de las cuestiones relacionadas con el suministro de agua, pueden utilizar los programas de recompensa por capacidad de agua para ayudar a inducir el uso eficiente de este insumo en el

Tabla 8: Medidas más comunes de eficiencia de parte de la industria y los negocios⁹¹

<ul style="list-style-type: none"> • Reciclado del agua de procesos • Mejora del equipo y prácticas para sustituir partes • Utilización de técnicas para el uso eficiente del agua doméstica, como sanitarios y urinarios de bajo consumo de agua, aireadores de grifos, regaderas de bajo flujo, etc. • Cambio de prácticas operativas • Ajuste de las descargas de agua de las torres de enfriamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del horario para riego de jardines • Ajuste del equipo • Reparación de fugas • Instalación de toberas rociadoras • Instalación y sustitución de toberas de cierre automático • Apagar el equipo cuando no se esté usando.
--	--

sector industrial. Este tipo de programa paga a las industrias por reducir su demanda de agua en forma significativa y de manera permanente. En la ciudad de Austin, Texas, a todas las industrias se les ofrece un dólar por cada galón (3.8 litros) de agua que reduzcan al día. La empresa municipal de servicio de agua hace un seguimiento del consumo de las industrias participantes y hace verificaciones in situ hasta cinco años después del inicio, para asegurar que se sigan realizando los ahorros de agua. Al hacerlo así, la empresa municipal tiene también ahorros económicos significativos gracias a una reducción en los gastos de capital.

Reutilización de las aguas residuales

El sector industrial es un excelente candidato para que los municipios promuevan la reutilización de las aguas residuales procesadas no potables. Muchos procesos industriales que requieren agua pueden realizarse con agua reprocesada menos costosa, que tal vez no sea potable. Al capturar internamente esta “agua gris” o comprarla de fuentes externas, las industrias pueden tener ahorros utilizando agua más barata; a su vez, las empresas municipales de servicio de agua pueden reducir los costos proporcionando una menor cantidad de agua totalmente procesada y pueden ahorrarse recursos de agua para otros fines.

Un ejemplo de una compañía que recoge sus propias aguas residuales para su reutilización en el proceso, es la compañía de productos alimenticios Borden en Costa Rica. Borden utiliza el agua para enfriamiento y limpieza además de para mover los alimentos a través del proceso de producción. Las aguas residuales resultantes de muchos de estos procesos están lo suficientemente limpias para ser reutilizadas. La compañía Borden invirtió US\$5,000 dólares en la compra e instalación de equipo para

recolectar las aguas residuales del sistema y reutilizarlas para procesos de enfriamiento y actividades de limpieza del edificio. Mediante la instalación de equipo para recolectar el agua, la compañía pudo reducir las compras de agua cruda en un 5%, limitar la descarga de aguas residuales y reducir la compra de productos químicos. El proyecto fue autofinanciable en un período de siete meses.⁹²

El municipio puede representar un papel importante en la facilitación del uso de agua gris, conectando a los compradores potenciales con los interesados. De hecho, en Austin, Texas, se está desarrollando un sistema de tuberías completamente por separado, para que esta agua recuperada sea utilizada para una gran variedad de fines industriales y de riego en toda la ciudad. Este sistema será autofinanciable gracias a una menor demanda de agua potable, costos más bajos del procesamiento de aguas residuales, y una menor necesidad de construir capacidad adicional.

6.5 OPCIONES EN POLÍTICAS

Para promover la eficiencia en el uso del agua, las empresas municipales tienen la opción adicional de cambiar las normas, códigos y estructuras de cobro locales.

Normas y Códigos de Construcción

Los municipios tienen la opción de utilizar los diversos códigos de construcción, plomería y reconversión para mejorar el uso eficiente del agua. Por lo menos, los códigos de construcción y plomería no deben obstaculizar la sustitución de regaderas y grifos para cocina y baño por equipo más eficiente. Como una estrategia más agresiva, un municipio puede promulgar normas para los aparatos electrodomésticos que utilizan agua en los

Caso para estudio: Programa Activo de Control de Fugas de Sydney Water.

Para reducir la demanda de agua, la compañía Sydney Water ha hecho esfuerzos importantes para minimizar las pérdidas en el suministro de agua y reciclar el agua utilizada.

El Programa Activo de Control de Fugas de Sydney Water es un esfuerzo notable: su intención es reducir las fugas del sistema de un 11% estimado a un 8% del suministro total. Se efectuaron estudios sobre las fugas en las zonas de depósitos de agua en Vacluse y Wiley Park, y se tenían programadas seis áreas más de investigación en los años 2000 y 2001. Los estudios piloto descubrieron una serie de pérdidas en el sistema, incluyendo algunas fugas de gran tamaño. Además, una prueba planeada para reducir la presión evaluará el costo-beneficio potencial que representa dicha reducción de presión en la disminución de fugas.

Desde 1994-95, Sydney Water ha aumentado el volumen de agua reutilizada en un 60%, hasta alcanzar aproximadamente 27 millones de litros al día. La mayor parte del agua desviada de la descarga se utiliza en los procesos en plantas de tratamiento de aguas negras. Las aguas residuales recicladas constituyen en la actualidad casi el 80% del agua utilizada en las plantas de tratamiento de Sydney Water. Además, se ha reducido a la mitad la cantidad de agua potable utilizada por las plantas. Asimismo, se espera que varios proyectos de reciclado de agua con clientes industriales grandes en la región de Illawarra y en Kurnell, estén listos para entrar en operación el año 2003. Los contratistas están terminando instalaciones más modernas de tratamiento en la planta de agua reciclada de Sydney en Rouse Hill, para cumplir con los requisitos del Departamento de Salud de New South Wales, que es la dependencia territorial encargada de proteger la salud pública. Con la modernización, la planta de Rouse Hill finalmente suministrará agua reciclada a 100,000 hogares para uso en sanitarios y riego de jardines.

Como un componente del WaterPlan 21, en diciembre de 1999 Sydney Water produjo un plan estratégico a 20 años para el reciclado de agua. WaterPlan 21 es un proyecto para la administración sostenida del agua y las aguas residuales para toda la región de Sydney, Illawarra y Blue Mountains.

Fuente: Sydney Water 2000, "Environmental Impact of Using Energy", (Impacto ambiental del uso de la energía), Annual Environment and Public Health Report 2000 (Informe anual del medio ambiente y la salud pública 2000), www.sydneywater.com.au/html/Environment/enviro_index.htm (Sydney, Australia).

edificios nuevos y los de propiedad del gobierno, y obligar a la reconversión de edificios para lograr una mayor eficiencia en el uso del agua. También pueden formularse requisitos para el diseño de jardines, drenaje y riego en áreas de nuevo desarrollo y espacios públicos.

Precios adecuados y generación de ingresos

Los subsidios al agua pueden ser uno de los más fuertes enemigos para el uso eficiente de este insumo. Primero, cuando se cobra una tarifa menor al costo del agua se manda a los consumidores una señal incorrecta en cuestión de precios; eso hace que los consumidores no aprecien el agua y la desperdicien. Segundo, los precios artificialmente bajos aumentan el tiempo de recuperación de muchos proyectos. Tercero, las tarifas bajas pueden causar que las empresas municipales de servicio de agua tengan recursos limitados para promulgar otras medidas de eficiencia.

Mediante el desarrollo de una estructura de precios que refleje el costo real del agua, se manda a los consumidores la señal correcta acerca del valor del agua y tendrán más interés en aprovechar las oportunidades para su uso eficiente. La experiencia ha demostrado que el desarrollo e instrumentación de políticas adecuadas de precios requiere una consideración cuidadosa, preparación y educación del consumidor. El costo real del uso del agua puede incluir múltiples variables como son agentes químicos, bombeo eléctrico, cargos por demanda en horas pico, tratamiento previo in situ y mano de obra relacionada.⁹³

Los precios también deben incluir los costos ambientales y de capital, y estimular el uso eficiente del agua.⁹⁴

Al asignar los costos en una estructura tarifaria, deberá considerarse el impacto en la cantidad de agua demandada y los ingresos provenientes de diferentes tipos de usuarios. Para determinar un precio adecuado, la empresa puede tratar de

6. Oportunidades de Mejora del Lado de la Demanda

cerciorarse cuál va a ser la reducción del porcentaje de la demanda por un cierto porcentaje de cambio en el precio. Idealmente, una apropiada estructura de precios ayudará a:

- ▶ Satisfacer las demandas de infraestructura y de los sistemas naturales en forma más eficiente
- ▶ Mantener ingresos suficientes y recuperar los costos para la empresa
- ▶ Permitir que los clientes puedan pagar
- ▶ Proporcionar subsidios vitales enfocados a los más pobres, desarrollados en forma transparente y equitativa.

Por ejemplo, la compañía Ghana Water and Sewerage Corporation inició un programa a principios de la década de los 90 para convertir los sistemas de agua en servicios administrados por la comunidad. Sin embargo, tuvieron problemas en el cobro de los pagos en las comunidades rurales más pobres. Debido a que la compañía no podía recuperar los costos, no podía sostenerse el enfoque de administración de parte de la comunidad. Una lección importante de este ejemplo es que es esencial la participación de la comunidad desde el principio. Las sugerencias de la comunidad deben considerarse en todas las decisiones que se realicen sobre los sistemas de agua, los sistemas que se pueden pagar, y dónde deberán instalarse. Esto es especialmente cierto en los lugares en donde los usuarios siguen prácticas

tradicionales, como las zonas rurales o donde los clientes son pobres.⁹⁵

Las reducciones del lado de la demanda ofrecen un mecanismo económico para que las empresas municipales de servicio de agua reduzcan sus costos y mejoren la satisfacción del cliente. Se cuenta con múltiples tecnologías para permitir que el consumidor obtenga un servicio de agua igual o mejor, al mismo tiempo que utiliza una cantidad menor. Muchas veces cuesta

Los subsidios al agua pueden ser los más fuertes enemigos de su uso eficiente. Los precios deben reflejar los costos de producción, ya que si se mandan las señales adecuadas en cuestión de precios se pueden estimular las inversiones en eficiencia.

menos la promoción de estas tecnologías que aumentar la capacidad. Intentando en forma agresiva el logro de reducciones del lado de la demanda, las empresas públicas de servicio de agua estarán en mejor posición de cosechar ahorros del lado del suministro.

7. Conclusión

Para el año 2020 los países en desarrollo alcanzarán al mundo desarrollado al tener a más del 50 por ciento de su población viviendo en centros urbanos.⁹⁶ A medida que la población emigra a las ciudades en números cada vez mayores, la carga de suministrar agua a las crecientes poblaciones urbanas se volverá todavía más crítica para la sustentabilidad y prosperidad de los municipios. Sólo cerca de la mitad de los habitantes urbanos en los países en desarrollo cuenta actualmente con conexiones de agua a sus hogares, y más de una cuarta parte no tiene acceso a agua potable segura.⁹⁷ Además, en muchas ciudades del mundo en desarrollo se pierde más del 50 por ciento del agua bombeada al sistema, incluso antes de que llegue al consumidor.⁹⁸ De la misma manera, muchas ciudades en el mundo en desarrollo registran también una pérdida de agua de más del 20 por ciento, una subutilización de las tecnologías potenciales para el ahorro de energía, y consumidores que constantemente desperdician el agua. Es evidente que las ciudades, tanto en el mundo desarrollado como en el mundo en desarrollo, desperdician energía, agua y recursos financieros debido a la ineficiencia presente en las empresas municipales de servicio de agua tanto públicas como privadas. El presente informe ha descrito las diversas medidas que se pueden tomar con efectividad de costos para mejorar el servicio en forma integral. Muchas de estas acciones las pueden emprender entidades con recursos limitados. Incluso las autoridades municipales más eficientes encargadas del servicio de agua tienen una gran variedad de opciones para maximizar su eficiencia en el suministro de agua. Las empresas de servicio de agua pueden tener más éxito en su búsqueda por la eficiencia, al crear y mejorar la capacidad y las estructuras de



administración para el uso eficiente del agua y la energía. En muchos casos, la creación de un equipo de personas con todos los elementos necesarios, deseosas de considerar integralmente el vínculo existente entre el agua y la energía, como se ha identificado en el concepto Watergy, que es la eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua - puede maximizar las ganancias de eficiencia. Asimismo, al educar a los consumidores, las empresas de servicios de agua pueden mejorar continuamente su contribución al bien común. La capacidad que tienen las empresas municipales de servicio de agua para suministrar agua con efectividad de costos y con eficiencia de recursos, tiene un gran impacto en la calidad de vida de las personas. Al hacer suyas las oportunidades de mejorar la eficiencia en el suministro de agua a costos rentables, pueden ayudar a mejorar y asegurar la calidad de vida de los habitantes de las ciudades para las generaciones futuras.

Compendio de Casos para Estudio

Las empresas municipales de servicios de agua mencionadas en los siguientes casos para estudio, representan organizaciones que se encuentran en etapas diferentes en su avance hacia el establecimiento de estructuras de administración de agua y energía, y el desarrollo de la capacidad institucional correspondiente.

Como se describe anteriormente en este documento, la eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua explica el nexo entre el agua y la energía dentro de las empresas municipales de servicios de agua.

Estos 18 casos para estudio intentan ilustrar la forma en que se está aplicando el concepto de uso eficiente de la energía utilizada en el suministro de agua, en las operaciones diarias de las empresas de servicio de agua alrededor del mundo. Estos casos, de manera conjunta, muestran los muchos atributos que forman el concepto de uso eficiente de la energía utilizada en el suministro de agua. Cada caso para estudio muestra formas innovadoras que han buscado este tipo de empresas para integrar a sus operaciones los conceptos del uso eficiente de la energía utilizada en el suministro de agua. Este compendio incluye a las empresas municipales de servicios de agua de distintas partes del mundo tanto en los países desarrollados como en los menos desarrollados, para ofrecer un amplio espectro de los diferentes enfoques sobre el uso eficiente del agua y la energía. Además, las ciudades varían desde aquéllas que tienen una gran riqueza de recursos, hasta aquéllas que tienen una severa escasez de agua y energía.

Los casos para estudio están divididos en tres secciones bajo los siguientes títulos: eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua, administración del lado de la demanda y administración del lado del suministro. Aun cuando todas las empresas municipales de servicio de agua incluidas en este estudio están instrumentando alguna combinación de actividades para un uso eficiente del agua y la energía, pocas han logrado un nivel claro de co-administración. En la sección sobre eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua se incluyen ejemplos de cinco municipios que han empezado a adoptar con éxito prácticas de equipos de trabajo para

lograr mayor eficiencia. Las dos secciones siguientes describen los municipios que han instrumentado rigurosos programas de eficiencia del lado de la demanda y/o del lado del suministro.

CASOS PARA ESTUDIO

Eficiencia de la Energía Utilizada en el Suministro de Agua

- I. Austin, Estados Unidos
- II. Estocolmo, Suecia
- III. Monterrey, México
- IV. Sydney, Australia
- V. Toronto, Canadá

Administración del Lado de la Demanda

- VI. Medellín, Colombia
- VII. Johannesburgo, Sudáfrica
- VIII. San Diego, Estados Unidos
- IX. Singapur

Administración del Lado del Suministro

- X. Accra, Ghana
- XI. Ahmedabad, India
- XII. Bulawayo, Zimbabwe
- XIII. Columbus, Estados Unidos
- XIV. Fairfield, Estados Unidos
- XV. Fortaleza, Brasil
- XVI. Indore, India
- XVII. Lviv, Ucrania
- XVIII. Pune, India

I. AUSTIN, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA: EFICIENCIA DE LA ENERGÍA UTILIZADA EN EL SUMINISTRO DE AGUA

Temas Principales

- Medición y monitoreo del uso de agua y energía
- Formación del equipo
- Lado de la demanda de agua

City of Austin Water and Wastewater Utility (Empresa de Servicio de Agua y Aguas Residuales de la Ciudad de Austin)

Bill Hoffman

(+1 512) 586-1786

Sitio Web: <www.ci.austin.tx.us/watercon/>

Motivación

La empresa encargada del Servicio de Agua y Aguas Residuales de la ciudad de Austin ha creado una agresiva cultura corporativa para promover cada faceta de la eficiencia de las empresas de servicios de agua. La ciudad de Austin está ubicada en un clima semiárido y está constantemente consciente de tener un suministro limitado de agua y de la necesidad de maximizar el potencial de los recursos con los que actualmente cuenta. Además, en virtud de la topografía montañosa de Austin, la ciudad está tomando medidas del lado del suministro para reducir los costos de energía asociados con el bombeo de agua a su destino final.

Después de varios años de desarrollar e instrumentar programas y proyectos innovadores para mejorar la eficiencia en el uso del agua y energía, existe una fuerte cultura corporativa dedicada a este concepto. La empresa está también consciente de la contaminación atmosférica asociada con el consumo de energía de los sistemas de agua; por lo tanto, ha desarrollado un mecanismo para rastrear contaminantes y para calcular mejor los beneficios adicionales de sus actividades para el uso eficiente del agua.

Resultados Principales

- Desarrolló un sistema de datos muy completo para reportar anualmente avances y éxitos.
- Proporcionó incentivos monetarios para el sector industrial, resultando en ahorros importantes para la ciudad.
- Instaló un sistema de reutilización de agua gris, que ahorrará alrededor de 150 millones de litros por día.

La Tabla 9 presenta las estadísticas ambientales clave del sistema de agua de Austin:

Metodología

Esta empresa de servicio de agua y aguas residuales ha desarrollado un grupo de programas diseñado para estar en contacto directo con sus principales clientes en los sectores industrial, comercial y residencial. Además, hace un enorme esfuerzo para comercializar sus programas para mejorar el uso eficiente del agua, y para educar a los consumidores a quienes se les carga un impuesto adicional del uno por ciento en sus facturas de agua, que se destina a un fondo para apoyar el uso eficiente del agua municipal.

Tabla 9: Contaminación Atmosférica Producida por 1,000 Galones (3,785 Litros) Tratados en Austin, Texas⁹⁹

Contaminación Atmosférica por Uso de Energía para Tratamiento de Agua y Aguas Residuales Basada en la Mezcla de Generación de Energía de Austin					
Contaminante	SO ₂	NO _x	Partículas	CO	CO ₂
Grms/kWh*	1.58	1.22	0.13	0.16	540.0
Grms/1,000 gal (Grms/1,000 liters)	6.2 (1.64)	4.8 (1.27)	0.5 (0.13)	0.6 (0.16)	2,277.3 (601.67)

* Incluye 7 por ciento de pérdida de línea

Sobre el Programa

Medición y Monitoreo

El servicio público de agua de Austin tiene un riguroso programa de monitoreo del uso de energía y del flujo de agua. Al instalar múltiples medidores auxiliares y coordinar la transmisión de información pertinente en forma directa desde los medidores a las cuadrillas que reparan las líneas, Austin ha logrado una tasa impresionante de sólo 8 por ciento de agua desperdiciada.

Asimismo, la empresa de servicio de agua cuenta con un avanzado sistema de monitoreo de consumo de agua que ayuda a enfocar los recursos de sus programas del lado de la demanda. Puede rastrear hasta 30 categorías de usuarios de agua, tales como hospitales y escuelas, lo que permite que el programa de lado de la demanda pueda llevar a cabo una mejor identificación de quiénes son los que más desperdician agua, ya sea haciendo comparaciones a través de sectores o estableciendo marcas de referencia para los clientes dentro de un mismo sector. Por ejemplo, si un hospital está consumiendo mucho más agua que otros hospitales similares, será el primer candidato para una auditoría de consumo de agua.

Para permitir que los administradores y empleados tomen las acciones adecuadas, la empresa de servicio de agua de Austin les proporciona información útil vía correo electrónico. Envía continuamente información a todo el personal designado respecto al bombeo específico, ventas a clientes y desempeño del sistema, información que pueden utilizar para optimizar sus esfuerzos de uso eficiente del agua. Esta información está almacenada en bases de datos de fácil acceso, a las que se puede recurrir para obtener una perspectiva histórica de los esfuerzos realizados para lograr una mayor eficiencia en el uso del agua.

Esfuerzos Innovadores

Programa industrial de Recompensas por Capacidad

La empresa municipal de servicio de agua ofrece al sector industrial un incentivo importante para reducir la demanda de agua industrial a largo plazo. Este incentivo consiste en que la empresa paga un dólar por cada galón (3.8 litros) de reducción diaria en la demanda hasta US\$40,000 dólares por compañía. Las pequeñas y grandes industrias pueden obtener este pago único haciendo mejoras permanentes de eficiencia en sus sistemas. La empresa monitorea continuamente a las compañías para asegurarse que continúen los ahorros de agua e inclusive realiza inspecciones in-situ por un período hasta de 5 años después de su instrumentación inicial.

Uso de Agua Regenerada

Recientemente esta empresa de servicio de agua de Austin aprobó una emisión de bonos municipales que le ha permitido instalar un sistema de bombeo de agua regenerada paralelo al sistema existente de agua potable. Una serie de tubos azules se interconectan a través de la ciudad y suministran agua regenerada más barata a las industrias, a los encargados del riego comercial y a otros usuarios de agua no potable. El sistema está diseñado para reciclar más de 150 millones de litros diarios (aproximadamente 40 millones de galones). Esto reduce enormemente la carga en las fuentes de agua cruda, disminuye costos y gastos de capital para el tratamiento de aguas residuales, y proporciona a los clientes un producto de alta demanda a un precio correcto. La empresa confía en que el sistema sea autofinanciable.



Programas de Descuento en Aparatos Electrodomésticos

Los representantes de las compañías de electricidad y agua de la Ciudad de Austin se reúnen continuamente para coordinar programas y evaluar las metas de programas conjuntos. Con el fin de proporcionar incentivos y alentar a los clientes a ahorrar agua y energía, la ciudad instrumenta un programa conjunto de descuento para la utilización de lavadoras de ropa eficientes en el uso de agua y energía.

Equipo

La empresa municipal de servicio de agua de Austin trabaja con un grupo interdepartamental para administrar los esfuerzos de eficiencia. Para esfuerzos y proyectos específicos, las personas adecuadas de los departamentos correspondientes trabajan en forma conjunta para desarrollar e instrumentar los programas de eficiencia de uso de agua y de energía. Los representantes de varios departamentos se reúnen regularmente para buscar maneras de mejorar la eficiencia de su sistema de bombeo, y se han tomado medidas para instalar equipo eficiente en el uso de energía, como son bombas de fase variable y medidas para limitar el bombeo a horas no pico.

El flujo constante de datos ayuda al equipo a mantener estos esfuerzos en la dirección propuesta y correctamente entrelazados. Los jefes de los departamentos claves se reúnen cuando es necesario para revisar los avances y planear la estrategia para las nuevas medidas. Además, el equipo prepara un informe anual de metas, avances y éxitos. El Consejo de Desarrollo del Servicio de Agua de Texas utiliza este informe en un proceso de planeación y análisis comparativo de estándares de los recursos de agua para todo el estado.

II. ESTOCOLMO, SUECIA: EFICIENCIA DE LA ENERGÍA UTILIZADA EN EL SUMINISTRO DE AGUA

Temas Principales

- Formación del Equipo
- Reducción de la demanda de agua y energía residencial
- Modelo Ecociclo

Proyecto Hammarby Sjöstad

Bernadt Björleinius, Stockholm Water Company
 Líder del Proyecto, Planta de Tratamiento Local de Aguas Negras 1 de Hammarby
 E-mail: berndt.bjorlenius@stockhomvatten.se
 Sitio Web:
 <www.hammarbysjostad.stockholm.se/English/frameset>

Antecedentes

Como parte del programa Medio Ambiente 2000, la ciudad de Estocolmo está llevando a cabo un ambicioso proyecto de reurbanización en diversas áreas de la ciudad. El proyecto fue dividido en tres áreas de la ciudad, una zona nueva y dos ya construidas. Una de las áreas es Hammarby Sjöstad, puerto y área industrial en deterioro que se está transformando en un distrito moderno, residencial, ecológicamente sustentable. Iniciado a principios de 1990, el Proyecto Hammarby Sjöstad se terminará en 2010; en junio de 2001, aproximadamente 200 residentes ya se habían cambiado a esta área residencial.

Metas

Las metas del proyecto incluyen el uso de la mejor tecnología aplicada para el diseño de nuevos edificios con el propósito de reducir en un 50% el impacto ambiental de los mismos (agua, energía, y desechos), en comparación con construcciones normales. El proyecto Hammarby Sjöstad tiene la intención de instalar su propia planta de tratamiento de aguas negras y un sistema local para la recolección combinada de desechos de alimentos. La meta para el componente de agua potable y aguas negras del proyecto es la reducción de un 50 por ciento del uso de agua en departamentos residenciales en comparación con los nuevos departamentos del interior de la ciudad.¹⁰⁰

Motivación

El Proyecto Sjöstad surgió de las metas ambientales a largo plazo de la ciudad de Estocolmo, establecidas en la primavera

Resultados Principales

- Desarrolló un modelo global para la administración de energía, desechos y agua.
- En la instrumentación del proyecto involucró a múltiples interesados del municipio.

de 1995 y aplicables a toda la ciudad. Este proyecto tiene el propósito de minimizar el impacto ambiental con el enfoque de un sistema integral de administración de recursos, incluyendo un estudio de la planeación del uso de suelo y consumo de energía. Tres organizaciones de la ciudad de Estocolmo - Birka Energi, la Compañía de Agua de Estocolmo y la Administración para el Manejo de Desechos de la Ciudad de Estocolmo - desarrollaron conjuntamente un modelo integral para la administración de agua, desechos y energía conocido como el Modelo Hammarby.

Metodología

El Proyecto Sjöstad Hammarby identificará la forma de minimizar el consumo de energía y agua así como la producción de desechos. El proyecto tendrá una planta local de tratamiento de aguas residuales en donde el calor residual (biogás) será extraído del proceso del tratamiento de aguas negras. Para disminuir la carga para esta planta, el agua superficial se limpiará en una planta por separado. Además, la planta de calefacción del distrito producirá energía con un énfasis especial en el uso de combustibles renovables.¹⁰¹

Sobre el Programa

El programa general de administración de agua del Proyecto Hammarby Sjöstad cubre tanto la eficiencia del suministro como de la demanda incluyendo lo siguiente:

- ▶ Estrategias para alentar el uso eficiente del agua por los residentes, incluyendo la promoción de equipo de bajo consumo de agua.
- ▶ Iniciativas de uso eficiente del agua para el tratamiento de aguas negras de la Compañía de Agua de Estocolmo, que se enfocarán en ambos elementos, agua y energía.

Proceso de Desarrollo

Los líderes del equipo del proyecto dividieron los planes de construcción de las plantas de tratamiento en dos fases durante un período de 5 años, empezando en el año 2000. La Fase I consistirá en un proyecto piloto para una planta de tratamiento de aguas negras a pequeña escala. La planta dará servicio a aproximadamente 1,000 personas, usando las mejores tecnologías disponibles. Después de terminar exitosamente la Fase I, el equipo del proyecto iniciará los planes para la construcción de una planta más grande (Fase II). El presupuesto estimado de inversión para este programa de administración de agua es de 21.5 millones de coronas suecas (US\$1.95 millones de dólares).¹⁰²

La estructura administrativa para coordinar los esfuerzos para el uso eficiente del agua y la energía de la planta local de tratamiento de aguas negras se divide en dos grupos principales. El primer equipo, el Comité técnico de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras, está formado por un líder de proyecto de la Compañía de Agua de Estocolmo y un grupo grande de profesionistas que incluye a expertos técnicos de instituciones de investigación, consultores, y contratistas técnicos, que revisan procesos específicos, monitoreo y proyectos secundarios de tecnología de información. Desde marzo de 2001, este comité se ha estado reuniendo mensualmente para revisar su avance en el cumplimiento de las metas del proyecto. El segundo equipo incluye a los vicepresidentes

de las tres organizaciones técnicas que trabajan en el proyecto, Birka Energi, la Compañía del Agua de Estocolmo, y la Administración para el Manejo de Desechos de la Ciudad de Estocolmo. Este equipo es responsable de la implementación general del Modelo Hammarby en lo que respecta al tratamiento de aguas negras, suministro de energía y manejo de desechos sólidos. El equipo se reúne cada dos meses para revisar las recomendaciones establecidas por el Comité técnico.¹⁰³

Monitoreo y Verificación de Ahorros

Durante la vida del proyecto, se establecerán sistemas de monitoreo y verificación a distintos niveles para evaluar su éxito. Debido a la importancia del Análisis del Ciclo de Vida para la fase de desarrollo y evaluación del Proyecto Hammarby Sjöstad, los equipos de administración han diseñado un sistema de medición único para ayudar a evaluar todas las actividades. El Perfil de Carga Ambiental permitirá al equipo evaluar diferentes escenarios respecto al diseño de la infraestructura técnica (agua, calefacción, enfriamiento, alcantarillado y desechos), así como los estilos de vida de los residentes. El Comité directivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Negras ha tomado medidas para construir una estación de monitoreo para medir la composición de las aguas residuales en la planta local de tratamiento de aguas negras. Además, los equipos se encargarán de monitorear los patrones de consumo de agua y energía de los residentes utilizando un sistema de medición individual para cada departamento.

III. MONTERREY, MEXICO: EFICIENCIA DE LA ENERGÍA UTILIZADA EN EL SUMINISTRO DE AGUA

Temas Principales

- Programa efectivo de recuperación de caudales
- Formación de un equipo de trabajo para la eficiencia
- Programas de Lado de la Demanda

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, México

(+52-81-81516900)

Sitio Web: www.sadm.gob.mx

Contacto: Ing. Francisco G. Cantú Ramos

Antecedentes

Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey (SADM), un organismo descentralizado del Gobierno del Estado de Nuevo León, ha tomado varias acciones para implementar proyectos innovadores y mejorar la eficiencia en el uso del agua y energía. SADM sirve a una comunidad de 800,000 mil usuarios, a la que ofrece servicios de suministro de agua potable y drenaje sanitario. SADM es un organismo totalmente autosuficiente y sus recursos dependen enteramente de los recursos que cobra a los usuarios en base a una mejora continua en el servicio.

SADM ha impulsado de manera efectiva una cultura empresarial que induce el desarrollo de programas de ahorro de energía y fomenta la cultura del uso eficiente del agua. Como ciudad tiene la capacidad de tratar el 90 % de sus aguas residuales y ofrece un programa de incentivos para aprovechar el agua tratada residual en procesos industriales y regado de jardines.

En base a la continuidad y alcance de sus programas, ha reducido sus niveles de agua no contabilizada del 38% en 1998 al 13 % en el 2002.

Meta

Una meta principal de SADM es mejorar la eficiencia de sus sistemas operacionales y administrativos para eficientar sus costos operativos. En los últimos 5 años, SADM ha implementado varias medidas para el ahorro de energía y en el 2003 inició un programa más agresivo encaminado a alcanzar aun mejores resultados.

La Gerencia de Producción de SADM ha desarrollado este programa, dando un seguimiento estrecho basado en las facturaciones de energía

Resultados Principales

- Reducción del Índice energético de 1.210 kWh/m³ en el año 2002 a 1.173 kWh/m³ en el 2002, a través de diversos proyectos de eficiencia energética, recuperación de caudales y reuso de agua
- Programa de cultura de agua dinámico y efectivo logrando reducir el consumo por toma de 38.61 a 31.56 m³ / toma
- Autogeneración del 39% de sus requerimientos de energía eléctrica a partir de metano residual

eléctrica y el volumen producido, mejorando la eficiencia de cada equipo especialmente de los conjuntos bomba-motor que generalmente presentan oportunidad de optimización. Las metas del programa incluyen reducir en 14 milésimas de kWh/m³ su índice energético durante 2003 con lo que alcanzaran habrán reducido su índice energético de 1.201 kWh/m³ a 1.160 kWh/m³ desde el inicio del programa en el año 2002.

Motivaciones principales

Existen varias razones para que SADM desarrollara como una actividad prioritaria su programa de eficiencia; por un lado, el alto índice energético en sus sistemas de bombeo derivado de una topografía desfavorable con cotas de altura hasta de 1100 metros sobre el nivel del mar, aunado al incremento en las tarifas eléctricas, han hecho que la facturación energética de SADM ocupara el segundo lugar en sus costos de operación, a pesar de los esfuerzos por mejorar su eficiencia. La tarifa horaria en Nuevo León se incrementó un 22 % del 2002 al 2003. Por otro lado, la amplia cobertura de tratamiento de aguas residuales es un factor que también contribuye de manera importante a estos costos energéticos y constituye otro de los principales factores que motivaron a SADM a tomar acción.

Equipo de Desarrollo y Administración del Programa de Ahorro de Energía

Los ingenieros de la Gerencia de Producción son los que conocen a detalle los equipos y la operación de los mismos, así como el concepto eficiencia. Ellos revisan los parámetros electro-mecánicos, hidráulicos y el registro del consumo de energía eléctrica; para ello cuentan con las estadísticas de facturación eléctrica del suministrador que es la Comisión Federal de Electricidad y sus propios medidores de energía eléctrica, y con estos elementos, ellos pueden definir una línea de referencia comparativa previa a la implementación de acciones. Este equipo cuenta con un excelente apoyo de parte de la Dirección General para la toma de decisiones de acuerdo a resultados de proyectos piloto y la evaluación del tiempo de amortización de las inversiones.

Metodología

La operadora de agua de Monterrey tiene una visión integral y está tomando medidas tanto del lado del suministro y el lado de demanda para reducir los costos de energía asociados con el bombeo de agua a su destino final.

Lado del Suministro

Con una red distribución de 6,580 Km, SADM suministra en promedio 870 millones de litros por día y su cobertura actual en agua potable es de prácticamente el 100 % durante 24 horas. Sus fuentes comprenden 31 % de tipo subterránea y 69 % de tipo superficial, basado fundamentalmente en su gran capacidad de almacenamiento en las presas “El Cuchillo”, “Cerro Prieto” y “La Boca”, aunado a los 143 tanques de regulación y almacenamiento en su sistema de circuito cerrado. El sistema de alcantarillado incluye más de 5,370 Km de tubería alcanzando una cobertura del 96 % del área metropolitana de Monterrey. Para abatir los costos operativos, el equipo selecciona nuevas tecnologías y equipos de alta eficiencia. Para adoptarlas de manera definitiva tienen que seguir un proceso en el que primero se conocen los datos técnicos y costos operativos del equipo existente. El equipo posteriormente se substituye por otro de prueba, que se opera por un período de tiempo razonable (2 a 3 meses)

para valorar las mejoras y bondades obtenidas con relación al original. El personal que compone al equipo de ahorro de energía compara con sus consumos anteriores y determina la viabilidad técnica y económica del proyecto.

Para sus proyectos SADM siempre busca equipo que dé menor pérdida hidráulica, mecánica y eléctrica; busca también aprovechar las bondades de operar con una frecuencia diferente a 60 Hertz (a través de sistemas de velocidad variable) y el desarrollo en conjunto de 2 ó más parámetros para lograr puntos operativos con menor energía y mayor producción. Las inversiones realizadas durante 2001 en nueva tecnología permitieron a SADM un ahorro de 5,709,403 kWh anuales durante 2002.

La tecnología adquirida por SADM cumple con las expectativas de ahorro energético e incluye arrancadores suaves, inversores de frecuencia, motores de alta eficiencia, bombas con interiores de baja fricción y menor desgaste; además de accesorios hidráulicos como válvulas de control y seccionamiento. En 1998, SADM implementó un programa de sectorización para reducir el agua no contabilizada que concluyó a mediados del 2003. Este programa especializado, prácticamente desarrollado por el propio personal del equipo de ahorro de energía, consistió básicamente en delimitar zonas de consumo y ejecutar un procedimiento muy estricto de prueba hidrostática y detección de fugas en usuarios, tuberías y válvulas del sistema, para ello involucran a los propios usuarios durante el periodo de ejecución del procedimiento y de esa forma ubicar y eliminar de manera exacta las fugas físicas del sistema y las tomas clandestinas.

SADM opera un sistema de tratamiento que incluye 3 plantas de tratamiento en el área metropolitana y nueve fuera de ella que cubre el 90 % del agua residual de la Ciudad. En estas SADM también busca continuamente minimizar el consumo de energía y agua. Durante 2001 SADM invirtió 12.16 MDP (millones de pesos) en nueva tecnología con lo que se redujo en un 19.8 % el consumo de energía durante el 2002 en estas plantas. Adicionalmente, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales “Dulces Nombres” remplaceó su sistema de inyección de oxígeno puro por un sistema de inyección de aire (también conocido por SADM como método de “Burbuja Fina”), me-

diente una inversión de 15.17 MDP, permitiendo un ahorro anual de energía de 7 MDP a partir del año 2002, lo que además redundará en una mejora en la eficiencia de tratamiento en términos de costo por metro cúbico tratado.

SADM tiene una planta local de tratamiento de aguas residuales en donde el calor residual (biogás) es extraído del proceso del tratamiento de aguas negras. Cuatro unidades, con una producción de metano de 1,000 kW cada una, producen hasta 39% de la energía requerida por la planta. Una medida cuya inversión resultó altamente rentable.

Lado de la Demanda

SADM ha impulsado importantes reducciones de consumo en el lado de la demanda mediante la implementación exitosa de programas enfocados a cambiar las actitudes de los usuarios y la promoción de una sólida cultura del agua e implementando programas de reuso de agua residual tratada para procesos industriales.

Comunicación y promoción de la cultura del agua

Las principales actividades que han realizado en este sentido incluyen un programa escolar que lleva más de 15 años. Algunas acciones sobresalientes son:

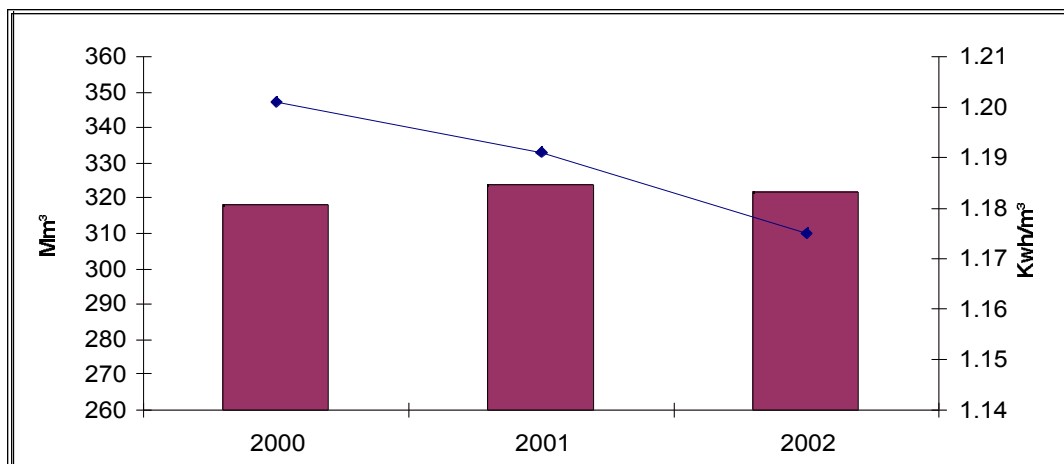
1. El Patrocinio y promoción del Día Mundial del Agua y Semana Estatal del Agua.
2. La distribución de panfletos y artículos promocionales de ahorro en áreas urbanas y rurales.
3. El patrocinio o varias ediciones de "AcuaFuerza" un comic educativo de cultura del agua. En el 2001, se entregaron copias de estas revistas a más de 9,000 estudiantes y profesores.
4. La realización de diagnósticos y dictámenes, cursos de capacitación a usuarios, y pláticas de cultura del agua en varias localidades en comunidades rurales.

La campaña publicitaria y educativa ha tenido un impacto positivo en los hogares. El promedio mensual de consumo por toma era de 38.61 m³ / toma en 1997 y para el 2002 era ya de 31.56 m³ / toma.

Uso de Agua Residual Tratada

Para retirar del Área Metropolitana de Monterrey las aguas residuales, SADM aumentó en 130 Km su red de alcantarillado de su zona metropolitana durante 2001 y con esto aprovechar mejor sus tres plantas de tratamiento de aguas. El agua tratada residual luego se aprovecha en varias áreas industriales, como sistemas de enfriamiento industrial, lavado de equipo y materiales, operación de calderas, generación de energía eléctrica, sistemas de mantenimiento a áreas verdes, y servicios sanitarios.

Figura 1: Suministro Anual de Agua Potable y Energía Eléctrica Requerida (2000 - 2002)



Monitoreo y Verificación de Ahorros

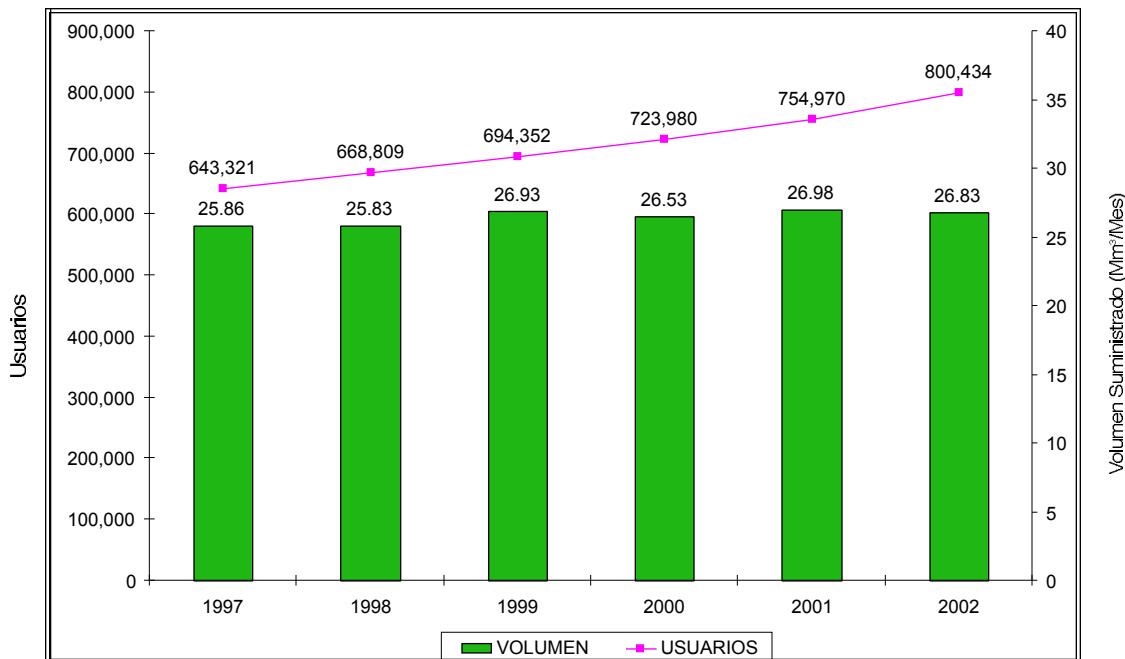
Para definir el éxito del programa, SADM define eficiencia en términos de ahorros de Kwh/m³. SADM analiza los datos de energía valorando solamente la relación energética (Kwh/m³) lo cual los lleva a un costo operativo menor conforme se reduzca este parámetro.

Otro parámetro importante, que además de contribuir a reducir su índice global de consumo energético, permite mejorar su servicio y ampliar el número de usuarios sin incrementar sus costos de bombeo, es el caudal recuperado por su programa de sectorización.

En el Área Metropolitana de Monterrey, entre 1997 y 2002 donde se concluyó el programa de sectorización con 515 sectores en total, se registró un incremento en el número de usuarios en un 17.4%, mientras que el suministro de agua potable sólo se incrementó un 4.3 % respecto al mismo año, lo que representa una mejora sustancial en el manejo eficiente de la red de distribución de agua potable.

Asimismo, la empresa de servicio de agua de Monterrey cuenta con un programa de Reuso del Agua que en el 2002 contó con 71 usuarios que aprovecharon 28 millones metros de cúbicos.

Figura 2: Suministro de Agua Potable vs. Usuarios



IV. SIDNEY, AUSTRALIA: EFICIENCIA DE LA ENERGÍA UTILIZADA EN EL SUMINISTRO DE AGUA

Temas Principales

- Formación del Equipo
- Auditorías de agua y energía
- Campañas educativas
- Lado de la demanda de agua residencial

Sydney Water Corporation

John Petre,
Gerente Corporativo de Planeación
Energética Energética (+61) 2 9350 6720
Sitio web <www.sydneywater.com.au/

Antecedentes

Propiedad del Gobierno de New South Wales en Australia, Sydney Water Corporation (Sydney Water) es proveedor único de los servicios de agua, aguas residuales y parte de aguas pluviales para más de 3.8 millones de personas dentro de la región de Sydney. Sydney Water es también uno de los usuarios de energía más grandes de su región, con un consumo de alrededor de 350 millones de kWh de electricidad por año. Las operaciones de Sydney Water incluyen 10 plantas de filtración de agua, 135 estaciones de bombeo de agua, 656 estaciones de bombeo de aguas negras y 31 plantas de tratamiento de aguas negras.

Meta

En donde los costos lo permiten, la meta de Sydney Water es reducir para el año 2005 el consumo de energía de sus edificios en un 25 por ciento del nivel que tenían en 1995. Sydney Water fija los objetivos de administración de energía en línea con las metas de la Política de Administración de Energía del gobierno de New South Wales.

Motivación

Los aumentos en las normas de calidad ambiental, efluentes y agua potable han incrementado la necesidad de que Sydney Water cuente con un programa de administración de energía. Además, las plantas de tratamiento de aguas negras y filtración de agua recientemente construidas han aumentado la demanda de energía de este servicio público.

Metodología

Sydney Water ha creado el WaterPlan 21 y el Plan Ambiental 2000-05104 como un enfoque

Resultados Principales

- Desarrollo de un amplio plan de eficiencia en el uso de agua del lado de la demanda y del lado del suministro.
- Aportación de 269 dólares australianos en cupones para ayudar a consumidores a tomar medidas de uso eficiente del agua.
- Desarrollo de normas de eficiencia en el uso del agua y etiquetas para certificar la eficiencia energética de aparatos electrodomésticos.

holístico para la administración de agua. El WaterPlan 21 identifica los principales proyectos que serán realizados en los próximos 20 años. Como parte de este esfuerzo general, Sydney Water estableció una política de administración de energía, que establece un marco para un programa corporativo de administración de energía (CEMP, por sus siglas en inglés).

Detalles acerca del Plan

Tema Básico

WaterPlan 21 describe la visión para la administración sustentable de agua y aguas residuales para las regiones de Sydney, Illawarra y Blue Mountains. El WaterPlan 21 incluye proyectos para captar los desbordamientos de aguas negras, manejar los biosólidos e instalar procesos avanzados de tratamiento de aguas negras, como la desinfección ultravioleta. El plan fue diseñado para cumplir con las metas de reducción de la demanda de agua para los años 2004-05 y 2010-11, conforme lo exige la licencia de operación del servicio público (364 y 329 litros por persona al día respectivamente).

Sydney Water está evaluando actualmente establecer metas adicionales de generación y eficiencia en el uso de energía.

El Equipo

Sydney Water estableció un Comité directivo de Administración Corporativa de Energía para desarrollar una estrategia sustentable y para instrumentar su plan de energía. El comité directivo se reúne una vez al mes para evaluar proyectos y estrategias de eficiencia en el uso de energía y está formado por miembros de las unidades ambientales, financieras y de ingeniería. Los miembros del Comité representan a diversas áreas del personal de Sydney Water, lo que permite que todos los miembros del equipo y las unidades de la compañía consideren como algo propio dicha estrategia.

El Proceso de Desarrollo del Plan

El programa general de administración de agua de este plan cubre tanto la eficiencia del suministro como la eficiencia de la demanda atendiendo los dos aspectos siguientes:

- ▶ Estrategias para alentar el uso eficiente del agua por la comunidad
- ▶ Iniciativas para el uso eficiente del agua para las operaciones de suministro de agua y tratamiento de aguas negras de Sidney.

Lado de la demanda

La estrategia de administración comunitaria de Sydney Water se desarrolló usando el enfoque de planeación del costo mínimo. Se están instrumentando los programas con mayor efectividad de costos para alcanzar las metas de la licencia de operación del servicio público. Estos programas incluyen actividades relacionadas con los clientes industriales, comerciales y residenciales. La gama de medidas incluye:

- ▶ Modificaciones a accesorios residenciales para reparación de fugas, cabezales de regaderas y reguladores de flujo
- ▶ Una campaña educativa para los consumidores llamada "Cada Gota Cuenta" a través de su sitio en la red

- ▶ Bonos con un valor de 500 dólares australianos (US\$260) como incentivos para el ahorro de agua
- ▶ Auditorías del consumo de agua en los sectores industriales, comerciales y gubernamentales
- ▶ Programa de descuentos en cabezales de regaderas inteligentes (descuentos para instalación de cabezales de regadera de bajo consumo de agua)
- ▶ Proyecto de monitoreo y modernización de la planta de Monte Victoria para reducir los flujos de aguas residuales
- ▶ Participación en la regulación nacional del uso eficiente del agua, con las siguientes medidas:
 - Normas de rendimiento mínimo para los principales aparatos electrodomésticos que usan agua
 - Planeación de reglamentos y códigos de construcción locales
 - Un esquema de etiquetado y certificación para conservación de agua
 - Restricciones voluntarias al uso exterior de agua.

Lado del Suministro

En 1996-1997 Sydney Water Company publicó su Política de Administración de Energía* e inició un programa formal de administración de energía. Esta política establece el marco de referencia para el programa corporativo de administración de energía (CEMP, por sus siglas en inglés), que incluye medidas de eficiencia para controlar tanto el costo como la cantidad de energía utilizada. Los objetivos de la administración de energía del proyecto CEMP incluyen los siguientes aspectos:

- ▶ Aumentar la eficiencia en el uso de energía de Water Sydney.
- ▶ Reducir el consumo de energía per cápita del propio organismo de servicio público para obtener un resultado ambiental similar
- ▶ Aumentar el porcentaje de energía obtenida de fuentes renovables
- ▶ Aumentar la recuperación y reutilización de energía

* La Política de Administración de Energía se revisó en 1999 para adoptar varios principios claves de la Política de Administración de Energía del Gobierno de New South Wales de 1998.

- ▶ Reducir el impacto ambiental combinado de la cantidad de energía y agua per cápita utilizadas por la empresa, y de otras sustancias y materiales descargados por la misma
- ▶ Realizar esfuerzos coordinados para cumplir con las mejores prácticas de administración de energía en la industria de agua y aguas residuales.

Para ayudar a identificar proyectos potenciales, Sydney Water contrató a auditores independientes para llevar a cabo una auditoría sobre el uso de energía en toda la empresa, así como auditorías detalladas de ingeniería y de los procesos de la planta con mayor consumo de energía. El comité directivo y el auditor externo revisan de manera conjunta las selecciones del proyecto. El comité tiene la autoridad para implementar una amplia gama de programas, como adquisición de energía, es decir, la contratación de electricidad, compras de petróleo, instrumentación de estrategias de conservación de energía y desarrollo de oportunidades para la generación de electricidad renovable (hidroeléctrica y cogeneración).

En los últimos años, casi todos los proyectos de Sydney Water se enfocaban a las estaciones de bombeo de agua y plantas de tratamiento de aguas negras, que representan el 82 por ciento del consumo total de electricidad. Para tener el apoyo de los directivos, los proyectos deben cumplir con una serie de requerimientos que incluyen criterios financieros y ambientales. Algunos excelentes proyectos de oportunidades a corto plazo instrumentados a la fecha ya han tenido rendimientos comerciales relativamente altos. El desafío para Sydney Water se

presentará en los años venideros cuando ciertos proyectos puedan ser más difíciles de justificar si se basan en aspectos puramente económicos.

Sydney Water también llevó a cabo su primera Exposición sobre Administración de Energía (Expo Energía) el 7 de marzo del 2001, con el objetivo de proporcionar información al personal sobre las últimas tecnologías y productos de los proveedores del servicio de energía. La Expo Energía mostró un gran número de iniciativas y proyectos de administración de energía que ya han sido instrumentados en Sydney Water.

Monitoreo y Evaluación de Ahorros

Sydney Water realiza un monitoreo continuo de los programas de administración de la demanda de agua y energía. Conforme obtiene resultados, modifica las medidas para ayudar a asegurar reducciones en la demanda de agua y energía al menor costo. Algunos de los indicadores para monitorear el avance en el consumo de energía de una planta son:

- ▶ Consumo de electricidad per cápita por operación
- ▶ Electricidad consumida por unidad entregada de servicio
- ▶ Gases de invernadero generados tanto directa como indirectamente por el consumo de energía.

El documento Sydney Water Towards Sustainability (Sydney Water Hacia la Sustentabilidad) y el Sydney Water Annual Report 2001 (Informe Anual de Sydney Water 2001) reportan los avances respecto a estos indicadores.¹⁰⁵

V. TORONTO, CANADA: EFICIENCIA DE LA ENERGÍA UTILIZADA EN EL SUMINISTRO DE AGUA

Temas Principales

- Formación del Equipo
- Monitoreo y Medición Agua
- Proyectos piloto para reducción de fugas

Contactos: Empresa del Servicio Público de Agua de Toronto

Joe Boccia, (+1 416) 397-0952), lado del suministro
E-mail: jboccia@city.toronto.on.ca

Len Lipp, lado del suministro: sistema de automatización
LLipp@city.toronto.on.ca
Roman Kaszczij, (+ 1 416) 392-4967, lado de la demanda
Correo e.: roman_kaszczij@city.toronto.on.ca
Tracy Korovesi, (+ 1 416) 392-8834, lado de la demanda
E-mail: Tracy_Korovesi@metrodesk.metrotor.on.ca
Sitio web: www.city.toronto.on.ca/water

Meta

Toronto espera lograr una reducción pico del 15 por ciento en el tratamiento de aguas residuales y de la demanda de agua para el año 2015 (adoptada por el Consejo de la Ciudad). Esto se traduce en una reducción de 220 millones de litros por día, o la misma cantidad de agua usada diariamente por 525,000 personas.

Motivación

La mayor demanda debido al crecimiento de la población va a sobrepasar la capacidad actual de infraestructura, a la tasa actual de consumo, en los próximos 10 a 15 años. Al reducir las necesidades de agua per cápita a través de eficiencias en el lado del suministro y de la demanda se pospondrá o eliminará la necesidad de realizar grandes inversiones en nuevas instalaciones de agua.

Metodología

El objetivo de Toronto para sus programas de uso eficiente del agua es crear e instrumentar un plan de administración para el uso eficiente del agua con el fin de cubrir sus metas de agua de en una manera fácil de instrumentar, socialmente aceptable y con efectividad de costos.

Detalles del Programa

Tema Básico

El plan propuesto para la eficiencia del servicio público de agua es, ante todo, un programa del lado de la demanda, pero también incluye algunas mejoras en la

Resultados Principales

- El programa piloto instaló 16,000 sanitarios con consumo de agua ultrabajo y rastreó ahorros de 3.6 millones de litros por día.
- Creó un equipo multidisciplinario para el uso eficiente del agua.

eficiencia del lado del suministro, recomendadas como las mejores prácticas. Ello incluye un esfuerzo importante en la reducción de fugas que tiene como objetivo reducir 30 de los 120 millones de litros al día actuales. Además, el plan está enlazado a un programa distinto (conocido como el "Programa de Mejores Prácticas en Obras Públicas") concentrado en las eficiencias del lado del suministro.

Equipo de Desarrollo y Administración

Una empresa consultora trabajando conjuntamente con el personal del Departamento de Emergencia y Obras Públicas de Toronto empezó realizando un análisis de las oportunidades para mejorar la eficiencia. Para facilitar este proceso, formó un equipo a cargo del proyecto integrado por personal de distintas divisiones del departamento: Control de Calidad y Planeación de Sistemas, Suministro de Agua, y Servicios Ambientales y Control de Contaminación de Agua. Otras divisiones han sido consultadas para el desarrollo de este plan y serán parte del proceso de revisión. Estos grupos incluyen al Departamento de Planeación, la Oficina para el Uso Eficiente de Energía, Departamento de Recreación y Parques, y la Oficina de Desarrollo Económico. Durante el

proceso de revisión se establecerán dos comités, un Comité Público de Revisión del Uso Eficiente del Agua, integrado por grupos de interés público, y un Comité de Revisión de Grupos Similares, integrado por especialistas en el uso eficiente del agua que trabajan en municipios aledaños.

Proceso de Desarrollo

Originalmente se consideraron setenta medidas de otras ciudades para incluirse en el plan. Después de una revisión inicial para la selección de las medidas más significativas para las condiciones de Toronto y el alcance del plan, fueron 23 las seleccionadas para ser consideradas con mayor cuidado. Se desarrolló un perfil de cada medida para documentar los efectos de su implementación en otras ciudades. Además, el equipo de revisión seleccionó siete medidas basadas en criterios como; viabilidad técnica, aplicabilidad y aceptabilidad social. Las siete medidas de eficiencia seleccionadas tienen un costo estimado de sólo una tercera parte del costo de construir capacidad adicional comparable. Los proyectos piloto han puesto a prueba algunas de estas medidas, proceso que es crítico para verificar costos del programa, resultados y aceptabilidad social. Algunas soluciones críticas bajo consideración para áreas residenciales incluyen rebajas en sanitarios de bajo consumo de agua, promoción de lavadoras de ropa horizontales, y reducciones en riego de jardines en horas pico durante el verano. Además, el servicio público de agua está intentando desarrollar un programa de recompensas para el sector industrial, que proporcionaría a las compañías un incentivo de US\$0.20 por litro para realizar la reingeniería de procesos industriales con el fin de reducir la demanda de agua.

Monitoreo y Evaluación de Ahorros

El rastreo de los ahorros se ha considerado crítico para el éxito final del programa. En la fase piloto se desarrollaron y perfeccionaron las metodologías de rastreo y recopilación de datos para contar con un estudio preciso de los ahorros. Revisar las facturas de consumo de

agua y la lectura de los medidores en forma regular en las áreas de instrumentación del proyecto, identificará los ahorros iniciales logrados. Se espera que esta información aliente a los consumidores a seguir ahorrando agua mientras conservan el beneficio deseado; por ejemplo, un programa piloto instaló 16,000 sanitarios de ultra bajo consumo de agua y rastreó ahorros de 3.6 millones de litros diarios. El seguimiento de los ahorros continuará a largo plazo para estimular a la ciudad a mantener su inversión.

Mejores Prácticas de Administración

De la misma manera, el plan recomienda un grupo independiente de mejores prácticas, que incluyen:

- ▶ Lectura automática de medidores
- ▶ Calibración de medidores
- ▶ Medición universal
- ▶ Rehabilitación de los principales cabezales de tubería
- ▶ Acercamiento y campañas educativas para el público en general

Programa de las Mejores Prácticas en Obras Públicas

La ciudad de Toronto está intentando activamente mejorar la eficiencia operativa en sus operaciones de oferta. Una auditoría de todo el sistema realizada en los primeros años de la década los 90, dio lugar a que la administración de la empresa pública de servicio de agua reconociera oportunidades importantes para llevar a cabo mejoras en la eficiencia e iniciara el "Programa de las Mejores Prácticas en Obras Públicas".

Estructura Administrativa

Para aprovechar estas oportunidades, la empresa de servicios de agua renovó su estructura administrativa para delegar facultades a los trabajadores de línea con el fin de maximizar la eficiencia en sus operaciones. Las instalaciones fueron divididas en áreas geográficas específicas que son administradas en forma de unidades de negocios por un equipo del personal de línea. Los equipos se reúnen diariamente para discutir estrategias de mantenimiento y operación. Los

supervisores de los equipos son los encargados de la vigilancia y se reúnen regularmente para discutir la colaboración entre equipos sobre proyectos de eficiencia. Esta estructura de equipos ha ayudado a optimizar el desempeño operativo y proporciona una respuesta más rápida para corregir ineficiencias. Actualmente la capacitación de personal está dirigida a ayudar a organizar las reuniones de equipos y para identificar necesidades de información crítica.

Sistema de Datos Automatizado

Como parte del proceso para delegar facultades a los trabajadores con el propósito de mejorar la eficiencia, el servicio público de agua ha invertido en un sistema de software de control de procesos y medición integrada.* Entre otras cosas, el sistema ayuda a analizar las operaciones, identifica oportunidades de eficiencia, proporciona información crítica para que el personal de línea optimice el desempeño de los sistemas, y mantiene un inventario de equipo y refacciones. Cuando el sistema sea totalmente funcional, permitirá a los operadores optimizar el desempeño del equipo al comparar, en tiempo real, las eficiencias de las operaciones bajo diversas condiciones con el fin de determinar las especificaciones ideales de operación.

En muchos casos, los operadores recurren a su intuición para instalar el equipo. Con el nuevo sistema, los analistas de datos podrán dar al personal de línea información clave diaria para mejorar el rendimiento operativo. Además, el sistema de software ayudará al personal de mantenimiento a identificar áreas problema y programar reparaciones o cambios de piezas más eficientemente. El paquete de software "Administración de Obras Públicas" también identificará equipo con problemas y comparará las diferentes soluciones de tecnología para mejorar su desempeño.

Con la nueva estructura de administración y las herramientas de datos, la empresa del servicio público de agua de Toronto está emprendiendo un análisis global de los sistemas para descubrir oportunidades adicionales para mejorar la eficiencia en el manejo del agua y la energía. Por ejemplo, ha analizado los ahorros en costos de electricidad bombeando en la noche más agua a los depósitos alimentados por gravedad, y apagando el equipo para mantenimiento durante el día para reducir la carga pico de electricidad. En el futuro, esta empresa buscará mejorar el uso de medición auxiliar para obtener mejor información sobre el desempeño de diversos sistemas y equipos.

* Para obtener una lista de herramientas de optimización de bombeo de agua, favor de referirse al apéndice B.

VI. MEDELLÍN, COLOMBIA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DE LA DEMANDA

Temas Principales

- Campañas educativas
- Demanda de agua residencial
- Demanda de agua industrial
- Mejoras al equipo de agua y energía

Empresas Públicas de Medellín

Subgerencia Acueducto
(+57) 4 380 4540,
E-mail: jherrera@eeppm.com
Sitio web: www.eeppm.com

Antecedentes

Las Empresas Públicas de Medellín (EEPPM) proporcionan servicios de agua a más de 747,000 consumidores en la ciudad de Medellín, Colombia. La EEPPM produce cerca de 8.8 m³ de agua por segundo en diez plantas de agua potable y una planta de tratamiento de agua.

Motivación

EEPPM desarrolló un programa diseñado para retrasar la inversión en proyectos de expansión, evitar suministros insuficientes de agua en el futuro, mejorar la imagen corporativa, y reducir las ventas de agua subsidiada a diferentes niveles socioeconómicos. El otorgamiento de concesiones para el servicio público de agua está condicionado al cumplimiento con algunos requerimientos legales que incluyen emprender campañas educativas para el uso eficiente y reducir el desperdicio de agua.

Sobre el Programa

A partir de los años 80, EEPPM ha estado instrumentado actividades sobre el lado de la demanda de agua para programas industriales y residenciales, como campañas educativas y programas de prevención de fugas de agua. En julio de 1995 se amplió significativamente el alcance de sus programas educativos para promover el uso racional de agua y energía. La intención del programa era controlar y minimizar pérdidas en los sectores residenciales, comerciales e industriales en Medellín. EEPPM dirigió sus programas residenciales a los niños, adolescentes, amas de casa y jefes de familia.

Resultados Principales

- Redujo el uso promedio de agua residencial un 3 por ciento anual en un período de diez años.
- Desarrolló un sistema de monitoreo y medición para ayudar a asignar prioridades a las mejoras.
- Creó un equipo de administración de energía.

Objetivos

El principal objetivo del programa educativo es lograr que los usuarios de agua conozcan y aprecien lo que significa el uso adecuado de los recursos de agua y energía. El programa también tiene la intención de promover acciones que lleven a cambios de hábitos, mantenimiento de la instalación, sustituciones de energía, mejorar la eficiencia del equipo, y reducir las pérdidas.

Plan de Trabajo

El plan de trabajo para lograr reducciones del lado de la demanda se centró en tres grupos: niños y adolescentes, amas de casa y jefes de familia, y los sectores de la industria y del agua.

Niños y Adolescentes

EEPPM inició un proyecto piloto dirigido a 2,500 estudiantes del cuarto año de primaria en 50 escuelas. El objetivo general de los programas de educación formal fue promover:

- ▶ El uso racional del agua
- ▶ El uso consciente de los servicios públicos
- ▶ El mantenimiento de los servicios
- ▶ La evaluación precisa de los servicios
- ▶ El uso legal del agua.

Las actividades incluyeron visitas de campo a cuencas de captación, talleres con los padres, proyectos para ser desarrollados en casa, y preparación de un manual sobre eficiencia en el uso del agua para consumidores. También se desarrollaron materiales de enseñanza, como videos y juegos educativos como guía para los maestros. EEPPM llevó sus actividades aún más lejos filmando miniseries para televisión de 12 segmentos dirigidas a niños en edad escolar con el propósito de reforzar los conceptos y metas establecidas en los programas escolares. En múltiples sesiones de media hora llevadas a cabo en diferentes ubicaciones de EEPPM, los niños recibieron clases sobre los valores ambientales y las inversiones realizadas por la empresa para producir y distribuir agua y energía.

Amas de Casa y Jefes de Familia

EEPPM inició diversas campañas a través de los medios de comunicación y de información al público para ayudar a cambiar los hábitos de consumo y reducir la pérdida de agua. La campaña de publicidad se enfocó en los problemas económicos colectivos e individuales relacionados con el desperdicio del agua y la energía. Por medio de esta campaña se proporcionaron instrucciones específicas para el uso racional de estos recursos. La campaña incluyó anuncios en radio y televisión, publicidad en las estaciones del metro, y la impresión de folletos destacando los beneficios del uso racional del agua y la energía, así como

describiendo los problemas legales que confrontan las personas que roban agua.

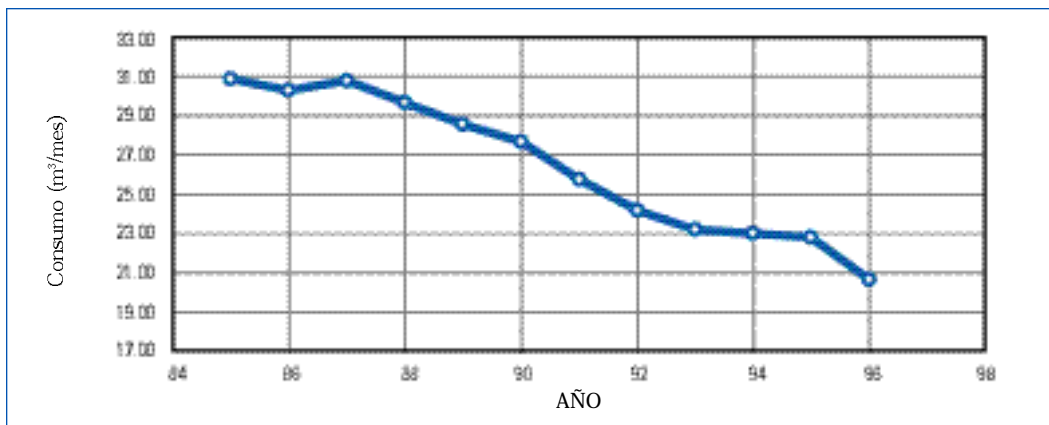
Sector Comercial e Industrial

EEPPM se comunicó con el sector industrial sobre el tema de la reducción de pérdidas de agua y el uso eficiente de la misma, impartiendo una serie de talleres de capacitación. Estos talleres fueron diseñados para educar al sector industrial sobre el valor de reducir el desperdicio de agua y para proporcionar estrategias en la búsqueda de mejoras.

Resultados del Programa Educativo

Como se muestra en la Figura 3, el nivel promedio de consumo de agua residencial en la década pasada ha disminuido a una tasa del 3 por ciento anual, debido en parte a las campañas para crear conciencia en el uso del agua que fueron desarrolladas por EEPPM. Estas campañas ayudaron a convencer a los consumidores a "pagar por el servicio, no por el desperdicio". La reducción en la demanda de consumo de agua ha tenido efectos positivos en los ingresos de la empresa de servicios de agua en lo que se refiere a ventas de agua potable. Los programas de prevención de pérdida de agua instrumentados de manera continua han dado como resultado una reducción en el consumo de agua no facturada del 42.15 por ciento en 1985 al 32.95 por ciento en 1996. Dichos programas han confirmado también que el robo

Figura 3: Niveles de Consumo Residencial Promedio de las Empresas Públicas de Medellín



de agua, las fugas internas, y el mal estado de grifos y accesorios contribuyen de manera importante a aumentar la cantidad de consumo no facturado de agua.

*Equipo de Administración de Energía*¹⁰⁶

EEPPM también ha invertido fondos para reducir la demanda de energía para sus operaciones de uso de agua. En 1999 la empresa formó un equipo para rastrear su uso de energía relacionado con el agua. Un gerente operativo encabeza al grupo formado por ingenieros mecánicos, eléctricos y civiles, así como técnicos y operadores familiarizados con la operación de equipo y energía. El equipo es responsable de analizar y establecer prioridades en las oportunidades para desarrollar actividades de eficiencia en el uso de la energía en varias de sus plantas de agua y de tratamiento de aguas residuales, que consumen hasta 146 GWh/anuales.

La empresa ha instalado un sistema computarizado de monitoreo de datos, el Sistema SCADA (sistema de telemetría y telecontrol del acueducto), para ayudarles a administrar todos los datos operativos. El equipo revisa los reportes

mensuales que contienen información sobre diversos criterios, incluyendo la "energía consumida" y "fluctuación de kWh/m³ durante determinados períodos de tiempo". Después de analizar los datos, el equipo identifica las plantas más ineficientes y recomienda medidas correctivas. Las acciones tomadas a la fecha han incluido desde instalar capacitores para reducir multas por factores de potencia, hasta establecer sistemas de administración para reducir el nivel de operación de los motores durante las horas pico. También ha tomado medidas para asegurar el tamaño adecuado de las tuberías y la precisión del equipo de medición. Estas actividades, en parte financiadas por recursos de la compañía o a través de créditos bancarios multilaterales, han dado como resultado importantes ahorros de energía para la compañía.

Entre el año 1999 y 2000 EEPPM realizó aproximadamente un ahorro de 2,185,360 kwh en los bombeos de agua cruda y tratada.

VII. JOHANNESBURGO, SUDÁFRICA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DE LA DEMANDA

Temas Principales

- Campañas educativas
- Programas de consumidores
- Lado de la demanda residencial

Rand Water

Karin Louwrens, Gerente de Comercialización Marca, Water Wise
E-mail: klouwren@randwater.co.za
Grant Pearson, Oficina de Educación para la Calidad de Agua
(+27) 11 682 0289
Sitio Web: <www.waterwise.co.za/

Antecedentes

Rand Water, con oficina matriz en Gauteng, Johannesburgo, es una ONG no lucrativa que suministra grandes volúmenes de agua potable a las autoridades locales. En promedio, Rand Water suministra más de 2,800 millones de litros de agua diarios a más de nueve millones de personas en un área de suministro de 18,000 km². Las autoridades locales son responsables de la instalación y mantenimiento de los medidores de agua en las casas particulares.

Motivación/Impulsores

En un ambiente en donde la demanda es alta y el agua es escasa, Rand Water desea reducir el desperdicio de agua educando y creando conciencia sobre el valor del agua en los más de diez millones de consumidores residenciales, comerciales e industriales y dándoles las herramientas para usarla de manera prudente. Sudáfrica tiene menos de 1,700 m³ de agua por persona por año, lo que lo clasifica como un país con grave escasez de agua.

Sobre el Programa

Concepto

Hace más de 3 años, Rand Water empezó a invertir en un programa de conservación de agua llamado "Water Wise" (Uso inteligente del agua) para resolver los problemas de escasez de agua. Rand Water ha invertido millones de rands sudafricanos en este programa, y después de 3 años los

Resultados Principales

- Ahorró 195 millones de litros de agua y US\$250,000 dólares anuales como resultado de un proyecto de cuatro meses de auditorías del servicio de agua.
- Desarrolló un proyecto de demostración de la tecnología sobre el uso eficiente del agua, que significó un ahorro de más de 25 millones de litros de agua, y US\$22,000 dólares.

administradores han observado una mayor conciencia de la comunidad sobre el uso del agua. Bajo la bandera de Water Wise, Rand Water se ha enfocado a los beneficios recreativos y financieros que los consumidores pueden lograr al convertirse en ciudadanos "Water Wise".

Áreas del Programa

Algunas de las iniciativas de agua que Rand Water ha llevado a cabo con el apoyo de las comunidades y consejos locales, incluyen:

- ▶ Concientización de la comunidad y programas educativos, que ayuden a los consumidores y a los gobiernos locales a reducir los costos del agua arreglando fugas y promoviendo dispositivos de ahorros de agua, como los sanitarios de doble descarga y cabezales de regadera con aireación.
- ▶ Foros de discusión con la comunidad, que educan a los consumidores sobre temas del ambiente, jardinería y manejo del ciclo de agua.
- ▶ Un programa de conservación de agua para escuelas, que proporciona a los maestros planes de estudio y material sobre aguas residuales* con mapas tipo caricaturas

educativas, práctica de actividades y una herramienta de medición de aguas residuales

- Un sitio en la web de educación sobre conservación de agua diseñado para ayudar a los consumidores a ahorrar agua en casas y jardines, y reportar fugas a los consejos municipales.

Metodología y Resultados del Programa

Todos los aspectos de la campaña Water Wise han recibido una cobertura amplia y favorable de los medios de comunicación, que le han ayudado a fortalecer la imagen de Rand Water como una organización accesible y activa en los suburbios. La campaña ha ganado muchos premios de exposiciones y publicidad de la industria. Además, los miembros de la comunidad consideran el programa Water Wise como un ejemplo líder y fuente de conocimiento en el campo de la conservación de agua. Los proyectos para arreglar grifos y tuberías de agua con fugas con la ayuda de los residentes del lugar, han permitido que Rand Water ahorre cantidades importantes de agua en los últimos años y como resultado, han significado grandes ahorros para los residentes.

A continuación se presentan detalles de tres proyectos que Water Wise llevó a cabo recientemente:

1. A través del proyecto Water Wise más significativo a la fecha, Rand Water cooperó con Eskom (el único proveedor de electricidad en Sudáfrica) para convertir All-Africa Games Village (Villa de Juegos de Toda el África) en Alexandra, Johannesburgo, en una exhibición de la eficiencia en el uso del agua y la energía. Esto significó la instalación de características específicas como sanitarios de doble descarga, cabezales de regadera de alta eficiencia, llaves de lavabos de bajo flujo, y la colocación estratégica de los calentadores de agua para reducir el desperdicio de agua mientras se espera que el agua de la llave se caliente. Como resultado, se obtuvo un ahorro total de consumo de agua residencial de cerca de

175,000 rands sudafricanos (US\$22,000 dólares) al año, equivalente a la conservación de alrededor de 25 millones de litros de agua. Los instructores de Water Wise visitaron las casas para identificar y explicar las características y diseños del uso eficiente del agua. También se informó a sus ocupantes la forma de iniciar un jardín Water Wise que podría mejorar sus estilos de vida con ahorros significativos, y aumentar el valor de sus propiedades.

2. Un proyecto piloto de cuatro meses de auditoría del servicio de agua llevado a cabo en el municipio de Thokoza, dio como resultado ahorros de 195 millones de litros de agua y dos millones de rands sudafricanos (US\$250,000 dólares) anuales para cerca de 2,000 propietarios de casa. Durante ese tiempo, 24 hombres de negocios del municipio recibieron capacitación en habilidades básicas de plomería, permitiéndoles seguir operando sus pequeños negocios.
3. Se han establecido siete Centros de Jardinería Water Wise en asociación con viveros. Todos los empleados de primera línea de los centros recibieron capacitación sobre la forma de mantener los jardines de Water Wise y ayudaron a crear jardines de exhibición para clientes dedicados a exposiciones.

"El objetivo del proyecto Water Wise es transmitir a los consumidores la importancia de la conservación de agua en la forma que sea más atractiva y motivadora. En vez de advertir a los consumidores que volverán a repetirse las sequías devastadoras sufridas en el pasado, Rand Water está promoviendo el aprendizaje basado en experiencias utilizando su proyecto de jardinería Water Wise. El proyecto se ha ido fortaleciendo cada vez más al mostrar a la gente cómo tener jardines eficientes en el uso de agua, al mismo tiempo que aumentan su belleza y atractivo con el uso de la flora autóctona".¹⁰⁷

* El Material del Educador "Wastewater: The Untold Story" (Aguas Residuales: La Historia No Contada) de Water Wise, incluye dos pósters educativos llamados "H2O: Heights to Homes to Oceans" (H₂O: De las Alturas a los Hogares, a los Océanos) y "How is Wastewater Cleaned?" (¿Cómo se limpian las Aguas Residuales?)

VIII. SAN DIEGO, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DE LA DEMANDA

Temas Principales

- Mejoras al equipo de agua y energía
- Fuentes alternas de energía
- Formación del equipo
- Monitoreo y medición de agua y energía

San Diego Metropolitan Wastewater Department

(Departamento Metropolitano de Aguas Residuales de San Diego)

Michael Scahill, Jefe de Información Pública
(+ 1 858) 292 6415

Jesse Pagliaro, Presidente del Comité de Energía
(+1 619) 221 8728

E-mail: j3p@sdcity.sannet.gov

Sitio web: <www.sannet.gov/mwwd/>

Meta

El Departamento Metropolitano de Aguas Residuales de San Diego ha realizado un plan estratégico de once años para prepararse para situaciones futuras sobre el uso de energía en California. Una de las metas del plan es reducir por lo menos en un 7 por ciento la energía consumida en las instalaciones del departamento de aguas residuales.

Resultados Principales

- Estableció un comité de energía
- Desarrolló un plan estratégico, que establece una meta de reducción de energía del 7 por ciento en las plantas de tratamiento de aguas residuales
- Empezó programas de regeneración de agua para riego de jardines ornamentales y de procesos industriales

Motivación

Muchas de las tuberías de transmisión y de las instalaciones principales de tratamiento de aguas residuales de la ciudad construidas a principios de los años 60, necesitan rehabilitarse y renovarse después de más de 35 años de uso. Con el fin de mejorar y fortalecer el sistema para satisfacer la creciente demanda, la ciudad de San Diego emprendió un importante programa de construcción. Actualmente San Diego importa alrededor del 90 por ciento del agua que consume desde el norte de California y del Río Colorado, el que también suministra a otros estados. Una mayor presión política de otros estados se ha traducido en una reducción en la cantidad de agua importada.

Sobre el Programa

Tema Básico

El Departamento está intentando maximizar su eficiencia en el uso del agua y la energía a través de:

- ▶ Mejoras a las instalaciones
- ▶ Regeneración de agua para riego de jardines panorámicos y procesos industriales
- ▶ Producción de biosólidos
- ▶ Cogeneración

Actividades del Lado de la Demanda

Para reducir su dependencia del agua importada de otros estados y reducir la cantidad de aguas negras descargadas en el océano, el Departamento está instrumentando un programa intensivo del lado de la demanda de agua. En primer lugar, la ciudad ha construido plantas de regeneración de agua para tratar y desinfectar aguas residuales a un alto grado para otros usos en los que no se necesita agua potable. Una de sus plantas trata hasta 30 millones de galones de aguas residuales al día. Después, el Departamento vende el agua de bajo costo a los clientes para uso en jardinería panorámica, riego y propósitos agrícolas e industriales. La tubería y equipo usados en el

Metodología

San Diego ha establecido una variedad de medidas del lado del suministro para ayudar a mejorar la eficiencia en el uso de la energía y mantener los sistemas de la instalación para salvar la ecología local y mejorar el servicio a clientes. Además, el Departamento Metropolitano de Aguas Residuales de San Diego ha empezado a tomar una serie de medidas del lado de la demanda, como la reutilización del agua, para ayudar a reducir las importaciones.



proceso de agua regenerada están marcados especialmente o tienen un código de color morado para distinguir las tuberías de agua potable de las tuberías de agua regenerada. En segundo lugar, el Departamento ha instalado un sistema de alarma de medición de flujo con 96 mecanismos de detección para minimizar derrames de aguas negras no detectadas.

Actividades Del Lado del Suministro

El Departamento Metropolitano de Aguas Residuales de San Diego ha terminado un plan integral de conservación de energía y al mismo tiempo ha adquirido un compromiso ineludible para reducir el consumo de energía. Los sistemas de generación de energía in-situ son un elemento importante para lograr las metas del plan. El Departamento ha instalado sistemas de cogeneración en varias plantas en donde usa metano de la producción in-situ y de los rellenos sanitarios cercanos para alimentar a los generadores que requieren sus operaciones. Así, estas plantas autosuficientes en generación de energía pueden vender la electricidad sobrante a las empresas de servicios públicos de electricidad. Por ejemplo, durante el año fiscal 2000, una planta de aguas residuales ahorró a la ciudad más de US\$500,000 dólares en costos de energía para operar la instalación, al mismo tiempo que ganaba US\$400,000 dólares por ventas de energía excedente a la red de energía.¹⁰⁸

Equipo de Desarrollo y Administración

El Departamento ha establecido un Comité de Energía para concentrarse en la reducción de

los costos de energía y ayudar a proteger la ecología del sur de California, participando en el Grupo de Trabajo de Mantenimiento del Alcantarillado del Cañón. Este grupo de trabajo está desarrollando una política a nivel ciudad para operar, mantener y tener acceso al sistema de recolección de aguas negras de San Diego.

El grupo central del Comité de Energía se reúne bimestralmente para discutir y definir la estrategia para instrumentar los diversos elementos del plan de energía. El grupo incluye a ingenieros, gerentes de programa, personal de las instalaciones de operación, y a otros participantes de las plantas. Por otro lado, el Grupo de Trabajo de Mantenimiento del Alcantarillado del Cañón ha estado reuniéndose desde junio del 2000. El grupo de trabajo está formado por representantes de la ciudad de San Diego, otras entidades gubernamentales, organizaciones comunitarias y ambientales, y grupos comunitarios de toda la ciudad. El Comité de Energía prepara informes mensuales y dirige auditorías específicas del servicio de agua. Después de discutir los planes, el comité debe llegar a un consenso sobre los proyectos de energía, concesiones y prioridades. Los administradores de las plantas pueden autorizar los proyectos que estén dentro de sus presupuestos y envían al subdirector aquellos proyectos cuyo costo sea mayor al de sus presupuestos.

IX. SINGAPUR : ADMINISTRACIÓN DEL LADO DE LA DEMANDA

Temas Principales

- Monitoreo y medición del agua y la energía
- Programas de control de fugas
- Campañas educativas del lado de la demanda de agua
- Mejoras al equipo de agua y energía

Contactos del Public Utilities Board

(Consejo de Empresas de Servicios Públicos)
 Ng Han Tong, Ingeniero Senior, Conservación e Inspección
 E-mail: ng_han_tong@pub.gov.sg
 Sitio web: <www.pub.gov.sg/ce.html/>

Antecedentes

El Public Utilities Board (Consejo de Empresas de Servicios Públicos), la autoridad nacional encargada del agua en Singapur, es responsable de proporcionar un suministro confiable y adecuado de agua potable. El sistema de suministro de agua que maneja comprende 14 depósitos de agua cruda, seis plantas de tratamiento de agua, 14 depósitos de almacenamiento, y alrededor de 4,800 kilómetros de tubería. En el año 2000, el Consejo dio servicio a más de cuatro millones de personas y obtuvo ventas promedio de 1.24 millones de m³ de agua al día.

Motivación

Debido a que Singapur es una isla pequeña y tiene recursos naturales limitados, incluyendo el agua, ha establecido la administración del agua como una de sus prioridades. Los rápidos desarrollos industriales, económicos y sociales que han tenido lugar en Singapur han llevado a un fuerte aumento en la demanda de agua. En 1950, cuando tenía una población ligeramente mayor a un millón de habitantes, la demanda de agua potable era de 142,000 m³ diarios. En 1995 la población se triplicó pero la demanda de agua aumentó más de ocho veces a 1.19 millones de metros cúbicos diarios. De 1989 a 1995, la demanda de agua en Singapur creció alrededor del 3.5 por ciento al año. El Consejo reconoce que el desarrollo de nuevas fuentes de agua y la administración de la demanda deben ser operaciones simultáneas para lograr el uso eficiente del agua y soluciones a largo plazo.

Resultados Principales

- Desarrolló un plan de conservación de agua y estableció una unidad de conservación de agua.
- Logró una reducción importante de agua desperdiciada: de 10.6 por ciento a 6.2 por ciento en seis años.

Metodología

Para resolver las preocupaciones sobre el aumento de consumo de agua, en los últimos 20 años el Consejo ha desarrollado un plan integral de administración de la demanda. El plan ha adoptado un enfoque con dos vertientes: primera, la administración eficiente de sus sistemas de suministro desde la fuente hasta su red de distribución y, segunda, la implementación de medidas de conservación de agua.

Detalles del Programa

Panorama General

Algunas de las iniciativas para mejorar la eficiencia del servicio de agua enfocadas a la disminución del porcentaje de agua no contabilizada,* incluyen la instrumentación de programas educativos y publicidad para la conservación de agua, la promoción del uso de agua reciclada y el uso de agua no potable, como el agua de mar y agua industrial, en su caso, como sustituto del agua potable.¹⁰⁹

* El agua no contabilizada es la diferencia entre la cantidad de agua suministrada desde la planta de suministro, conforme a la medición registrada en sus medidores, y la cantidad de agua contabilizada (que incluye el consumo de agua registrado en los medidores de los clientes, agua almacenada en depósitos de servicio, y el agua usada para el lavado y esterilización de la red de distribución, limpieza rutinaria de depósitos de servicio, etc.).

A. Agua no contabilizada

En la década de los 80, el Consejo empezó a intensificar sus esfuerzos para instrumentar diversas medidas con el fin de reducir el porcentaje de agua no contabilizada, que en forma general se clasifican en control de fugas, política de medición precisa y completa, registro adecuado del agua consumida, y medidas legales para evitar tomas clandestinas de agua.

Bajo el programa de control de fugas, el Consejo promovió el uso de tuberías y accesorios de mejor calidad, la renovación de tubería, la detección intensiva de fugas, y la reducción del tiempo de respuesta para reparar fugas en la red de distribución de agua. El programa de renovación de tuberías abarcó el cambio de 181 kilómetros de tuberías de hierro colado sin revestimiento de la red de distribución, y 68,400 tubos conectores de hierro galvanizado entre 1984 y 1993. En un período de 10 años (1985 a 1995), este esfuerzo redujo las fugas en las tuberías de 18,085 a 4,543.110. El Consejo ha continuado su programa para renovar la red de distribución y recientemente inició un programa de 5 años para cambiar las tuberías viejas con más de 50 años de uso. El programa, a concluirse en 2004, sustituirá un total de 280 kilómetros de tubería vieja. Para una detección más completa y precisa de puntos de fugas, el Consejo adquirió dispositivos de alta calidad, como estetoscopios, geófonos, detectores electrónicos de fugas, y aparatos para detectar fugas por sonido. Asimismo, llevó a cabo aproximadamente 620 inspecciones diurnas y 280 pruebas nocturnas de detección de fugas, cubriendo toda la red de distribución en el curso de un año. Desde principios de 2001, el Consejo ha introducido localizadores de fugas por sonido, que tienen la capacidad de identificar zonas sospechosas de fugas sin tener que realizar pruebas largas y tediosas.

Se mide el 100% de toda el agua suministrada desde la planta de abastecimiento de agua y de toda el agua consumida por los clientes. Para asegurar lecturas exactas del consumo de agua de clientes grandes, el Consejo ha invertido en equipo de medición de alta calidad, como son

los medidores compuestos. Este esfuerzo de medición ha ayudado al Consejo a facturar correctamente a los clientes y a reducir la cantidad de agua no contabilizada.

Cantidades importantes de agua se usan en la puesta en marcha y llenado de nuevas tuberías maestras, conexiones y depósitos de servicio, para la limpieza y lavado de la red de distribución de agua durante su mantenimiento, y para apagar incendios. Para evitar una estimación incorrecta del agua usada para dichos fines, el Consejo ha establecido un sistema de informes mensuales que asegura la designación correcta del agua usada.

Además, debido a la legislación y a medidas estrictas para aplicar la ley, Singapur tiene pocos casos de tomas clandestinas. Un posible infractor sería castigado con una multa de 50,000 dólares de Singapur (US\$27,600 dólares estadounidenses) o hasta 3 años de cárcel.

B. Medidas de Conservación de Agua

A partir de 1985 se estableció un plan de conservación de agua para verificar la creciente demanda de agua de Singapur y asegurar su uso eficiente. Las diversas medidas instrumentadas bajo este plan se revisan continuamente y se introducen nuevas medidas.

Entre los aspectos cubiertos se incluyen los siguientes:

- ▶ Programas de publicidad y campañas educativas
- ▶ Instalación obligatoria de dispositivos de ahorro de agua
- ▶ Auditorías del servicio de agua y exhortación a los clientes para aplicar las prácticas de reciclado de agua
- ▶ Uso de agua no potable, como el agua de mar y agua industrial, como un sustituto del agua potable hasta donde sea factible.

El programa de publicidad y campañas educativas es una actividad continua para educar al público sobre la importancia de la conservación de agua y la necesidad de ahorrarla. El programa cubre una gama de actividades dirigidas a varios grupos de consumidores, como hogares, industrias y

escuelas. Las actividades incluyen visitas a las plantas de abastecimiento de agua, presentando pláticas sobre conservación de agua en escuelas, llevando a cabo exposiciones con el tema "Ahorre Agua" en centros comunitarios, y distribuyendo folletos con el mismo tema a todos los hogares. Además, el sistema de educación ha sido identificado como una plataforma útil para educar a los jóvenes sobre la importancia de ahorrar agua, especialmente durante la edad en que son más receptivos. El programa invitó a los maestros a asistir a seminarios sobre la conservación de agua de modo que ellos puedan difundir el mensaje de la conservación de agua a sus alumnos y colegas. Los maestros recibieron folletos y aparatos de detección de fugas que explican la importancia de utilizar el agua racionalmente; estos materiales ayudarán a los maestros en su proceso de educación y, aún más importante, les ayudarán a transmitir el mensaje de que ahorrar agua debe ser un hábito de toda la vida para todo el mundo. Las Campañas de Ahorre Agua también se organizaron cuando fue necesario recordar al público la necesidad de ahorrar agua. La última campaña realizada en 1998 se enfocó a lograr un cambio respecto al comportamiento en el uso del agua.

Equipo de Desarrollo y Administración

La Unidad de Conservación de Agua se dedica a la tarea de instrumentar diversas medidas del plan de conservación de agua. A partir de la creación de la unidad en 1979, ha trabajado estrechamente con la División de Relaciones Públicas bajo la guía de los directivos para promover la conservación de agua en todos los sectores de la economía. Además del personal de la unidad, otros miembros del personal del Consejo también ayudan a difundir el mensaje para la conservación de agua en su trato con el público en general.

Resultados

A. Reducción del Agua No Contabilizada

El Consejo utiliza la reducción de agua no contabilizada como una medida de la eficiencia de su sistema de suministro de agua y, por lo

tanto, de sus programas de demanda de agua. Entre 1989 y 1995, el agua no contabilizada disminuyó de 10.6 a 6.2 por ciento, generando ahorros estimados de cerca de \$47 millones (US\$26 millones). Este ahorro, que no se habría tenido de otra manera, compensó los costos de inversión en los diversos programas y difirió las inversiones en nuevos proyectos.

B. Efectividad de las Campañas de Ahorro de Agua y Programa Sostenido de Publicidad

En 1996 el Consejo llevó a cabo una encuesta para obtener retroalimentación del público. Más del 90 por ciento de las personas entrevistadas estaban conscientes de la necesidad de ahorrar agua. Dichas encuestas sirven como un canal útil para evaluar la efectividad de las campañas y ayudar a determinar el enfoque de campañas posteriores. Basados en información recopilada en la encuesta de 1996, el enfoque de la Campaña Ahorre Agua realizada en 1998 cambió su proyección de crear conciencia sobre la necesidad de ahorrar agua, a lograr un cambio de conducta real en el uso del agua. Los resultados de una encuesta de seguimiento llevada a cabo en 1999, mostró que el 93 por ciento de las personas encuestadas habían sido, hasta cierto punto, alentadas a conservar agua. Además, el 84 por ciento de las personas encuestadas realmente han hecho un esfuerzo para conservar el agua. Las campañas educativas y los programas de publicidad han demostrado su éxito para crear conciencia de la necesidad de ahorrar agua así como para llevar a cabo un cambio de conducta sobre el uso del agua.¹¹¹

Reducir la demanda de agua es tan importante como desarrollar nuevas fuentes de suministro. Siempre y cuando los ciudadanos de Singapur conserven el agua, estas medidas a largo plazo asegurarán que siempre tengamos agua suficiente para nuestras necesidades esenciales.¹¹²

X. ACCRA, GHANA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DEL SUMINISTRO

Temas Principales

- Estudio sobre energía
- Mejoras al equipo para el uso eficiente de energía
- Monitoreo y medición

Ghana Water Company, Ltd.

c/o Fundación de Energía de Ghana
A.K. Ofosu-Ahenkorah, Director Ejecutivo
Teléfono (+23) 3 21 771507
E-mail: energyfn@africaonline.com.gh

Meta

Una de las necesidades básicas de la población de Ghana es tener acceso a un servicio de agua limpia y al alcance de sus posibilidades económicas, lo que a su vez es una de las metas centrales de los planes de desarrollo de Ghana.

Antecedentes

Ghana Water Company (GWC, por sus siglas en inglés) es una empresa pública responsable de la distribución de agua en toda Ghana. La GWC mantiene y opera más de 103 obras de cabecera (véase el glosario) y estaciones de bombeo en diez regiones de Ghana; casi todas las estaciones dan servicio a poblaciones urbanas en la parte sur del país. El volumen mensual a través de todas las estaciones va desde 14.7 hasta 16.3 millones de m³; más de la mitad (7.7 a 9.6 millones de m³) de ese volumen corresponde al servicio del Área Metropolitana de Accra. El Gobierno de Ghana ha anunciado planes para privatizar parcialmente la empresa pública de distribución de agua; GWC continuaría como la empresa controladora y supervisora del sistema de suministro de agua. A las empresas privadas se les concederían franquicias con la obligación de dar servicio a distritos específicos del país. El bombeo de agua consume una parte importante de la demanda total de energía en Ghana en un momento en el que el país está padeciendo escasez de energía causada por sequías periódicas y prolongadas. Gran parte del país todavía no cuenta con servicio de agua entubada.

Motivación

En 1997 cuando el director general de la GWC se enfrentó a costos de energía cada vez más altos, inició un estudio de energía para

Resultados Principales

- Estableció un sistema de monitoreo y medición para analizar datos para proyectos de ahorro de energía
- Instaló capacitores para mejorar el factor de potencia y ahorró más de US\$25,000 dólares con una recuperación de menos de 2 años

establecer requerimientos de carga y uso. Extender el servicio a secciones más grandes del país requerirá una gran inversión en infraestructura. Además, el precio de la electricidad, incluyendo cargos de demanda, multas por factor de potencia y otros elementos de las tarifas, sube el costo del servicio a los usuarios ya conectados a las líneas de GWC. Al reducir el costo de la producción se liberan recursos financieros de la empresa de agua para extender o mejorar el servicio existente, y también libera electricidad de la red nacional para dedicarla a otros fines productivos.

Metodología

Dentro del programa de energía de la GWC - aun cuando todavía es informal - se establece la participación de los ingenieros de la compañía para que analicen los reportes de las operaciones de campo. La GWC también ha solicitado el apoyo de consultores externos y de ONGs para obtener ayuda y orientación, incluyendo a la Fundación de Energía de Ghana.

Sobre el Programa

Panorama General

El bombeo del agua es la causa principal del aumento de costos para GWC, de modo que los análisis de datos se han enfocado al consumo total de energía, horas de operación, y facturas de la compañía de electricidad. Las decisiones de

instrumentación de proyectos se toman actualmente caso por caso, con excepción de la compra de capacitores eficientes para la corrección del factor de potencia en varias obras de cabecera. Su meta es comprar la tecnología más eficiente en el mercado y con mayor efectividad de costos para sustituir equipo obsoleto o defectuoso. Las compras quedan a discreción del Director General, supeditadas a la disponibilidad de fondos y minimización de períodos de recuperación. Para cualquier tipo de nuevos proyectos se requiere tomar en cuenta el aspecto de eficiencia durante la etapa de planeación. El Programa de Eficiencia en el Uso de Energía de la Ghana Water Company está actualmente aprovechando los servicios del personal interno que se requiera para recopilar datos, analizar oportunidades e instrumentar proyectos. Actualmente entre los datos recopilados se incluyen el uso de kilowatt-hora (kWh), la demanda de kilovoltios-amperios (kVA)*, la eficiencia del motor/bomba, tiempo inactivo/horas de operación perdidas, y recibos de consumo de energía. Recientemente la GWC empezó a rastrear el kWh/m³ de cada una de las estaciones de bombeo, como se sugirió durante una reunión con la Fundación de Energía de Ghana.

Observaciones

Los resultados del estudio inicial realizado en 1997 y un estudio de seguimiento para conocer los factores de potencia en obras de cabecera seleccionadas, mostraron oportunidades importantes para mejorar la eficiencia en el uso del servicio. La GWC estaba pagando multas considerables por bajos factores de potencia ocasionados por capacitores ineficientes así como por transmisores y motores demasiado grandes y de velocidad fija. Gran parte del equipo era viejo y los controles eran inadecuados. El monitoreo de partes individuales del equipo también era inadecuado. Se descubrió, por

ejemplo, que parte de la carga provenía de una bomba no identificada e inservible, sumergida en el depósito.

Resultados a la Fecha

Basados en el estudio del factor de potencia de sus obras de cabecera, la GWC inició la instalación de capacitores eficientes en 13 estaciones. La estación más grande dentro del sistema de la GWC, Kpong, tenía una demanda en ese momento de 12,000 kVA con un factor de potencia de 0.89. En un mes típico, Kpong bombea más de 5 millones de m³ a casas y negocios en Accra. La instalación de dos capacitores de 300 kVARs† redujo la demanda aparente a 11,736 kVA y mejoró el factor de potencia a 0.91, evitando sanciones por factor de potencia. El costo aproximado de los capacitores es de US\$7,000, pero representará un ahorro de más de US\$5,000 dólares anuales con un período de recuperación de alrededor de 1.37 años. En conjunto, la instalación de los capacitores ahorrará más de US\$25,000 dólares al año y la inversión se pagará en menos de 2 años. La eficiencia de cada estación de bombeo varía dramáticamente: desde sólo 4 kWh/m³, a cerca de 1 kWh/m³ en la estación más grande en Kpong, llegando a ser hasta de 0.5 kWh/m³ en muchas de las estaciones pequeñas y medianas. Aparentemente, la eficiencia promedio es de alrededor de 0.8 kWh/m³ para todo el país, con sólo una ligera variación estacional.

Ghana Water Company está estudiando la posibilidad de instalar capacitores adicionales, así como reconsiderar el tamaño de los motores e instalar variadores de frecuencia en sus bombas. Los directivos de la compañía se han dado cuenta de los ahorros considerables que pueden generarse gracias a las mejoras en eficiencia y está dedicando recursos para mejorar la eficiencia de sus sistemas.

* Esta medida (kVA) equivale a mil voltio-amperios y se usa para medir la potencia total -potencia activa, que realiza un trabajo (watts), y la potencia reactiva, que crea un campo electromagnético (VAR) ($kVA^2 = kWatts^2 + kVAR^2$). Los capacitores pueden ayudar a reducir la potencia total requerida cubriendo los requerimientos magnéticos.

† Un VAR es igual a un voltio-amperio de potencia reactiva. Un kVAR es igual a mil VARs.

XI. AHMEDABAD, INDIA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DEL SUMINISTRO

Temas Principales

- Formación del equipo
- Mejoras al equipo para uso eficiente de la energía

Contacto

Kevin James, Alliance to Save Energy (Alianza para Ahorrar Energía)
(+1 202) 530-2249
E-mail: kjames@ase.org
Sitio Web: www.ase.org

Meta

La ciudad ha establecido como meta crear una célula de administración de energía dentro de la Ahmedabad Municipal Corporation (AMC, por sus siglas en inglés) y desarrollar un plan integral de administración de la energía que permita a la ciudad ahorrar parte de la energía que se utiliza actualmente en el bombeo de agua.

Motivación

Ahmedabad es un importante centro comercial ubicado en el estado indio de Gujarat con recursos limitados de agua. Cerca del 75 por ciento del consumo de electricidad de la empresa Ahmedabad Municipal Corporation se usa para bombear agua, básicamente porque el sistema de bombeo de agua de la ciudad es anticuado e ineficiente. También, debido a que Ahmedabad está ubicado cerca de un desierto, gran parte del agua que consume debe bombearse de pozos subterráneos, proceso que requiere un uso intensivo de energía. AMC ha desarrollado un sistema integral de administración de la energía para reducir su desperdicio, mejorar la calidad ambiental, y ahorrar fondos que podrían utilizarse para otras mejoras urbanas.

En Ahmedabad, la extracción excesiva de agua del subsuelo ha ocasionado que el nivel freático de la ciudad haya bajado un promedio de 2.13 mt (7 ft) por año en los últimos 20 años. La empresa local de electricidad estima que requiere 0.18 W/lt (0.04723 W/gal) adicionales para bombear agua a la superficie por cada 2.13 mt (7 pies) de disminución en el nivel freático. Esto se traduce en 1 millón más de kWh cada año para llevar la misma cantidad de agua a la superficie con un costo anual agregado de más de US\$60,000 dólares.¹¹³

Resultados Principales

- Creó un equipo a cargo del uso eficiente del agua
- Reemplazó tuberías en pozos de bombeo para reducir pérdidas por fricción
- Instaló capacitores con un ahorro de US\$62,000 dólares

Metodología

Para institucionalizar el proceso de administración de energía en la ciudad, AMC ha creado una célula de administración de energía. Esta célula proporciona capacidad interna para monitorear y evaluar las iniciativas de administración de energía. La célula de administración de energía también reúne a personal de otras divisiones, como la división de agua, drenaje y electricidad, para instrumentar inversiones específicas para el uso eficiente de energía.

Sobre el Programa

Panorama General

Igual que en todos los municipios de la India, AMC tiene diversas funciones, incluyendo el bombeo y distribución de agua, recolección y manejo de desechos sólidos, y el mantenimiento de la infraestructura de la ciudad como son las calles y avenidas. Sin embargo, debido a que los costos de bombear y distribuir agua son tan altos, representan la mayor parte de la facturación del servicio de energía de la ciudad. Ahmedabad Municipal Corporation capta agua de dos fuentes: agua superficial (o agua de río) y agua del subsuelo. Capta agua de río de un río cercano llamado Sabarmati, de pozos superficiales llamados pozos Jack o French. Por lo general, el agua del subsuelo se capta de pozos más profundos, llamados pozos artesianos, que están ubicados en muchos lugares en toda la ciudad.

Las autoridades a cargo del bombeo de agua captan agua de ambas fuentes en depósitos subterráneos, llamados sumideros, y la distribuyen usando dos tipos de bombas de agua: las bombas de toma que captan agua y las bombas de suministro que distribuyen agua. A pesar de que las bombas de toma de agua operan continuamente las 24 horas al día, la cantidad de agua que captan no es suficiente para satisfacer la demanda. Como resultado, AMC restringe el suministro de agua a dos o tres horas al día, creando una demanda pico de agua que va desde 35 MW a 40 MW temprano en la mañana y en la noche. Durante el resto del tiempo, la potencia usada para bombear agua es de sólo 15 MW.

Debido al costoso e ineficiente uso de electricidad para operar las bombas de la ciudad, AMC se ha concentrado en mejorar la eficiencia de la infraestructura para el bombeo de agua. En los dos primeros años, estos esfuerzos por tener un servicio de agua más eficiente ahorraron cerca de US\$209,000 dólares en menor facturación de electricidad. Si AMC sigue estas recomendaciones, se espera que tenga ahorros anuales continuos de US\$430,000. En las siguientes categorías se proporcionan detalles de algunos ejemplos de ahorros:

- ▶ **Administración de la demanda de energía.** AMC solía operar sus bombas de toma de agua las 24 horas al día, una práctica que consumía una enorme cantidad de energía. Para ahorrar energía, AMC apagó estas bombas de toma de agua durante las horas pico de demanda de electricidad, que ocurría temprano en la mañana y en la noche. Para satisfacer la demanda de agua de los consumidores durante esas horas, se almacenó agua en depósitos o sumideros cercanos. AMC descubrió que sólo podía usar esta estrategia para satisfacer la demanda de agua de la mañana. Estas medidas, de continuarse, darán como resultado un ahorro aproximado de US\$38,000 dólares al año.
- ▶ **Reducción de pérdidas en las bombas de agua.** Muchas bombas de agua demandan energía reactiva; este problema puede

resolverse instalando un dispositivo llamado capacitor. AMC ha instalado varios capacitores en sus pozos artesianos y bombas de desagüe y calcula que esto generará ahorros anuales, con un valor de US\$62,000 dólares. AMC también instaló capacitores adicionales en las bombas de agua y de desagüe y en los transformadores. Se calcula que esta nueva medida genere ahorros anuales de US\$75,000 dólares.

- ▶ **Nuevas tuberías en estaciones de bombeo de agua.** AMC ha sustituido la tubería de acero en algunos de sus pozos French por un tubo de plástico durable, más ancho, para evitar pérdidas por fricción. Debido a los excelentes resultados obtenidos en los primeros pozos French, la administración de Ahmedabad Municipal Corporation decidió sustituir las tuberías de los demás pozos French, ahorrando aproximadamente US\$102,000 dólares al año.
- ▶ **Transformadores.** AMC ha sustituido los transformadores poco eficientes y demasiado grandes en varios lugares, ahorrando un monto estimado de US\$25,000 dólares.

El plan de administración de energía de AMC ha tenido un éxito enorme. Como se mencionó anteriormente, si AMC sigue instrumentando iniciativas para el uso eficiente de energía, podría ahorrar hasta US\$430,000 dólares al año.

Impacto a Largo Plazo

También han tenido éxito los cambios institucionales a largo plazo, como el plan de crear células de administración de energía. AMC ha involucrado a otras partes interesadas en la administración de energía de Ahmedabad -como las empresas públicas de servicios y a varias ONGs- en un diálogo sobre cómo ayudar a la ciudad a ahorrar energía. Además, el trabajo innovador de administración de energía de la ciudad ha servido como modelo para muchos otros municipios en India. Varias ciudades, incluyendo Vadodara, Pune, Faridabad e Indore, están actualmente emprendiendo sus propios programas de administración de energía.

XII. BULAWAYO, ZIMBABWE: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DEL SUMINISTRO

Temas Principales

- División para la detección de fugas de agua
- Monitoreo y medición de agua
- Auditoría del servicio de suministro de agua

Bulawayo City Council

(Consejo de la Ciudad de Bulawayo)
Jeff Broome, Coordinador del Proyecto
E-mail: watcons@acacia.samara.co.zw

Antecedentes

Bulawayo es una ciudad de aproximadamente un millón de habitantes que se encuentra ubicada al suroeste de Zimbabwe. Históricamente la precipitación pluvial ha sido errática y durante la mayor parte de los últimos veinte años ha estado en vigor un estricto racionamiento de agua. Se estima que las pérdidas del sistema son de 22 millones de litros diarios, cerca del 25 por ciento del suministro racionado. Estas pérdidas han afectado significativamente el uso de la energía, que en la actualidad representa alrededor del 50 por ciento de los costos totales de suministro.

Meta

Una de las metas de la ciudad fue reducir las pérdidas de agua del sistema a 6-7.5 millones de litros por día (cerca del 8 por ciento del suministro racionado).

Motivación

Los esfuerzos por lograr mayor eficiencia en el servicio de agua en Bulawayo se iniciaron en 1998 durante el punto más crítico de una terrible sequía.

Metodología

Para evitar fugas y mejorar la eficiencia de la red de distribución de agua, la ciudad ha concentrado sus esfuerzos en la instrumentación de mejoras de operación y mantenimiento.

Resultados Principales

- Creó un equipo a cargo de detección de fugas
- Instaló sistemas de medición
- Mejoró la administración de la presión

Sobre el Programa

Proceso del Desarrollo del Plan

Un estudio de administración de agua de Bulawayo, realizado con fondos otorgados por el Gobierno del Reino Unido en 1992, sirvió de base para las acciones de la ciudad. Posteriormente, el Consejo Municipal de Bulawayo solicitó la ayuda de la Embajada de Noruega para aliviar la presión sobre los recursos de agua. El gobierno respaldó el diseño de un sistema de administración de agua a través de ayuda técnica que aumentó la capacidad de la ciudad para instalar sistemas para el control de pérdidas de agua.

La asesoría técnica se inició en junio de 1999, con trabajos de mapeo del servicio de agua y alcantarillado usando planos realizados por computadora, ya que los mapas disponibles eran muy imprecisos y no estaban actualizados. También se inició la calibración de un modelo computarizado de la red de agua y ahora espera obtener recursos adicionales para concluirlo.



Equipo de Desarrollo y Administración

El Consejo Municipal es responsable de proporcionar servicios de agua y alcantarillado. Para satisfacer las necesidades técnicas de reparación de rupturas y fugas, problema identificado como el principal cuello de botella de la administración del sistema, la ciudad creó una División de Detección de Fugas dentro del Departamento de Servicios de Ingeniería. Una de las metas ha sido coordinar mejor la identificación de fugas y rupturas con el equipo a cargo de las reparaciones para resolver los problemas rápidamente.

Estructura de la Administración

Con el fin de dar mayor continuidad e institucionalizar los esfuerzos de administración, los gerentes de proyecto documentan sus acciones, presentan a revisión los documentos de política

de los proyectos, y elaboran manuales de procedimientos. Asimismo, para asegurar que el Consejo Municipal asigne los recursos a decuados, los gerentes de proyecto -que son los que mejor entienden las limitaciones y necesidades de agua y alcantarillado- son los responsables de presentar las solicitudes de presupuesto para operaciones y mantenimiento.

Monitoreo y Verificación de Ahorros

Al reconocer la necesidad de medir la distribución y flujo volumétrico de agua, se dividió la ciudad en cerca de 50 zonas equipadas con medidores para realizar lecturas mensuales. En vista de que la falta de medidores o los medidores defectuosos han creado problemas en la medición del flujo volumétrico hacia la ciudad, Bulawayo ha empezado también a cambiar medidores. El flujo registrado será comparado con el flujo promedio pronosticado y el consumo facturado. Las mediciones mínimas de flujo nocturno se tomarán también por lo menos una vez al año. El gobierno de la ciudad tiene planes de llevar a cabo auditorías del suministro de agua a nivel de la ciudad, además de a nivel de la zona de medidores. La introducción de más o menos 20 nuevas zonas de presión para controlar las presiones estáticas dentro de un rango de 30 a 60 metros, también ayudará a controlar las presiones con mayor precisión.¹¹⁴

XIII. COLUMBUS, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DEL SUMINISTRO

Temas Principales

- Monitoreo y medición de la energía
- Formación de equipos de energía
- Mejoras al equipo

Columbus Water Works

Cliff Arnett, Vicepresidente de Operaciones
(+1 706) 649-3458
E-mail: carnett@cwwga.org
Sitio Web: www.cwwga.org/

Meta

La ciudad estableció la meta de reducir los costos de operación mejorando la eficiencia en el uso de energía en la planta de servicio de agua.

Motivación

Columbus Water Works es una empresa municipal de servicios de agua y manejo de aguas residuales que proporciona servicio a 186,000 habitantes de Columbus, Georgia. En la búsqueda de iniciativas para reducir costos, Columbus descubrió que los costos de energía representaban el mayor gasto de la empresa.

Metodología

El personal de Columbus presenta recomendaciones a los directivos sobre proyectos para mejorar la eficiencia, considerando los ahorros potenciales de un proyecto en comparación con el capital de inversión disponible.

Resultados Principales

- Concluyó la introducción de controles automatizados del sistema
- Instaló operadores automatizados de motores, lo que representó un ahorro de US\$200,000 dólares

Sobre el Programa

Tema Básico

Crear un programa de administración de energía para reducir los costos de operación.

Proceso de Desarrollo

En el proceso de planeación, el personal de Columbus buscó iniciativas que significaran una reducción de costos en la empresa. Fue necesario el liderazgo del presidente y del vicepresidente de operaciones de Columbus para hacer el cambio a una operación eficiente en el uso de energía.

Equipo de Desarrollo y Administración

Al igual que un negocio privado, la empresa municipal opera con un Consejo consultivo del Agua integrado por cinco miembros. Las propuestas de los proyectos son clasificadas primero por el vicepresidente y después enviadas al presidente para su aprobación.

Estructura Administrativa

Los operadores, líderes de equipo, o cualquier otro miembro del personal pueden proponer cambios en las plantas para aumentar su eficiencia. Se pide a los miembros del personal que presenten sus ideas; además, los administradores y líderes de equipo asisten a seminarios sobre el uso eficiente de energía dos veces al año. La empresa de servicios de agua y manejo de aguas residuales también ha reorganizado su estructura administrativa para aprovechar oportunidades adicionales de reducir sus gastos por concepto de energía.

Actividades de Eficiencia

Columbus Water Works ha realizado las siguientes actividades:

- ▶ Automatización total de sus plantas de tratamiento de agua potable y tratamiento de aguas residuales
- ▶ Modernización del equipo más viejo
- ▶ Introducción de sopladores de aireación automatizados
- ▶ Instalación de motores con transmisión de velocidad regulable y controles automatizados para bombas de alimentación de productos químicos.

La mayor parte de las inversiones en equipo nuevo realizadas por Columbus se ha concentrado en cambiar motores viejos por motores con mayor eficiencia en el uso de

energía. Por ejemplo, los operadores de motor automatizados instalados en cuatro sopladores de aire comprimido representaron un ahorro de US\$250,000 dólares al reducir los costos de energía en un 25 por ciento. Este proyecto tuvo un período de recuperación menor a un año y recibió el Premio del Gobernador de Georgia por Prevención de la Contaminación.

Además, Columbus Water Works contrató a un consultor de energía para que realice revisiones trimestrales del uso de energía de la planta. En un lapso de 5 años, la empresa ha ahorrado más de 1 millón de dólares al hacer cambios en su estructura de tarifas, optimizar los procesos, y añadir tecnologías eficientes a los sopladores, motores y bombas en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Columbus Water Works ha estado obteniendo ganancias adicionales a través de un proyecto piloto que está desarrollando conjuntamente con su proveedor de energía. Este proyecto proporciona a la empresa un enlace directo entre la medición de la demanda y el sistema SCADA de la planta, permitiéndole establecer marcas de referencia más allá de las cuales no puede añadirse una carga adicional de kW sin una cancelación manual del sistema. Con este sistema se han logrado ahorros significativos de kilowatts-hora durante los meses de verano.

XIV. FAIRFIELD, ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DEL SUMINISTRO

Temas Principales

- Formación del equipo
- Determinación de tarifas de energía en tiempo real y esquemas de recuperación de energía
- Monitoreo y medición de energía

Fairfield Wastewater Treatment Facility

(Planta de Tratamiento de Aguas Residuales)

Drew Young, (+ 1 513) 867-5369

E-mail: dyoung@fairfield-city.org

Motivación

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Fairfield en Ohio cubre una región de aproximadamente 45,000 habitantes. En 1986 el nuevo superintendente decidió investigar diferentes opciones para reducir la demanda pico de electricidad y evitar costosas sanciones por factor de potencia. Después de evaluar las oportunidades potenciales, la planta decidió cambiar su sistema a un sistema automatizado y actualizar su equipo de operación. Los resultados cubiertos en este caso para estudio se limitan a una sola planta y no incluyen los esfuerzos realizados para todo el sistema.

Metodología

Las reuniones semanales de operaciones sirven de foro para discutir nuevas tecnologías e ideas sobre el uso eficiente de energía para la planta. Los proyectos potenciales que se discuten en estas reuniones pueden enviarse al superintendente para que autorice su financiamiento.

Resultados Principales

- Financió proyectos con un costo menor a US\$15,000 dólares con un período de recuperación menor a 5 años
- Difirió entre el 35 y 40 por ciento de la carga pico a períodos no pico a través de un sistema de operaciones automatizado

Sobre el Programa

Equipo de Administración y Desarrollo

Fairfield Wastewater Treatment Facility empezó sus acciones para mejorar la eficiencia con la motivación y apoyo de los directivos. Veintiún miembros del personal de operaciones que integran un equipo ad hoc se reúnen regularmente para discutir nuevas tecnologías así como ideas sobre el uso eficiente de energía. Además de las contribuciones del equipo ad hoc, se llevan a cabo reuniones semanales sobre las operaciones dirigidas por Fairfield Wastewater, en las que cualquier miembro del personal puede comentar nuevas tecnologías e ideas sobre el uso eficiente de energía.

Estructura Administrativa

El superintendente de la planta es la persona que toma la decisión final de invertir en proyectos de eficiencia con base en un conjunto de lineamientos generales para tomar decisiones de financiamiento. Fairfield Wastewater toma como

rango de recuperación de la inversión entre 3 y 5 años. Un proyecto de política se autoriza si está dentro de este límite y si los costos generales son menores a US\$15,000 dólares. Este proceso da mayor flexibilidad a los gerentes de proyecto para planear sus presupuestos con menos micro administración de parte de los ejecutivos de la empresa.

Sistema de Datos Automatizados

En 1999 la División de Aguas Residuales empezó a utilizar un programa de determinación de tarifas en tiempo real ofrecido por Cinergy, su proveedor de energía. Este programa calcula una línea de referencia para el uso de energía a partir del patrón de uso del año anterior. Un uso por arriba o por debajo de esta línea de referencia predeterminada, que varía diariamente, da como resultado la compra o venta de electricidad a las tarifas diarias del mercado. Cuando suben los precios de electricidad, la planta puede usar su sistema automatizado con el fin de parar tres o cuatro horas y reducir los costos. Con el sistema

automatizado de operaciones de Fairfield y su capacidad de posponer cargas de electricidad, entre un 35 y un 40 por ciento de las cargas pico se pasaron a períodos no pico, lo que dio como resultado una disminución de hasta 17 por ciento en la facturación de electricidad.

Monitoreo y Evaluación de Ahorros

Se usan hojas de cálculo computarizadas para ayudar a monitorear las tendencias de costo mensual, uso total (kWh), potencia máxima/mínima (kW), factor de potencia, y muchas más para ver si las tendencias de operación se encuentran dentro de una banda razonable de operación. Pruebas iniciales del equipo determinan las condiciones de operación razonables. Cuando las tendencias de operación caen fuera del desempeño esperado o no pueden justificarse (por ejemplo, cuando los sistemas de aireación se cierran para reparación), el personal realiza investigaciones adicionales para mantener un desempeño óptimo.

XVI. FORTALEZA, BRASIL: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DEL SUMINISTRO

Temas Principales

- Monitoreo y medición de energía
- Formación del equipo
- Campañas educativas

Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE)

Edinardo Rodrigues, Presidente
(+55) 85 433-5601
Renato Rolim, Director del Uso Eficiente del Agua
(+55) 85 433-5703
E-mail: renato@cagece.com.br
Sitio Web: <www.cagece.com.br>

Antecedentes

Fortaleza, capital de Ceará, estado al noreste de Brasil, es una ciudad de más de dos millones de habitantes. CAGECE, la compañía de servicio de agua y aguas residuales de Ceará, es el tercer usuario de energía más grande del estado. El suministro de agua de Ceará comprende la mayor parte del agua superficial que se almacena y distribuye por medio de más de 8,000 depósitos con una capacidad de más de 10 millones de m³. Los depósitos tienen capacidad de almacenamiento de muchos años y contienen alrededor del 90 por ciento del suministro de agua del estado.

Motivación

Debido a una escasez de energía eléctrica de cerca del 20 por ciento en 2001, Fortaleza enfrentaba apagones potenciales. En un esfuerzo por reducir el impacto de la escasez de electricidad, el estado identificó a CAGECE como el lugar donde se podría disminuir en forma importante la demanda de electricidad.

Meta

CAGECE intenta reducir los costos totales de energía en un 15 por ciento entre el año 2000 y el 2001.

Metodología

CAGECE ha desarrollado un programa proactivo de capacitación, para mejorar la eficiencia en las operaciones y reducir costos. El programa está diseñado con dos propósitos en mente: capacitar a los empleados sobre cómo identificar e instrumentar oportunidades de ahorro, y ayudar a instrumentar

Resultados Principales

- Estableció un equipo encargado del uso eficiente de la energía
- Instaló un sistema automatizado de monitoreo y medición
- Alcanzó una reducción del 7.9 por ciento en el uso de energía en el primer año del programa
- Instituyó una campaña educativa sobre el uso de agua

aproximadamente 50 proyectos para mejorar la eficiencia en toda la compañía. Los proyectos tienen como meta alcanzar mayor eficiencia del personal y en el uso de la energía, que representan el primero y segundo renglones respectivamente de mayores costos para la compañía.

El equipo encargado de los aspectos electromecánicos proporciona la mayor parte del soporte diario para estos proyectos. Por ejemplo, el equipo es responsable de una gran variedad de tareas como desarrollar proyectos de electricidad y automatización, verificar el equipo electromecánico, y capacitar al personal. CAGECE también está instrumentando una campaña de divulgación para reducir el desperdicio de agua, enfocada a la educación de niños en edad escolar. El programa usa dos mascotas para su campaña del uso eficiente del agua, "Pingo" y "Gota d'Água", para transmitir su mensaje sobre los beneficios del uso eficiente del agua inclusive a los niños más pequeños. CAGECE proporciona a las escuelas planes para lecciones, cartelones con colores muy vivos, libros para colorear y camisetas que presentan a estos dos héroes, en forma de dos gotas de agua, dedicados al ahorro de energía. Como parte de



este esfuerzo, el personal de CAGECE participa regularmente en eventos de la comunidad, hablando sobre las formas en que el público puede ser más eficiente en su uso diario del agua. Algunos de los grupos específicos que participan en este esfuerzo educativo son, entre otros, la industria, hoteles, empresas privadas y complejos habitacionales. Tomando en cuenta el enfoque estatal de CAGECE, este mensaje se ha llevado mucho más allá del Estado de Fortaleza, llegando a los clientes de CAGECE en todo el Estado de Ceará. Estos programas de educación pública continua ayudan a CAGECE a aumentar la concientización general sobre la necesidad de hacer un uso más eficiente del agua y de la energía.

Sobre el Programa

Monitoreo

Un sistema automatizado de administración de energía reúne toda la información necesaria de la facturación de electricidad para identificar oportunidades en el uso eficiente de energía. Este sistema recibe datos técnicos y comerciales directamente de la base de datos principal de la Compañía de Energía Eléctrica de Ceará. Al analizar estos datos se recopilan cifras y hechos útiles que pueden ayudar enormemente a los directivos a tomar decisiones sobre inversiones para el uso eficiente de energía. La información es monitoreada y comparada con base en el índice de eficiencia de kWh/m³.

A partir de este sistema automatizado de recopilación de datos, CAGECE desarrolló un banco de datos con información histórica sobre diversos parámetros, que actualmente está integrando con su sistema de manejo

electromecánico. El sistema de manejo electromecánico monitorea el equipo principal de CAGECE e incorpora datos en tiempo real (por ejemplo, presión, flujo, demanda del sistema y consumo de energía), que son procesados a través del Centro de Control de Operaciones.

Innovación

Después de estudiar los sistemas de administración de energía en otras compañías de agua en Brasil, CAGECE concluyó que no existe ningún modelo brasileño que esté promoviendo el uso eficiente de energía en las empresas municipales de servicios de agua. La mayoría de las empresas de agua tiene, en el mejor de los casos, pocos controles o procedimientos establecidos para rastrear y minimizar los costos de energía. La energía no se utilizó como un criterio para tomar decisiones técnicas o llevar a cabo acciones para modificar el sistema de operación de bombeo. Como resultado, lo normal es tener equipo viejo e ineficiente.

CAGECE está tomando varias medidas como parte del proyecto para el uso eficiente de energía, entre ellas pueden mencionarse las siguientes:

- ▶ Difusión de datos críticos sobre energía a través de su red interna
- ▶ Creación de un manual enfocado al ahorro de energía en el arranque de motores y bombas para subrayar los beneficios potenciales de determinadas tecnologías como capacitores y transmisores de velocidad variable
- ▶ Desarrollo de especificaciones para equipo eficiente que cumpla con los requerimientos de un período razonable de recuperación
- ▶ Establecimiento de prácticas de compra que promuevan la uniformidad en las especificaciones del equipo
- ▶ Realización de estudios sobre el uso de la cogeneración para reducir compras pico de electricidad.

Equipo

En el pasado había poca retroalimentación de información entre los diferentes departamentos, especialmente entre los

departamentos ubicados en sitios diferentes. CAGECE asignó a un administrador encargado de la eficiencia, que se dedicó a promover varios programas significativos. El administrador contribuyó de manera importante en la promoción y el establecimiento de una meta para el uso eficiente de energía en el plan estratégico de mejoramiento de las autoridades municipales; sin embargo, tuvo que luchar contra numerosos obstáculos mientras trataba de lograr sus metas. Esto dio lugar a que CAGECE cambiara su enfoque al de un "equipo encargado de la eficiencia en la empresa de servicios de agua". Los jefes de cada departamento -con bastante liderazgo de parte del personal de ingeniería, que tiene amplios conocimientos sobre el uso eficiente

de energía- trabajaron juntos para diseñar nuevos procedimientos para la compañía. Por ejemplo, algunos de los parámetros usados para identificar proyectos para el uso eficiente de energía han tenido su origen en el departamento de finanzas, que ahora analiza el costo de la energía para la producción de agua. Además, los esfuerzos de capacitación de CAGECE tienen como meta llegar a personal que trabaja fuera de la capital de Fortaleza.

Resultados

A través de nuevos diseños del sistema y mejoras al equipo, CAGECE ha logrado reducir su uso total de energía en un 7.9 por ciento en relación con los niveles del año 2000, y ha tenido un ahorro de 90,000 reales brasileños (US\$45,000 dólares) mensuales.

XVI. INDORE, INDIA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DEL SUMINISTRO

Temas Principales

- Formación del equipo
- Mejoras al equipo de energía
- Monitoreo y medición de agua y energía

Indore Municipal Corporation (IMC)

Sanjay Shukla, Comisionado, IMC

(+91) 731-431610

R. K. Kushwah, Jefe de Ingenieros, IMC

(+91) 731-543776

Antecedentes

Indore es una ciudad de casi dos millones de habitantes en el Estado de Madhya Pradesh. Tiene cerca de 110,000 conexiones residenciales, 750 conexiones comerciales, y 1,100 conexiones industriales. Los gastos en electricidad representan cerca del 70 por ciento de su presupuesto; el 30 por ciento restante se divide entre mano de obra y mantenimiento en general. Actualmente, el promedio de suministro de agua de Indore es alrededor de 210 millones de litros al día en una temporada normal.

Motivación

La ciudad de Indore está actualmente confrontando una grave escasez de agua. A fines de los años 1970 se desarrolló un plan de agua para la región basado en el crecimiento proyectado de la población; por lo tanto, se construyó una tubería maestra de más de 70 Kms. de longitud y una carga de agua de casi 700m para proporcionar el servicio y satisfacer la creciente demanda.

Resultados Principales

- Reveló a través de un sistema de análisis de recopilación de datos la existencia de cobros excesivos constantes de parte de la compañía de electricidad
- Identificó e instrumentó más de US\$35,000 dólares en ahorros debido a mejoras operativas sin costo

Sin embargo, el crecimiento de la población ha excedido las expectativas para esta región. Los recursos de agua existentes han demostrado ser inadecuados para satisfacer las necesidades actuales de la población. Además, los costos están sobrepasando los ingresos, creando una carga financiera y de mantenimiento excesiva para la empresa municipal.

Indore Municipal Corporation (IMC, por sus siglas en inglés) está deseosa de diferir la inversión en nuevas líneas de agua, reducir los costos corrientes y mejorar los servicios. Para lograrlo se asoció con la Alianza para Ahorrar Energía y con USAID a través del Programa de



Ciudades Sustentables, para desarrollar e instrumentar un plan integral para el uso eficiente del agua. A la fecha se han identificado ahorros por más de 1.6 millones de rupias (US\$35,000 dólares) a través de optimización de sistemas sin costo de inversión. Además, las mejoras para monitorear y rastrear el uso de energía permitieron a IMC identificar más de 3.1 millones de rupias (US\$70,000 dólares) en ahorros adicionales debido a sobrefacturación de la compañía de electricidad.

Metodología

Indore Municipal Corporation se ha enfocado a tres áreas principales en sus esfuerzos por mejorar el uso eficiente del agua. Con la ayuda de la Alianza para Ahorrar Energía, IMC inició un análisis de su operación básica para identificar oportunidades inmediatas para lograr ahorros minimizando el desperdicio de agua y energía, dándole a este esfuerzo impulso y credibilidad. La segunda parte del trabajo de IMC se ha enfocado al desarrollo de un equipo de administración para el uso eficiente del agua que cuente con personal experimentado y financiamiento dentro de la estructura de la empresa. La tercera área de actividad ha sido el desarrollo de una infraestructura de monitoreo y medición de agua y energía.

Sobre el Programa

Equipo de Desarrollo y Administración

El trabajo inicial en Indore se concentró en la construcción de la infraestructura física y la asignación de un equipo de administración para coordinar todas las actividades para el uso eficiente del agua en IMC. Una de las primeras acciones del Comisionado de IMC fue dedicar espacio de oficinas, computadoras y personal

para este objetivo. El equipo incluye personal tanto ejecutivo como de apoyo. Durante el proceso inicial de planeación, fue evidente que el mejorar el sistema de recopilación de datos de IMC era la prioridad número uno para el equipo recién formado. Debido a que existía algo de información, pero se encontraba diseminada en muchos lugares, el primer paso del proceso fue desarrollar un sistema de base de datos para recopilar y administrar la información. El administrador de datos fue uno de los primeros miembros de tiempo completo asignados al equipo.

Resultados

El valor de la información fue evidente inmediatamente después de que el equipo hizo la recopilación y los análisis iniciales. Resultó que la compañía de electricidad había estado cargando a la empresa municipal de servicios de agua mucho más horas de operación que las reales. En una sola estación de toma de agua, el cargo indebido había sido de más de 1.5 millones de rupias (US\$33,000 dólares) al año por lo menos durante dos años.

La actividad de recopilación de datos llevó a su vez a muchos otros descubrimientos. Por ejemplo, se hizo evidente que una modificación realizada específicamente para ampliar una de las estaciones de toma de agua no se había concluido de manera óptima. De hecho, las bombas que se habían escogido para esta modificación no eran compatibles con el sistema existente y, por lo tanto, no añadían presión de agua al sistema. Con sólo apagar estas bombas nuevas, IMC logró ahorros sustanciales. Ahora, contando con el sistema apropiado de datos, IMC está rediseñando esta estación de toma de agua para optimizar su eficiencia.

XVII. LVIV, UCRANIA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DEL SUMINISTRO

Temas Principales

- Mejoras al equipo de agua y energía
- Monitoreo y medición de energía
- Formación del equipo

Contactos Vodokanal

Kris Buros, CH2M Hill,
E-mail: kburos@CH2M.com

Meta

Vodokanal, la empresa de servicios de agua de la ciudad de Lviv, estableció la meta de reducir los costos de energía y sustituir la infraestructura obsoleta de la planta.

Motivación

Los precios de energía han subido considerablemente en los últimos años. Las finanzas de Vodokanal son limitadas y con frecuencia tiene deudas con la compañía de electricidad. Al reducir el uso de energía y el desperdicio de agua puede mejorar de manera significativa su situación financiera.

Metodología

Vodokanal está en el proceso de medir su eficiencia reuniendo información sobre la electricidad utilizada en las estaciones de bombeo y comparándola con el agua bombeada. Con esta información podrá asignar prioridades a los proyectos para cualquier financiamiento disponible.

Resultados Principales

- Aseguró la obtención de US\$40 millones de dólares para mejorar la eficiencia del sistema de agua
- Desarrolló un sistema de monitoreo y medición que ayudará a asignar prioridades a las mejoras

Sobre el Plan

Proceso de Desarrollo

Después de una fase de desarrollo de cinco años, Lviv recibirá financiamiento de organizaciones internacionales para modernizar su sistema de suministro de agua. La aportación más importante para el proyecto de US\$40 millones de dólares, será un préstamo del Banco Mundial por US\$24 millones aprobado en junio del 2001. Los fondos restantes se recibirán de una concesión de la Agencia de Desarrollo Internacional de Suecia por US\$6 millones, y una contribución de las autoridades locales por US\$10 millones una vez que el Gobierno de Ucrania haya aprobado el contrato de crédito del Banco Mundial.

Una parte importante del proyecto del Banco Mundial se enfocará a promover ahorro de energía sustituyendo las bombas inadecuadas, construyendo zonas de presión para fines de estabilidad, y reparando las líneas de agua que tienen mayores tasas de fugas. También se introducirán principios de administración

actualizados y una política de tarifas adecuadas para el agua. Además, Lviv logró que USAID le donara equipo para mejorar bombas y motores.

Equipo de Desarrollo y Administración

El jefe de ingenieros de Lviv administra la eficiencia del sistema de la empresa municipal de servicio de agua. Los miembros del personal a cargo de las estaciones de bombeo y zonas de pozos, junto con el jefe de ingenieros electricistas, tienen la responsabilidad de identificar proyectos y buscar oportunidades de financiamiento. Debido a que las tuberías son viejas, el personal de mantenimiento realiza frecuentes reparaciones a las tuberías. Con el financiamiento recién adquirido, Lviv planea corregir los problemas de bombeo y fugas asociadas con el equipo viejo.

Monitoreo y Verificación de Ahorros

Vodokanal ha instalado medidores en los domicilios de clientes residenciales para medir la cantidad de agua que usan con la meta de reducir la demanda de agua. Sin embargo, la poca confiabilidad de los medidores, la manipulación indebida y la capacidad limitada de sancionar a los clientes por falta de pago, presentan barreras a los esfuerzos de la empresa. Vodokanal está en el proceso de cuantificar los beneficios de las mejoras realizadas. Ha quedado muy claro que las acciones tomadas han dado como resultado una mayor eficiencia de las bombas en zonas de pozos en las estaciones de bombeo, que son las que representan el mayor costo para la empresa.



XVIII. PUNE, INDIA: ADMINISTRACIÓN DEL LADO DEL SUMINISTRO

Temas Principales

- Formación del equipo
- Monitoreo y medición de agua y energía
- Auditorías del servicio de agua y energía
- Mejoras al equipo para el uso eficiente de energía

Pune Municipal Corporation

Ashok Deshpande, Comisionado Suplente
(+91) 20 553-4365
Ramesh Juvekar, Prima
(+91) 20 541-1208

Antecedentes

Pune es una ciudad de 2.5 millones de habitantes en el Estado de Maharashtra. Tiene alrededor de 1,000 Kms de tuberías de agua en su red de distribución. Consume 105 MWh anualmente en electricidad, con un costo de cerca de 450 millones de rupias (US\$10 millones de dólares). El bombeo de agua y el alumbrado público representan la mayor parte de los gastos de electricidad municipal. La Alianza para Ahorrar Energía con el apoyo de USAID y de la Asociación Ambiental Asiático-estadounidense identificó numerosas oportunidades en las plantas de agua de la empresa Pune Municipal Corporation (PMC, por sus siglas en inglés) para tener un ahorro de energía aproximado de 7 millones de rupias (US\$150,000 dólares). Pune ya ha realizado cambios al sistema basados en estas recomendaciones, ahorrando más de 1.5 millones de rupias (US\$33,000 dólares) anualmente sin costos de inversión.

Motivación

PMC gasta actualmente una proporción enorme de su presupuesto anual en electricidad para el bombeo de agua. Los costos ambientales y financieros tanto de electricidad como de agua siguen aumentando conforme disminuye la disponibilidad del agua y aumenta la demanda.

Meta

PMC está actualmente en el proceso de establecer metas a corto y a largo plazos para aprovechar estos ahorros.

Resultados Principales

- Creó un equipo encargado de la administración de energía
- Identificó más de US\$150,000 dólares en oportunidades de ahorro de energía al año
- Logró ahorros de más de US\$33,000 dólares a través de mejoras a la operación del sistema

Metodología

Los esfuerzos de PMC tienen la intención de lograr las siguientes acciones:

- ▶ Apoyar e institucionalizar las células de administración de energía en la compañía
- ▶ Establecer y lograr metas a corto y largo plazos para ahorros de agua y energía basados en auditorías del servicio de energía en todo el sistema
- ▶ Instrumentar auditorías periódicas del servicio de energía en todos los sistemas de la compañía
- ▶ Asignar prioridades e instrumentar programas y proyectos de mejoras al sistema
- ▶ Poner a prueba nuevas tecnologías eficientes en el uso de energía (proyectos piloto)
- ▶ Desarrollar y evaluar las marcas de referencia sobre el uso eficiente del agua y la energía para futuras expansiones de las instalaciones
- ▶ Estudiar mejoras potenciales en los mecanismos de recopilación de datos y estructuras de tarifas de agua
- ▶ Diseñar e instrumentar una campaña de concientización del público para educar a los consumidores de agua del municipio sobre los costos que representa el desperdicio de agua para ellos y para la sociedad, y la forma en que pueden ahorrar agua

Sobre el Programa

Proceso de Desarrollo

En colaboración con la Alianza para Ahorrar Energía, el equipo encargado del uso eficiente de agua y energía de PMC está trabajando para identificar oportunidades de ahorro de agua y energía. El equipo está analizando datos del sistema, llevando a cabo mediciones y pruebas en campo, y realizando auditorías periódicas sobre el servicio de agua y energía para determinar dónde existen oportunidades para mejorar. El equipo tiene la tarea de identificar soluciones potenciales para estos problemas y ofrecer las soluciones con mayor efectividad de costos.

Equipo de Desarrollo y Administración

PMC aporta personal y presupuesto para la operación de su célula de administración de energía y uso eficiente del agua (EMC, por sus siglas en inglés), que fue creada para ayudar a incorporar el uso eficiente de energía en las operaciones de la empresa municipal. El personal actual de la célula (incluyendo directivos, expertos de campo y un administrador de datos) ha sido muy valioso en la recopilación de datos y ha podido identificar algunas oportunidades adicionales para ahorrar agua y energía.

Monitoreo y Verificación de Ahorros

Parte del proceso actual de PMC de recopilación y verificación de los datos sobre el uso de agua y energía, es determinar líneas de referencia para el consumo. Con base en estas líneas de referencia, la célula de administración establecerá metas para reducir el desperdicio de agua y para utilizar la energía en forma más eficiente. El director y el personal ejecutivo de la célula serán los encargados de crear una estrategia para alcanzar estas metas, así como de rastrear los avances logrados.

Sistema Automatizado de Datos

La Célula de Administración de Energía tiene a su cargo el trabajo de institucionalizar la recopilación y análisis de los datos del uso de agua y energía. Este sistema automatizado de datos requirió la compra de equipo de monitoreo y la capacitación del personal de campo en su utilización. La EMC administra y actualiza su base de datos y presenta reportes periódicos al Comisionado Municipal y a otras personas interesadas.

Resultados

Los resultados anticipados de estos esfuerzos incluyen los siguientes:

- ▶ Instrumentar las oportunidades de ahorro identificadas con un valor de casi 7 millones de rupias al año (US\$150,000 dólares). Ya se han materializado ahorros de 1.5 millones de rupias (US\$33,000 dólares)
- ▶ Identificar oportunidades adicionales para reducir gastos de energía y otros gastos relacionados, asociados con el bombeo de agua y otros servicios municipales
- ▶ Aumentar la concientización de los consumidores locales sobre las medidas que pueden tomar para reducir la pérdida y el desperdicio de agua, y de esa manera reducir su consumo de energía
- ▶ Crear una mayor concientización en la población local sobre los esfuerzos que PMC está llevando a cabo para reducir costos y operar con eficiencia.

RECURSOS PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA

ACT Estrategia de Suministro de Agua para el Futuro

Australian Capital Authority Energy and Water, (Autoridades de Agua y Energía de la Capital Australiana), junio 1994. Plan estratégico desarrollado por las autoridades del servicio de agua de Canberra, Australia, conjuntamente con la comunidad para administrar en forma sustentable los recursos de agua. Contiene 137 tareas en educación y concientización, determinación del precio del agua, aparatos y prácticas para la conservación de agua, seguridad en el suministro, recursos de agua alternativos, y un sistema eficiente de suministro de agua para su administración integral.

Temas Principales Cubiertos

- Estrategia para las sequías
- Administración ambiental
- Fuentes alternativas
- Modelos para la determinación de precios

Teléfono: (+61 2) 6248 3111/6209 6899

Sitio Web: <www.actewagl.com.au>

E-mail: advisory@actewagl.com.au

Usos finales del agua comerciales e institucionales

Awwa Research Foundation (AwwaRF), Aquacraft, Inc., Consultores en Planeación, Administración, Administración de Recursos de Agua. Resume e interpreta la base de conocimientos existente sobre usos comerciales e institucionales de agua potable suministrada por los servicios de agua en áreas urbanas. Presenta los resultados de los estudios de campo en una muestra de 25 establecimientos en cinco áreas urbanas. Proporciona un conjunto de marcas de referencia de eficiencia para restaurantes, hoteles, moteles, supermercados, edificios de oficinas y escuelas. Socio en la investigación: Bureau of Reclamation de los Estados Unidos. Publicado en 2000.

Awwa Research Foundation

6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098 USA

Teléfono: (+1 303) 347 6100

Sitio Web: <www.awwarf.com/>

Coadministración comunitaria de la calidad ambiental urbana: Agua, saneamiento, y control de contaminación del agua

Serie sobre Desarrollo Urbano del Banco Mundial, diciembre 2000. Estudio diseñado para determinar el mejor procedimiento para la toma de decisiones que tiene como fin coordinar al gobierno municipal, la comunidad y el sector privado en el diseño de sistemas de agua y saneamiento, administración de desechos sólidos y sistemas de control de contaminación del agua.

Teléfono: (+1 800) 645 7247

Sitio Web: <www.worldbank.org/resources>

Guía de Administración del Uso Efectivo de Energía

Oficina gubernamental del Reino Unido para el Suroeste y Programa de Mejores Prácticas para el Uso Eficiente de Energía, Bristol, Reino Unido

Teléfono: (+01 17) 900 1800

Sitio Web: <www.oursouthwest.com/SusBus/susbus9/eemguide.htm>

Impacto de la disminución de la demanda en los servicios municipales de agua

Awwa Research Foundation (AwwaRF), Montgomery Watson. Proporciona a los gerentes de las empresas municipales de agua datos para cuantificar con precisión los impactos de un menor flujo resultante de medidas de conservación, y evalúa el impacto en los costos de operación. También ayuda a los planificadores de agua en la instrumentación de la expansión de las plantas al menor costo, políticas de mejoramiento y en la integración de medidas de conservación durante el proceso de planeación general. Publicado en 1996.

Awwa Research Foundation
6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098 USA
Teléfono: (+1 303) 347 6100
Sitio Web: <www.awwarf.com/>

Efectos a largo plazo de las tarifas de conservación

Awwa Research Foundation (AwwaRF), Wade Miller Associates, Inc. Ofrece una guía sobre un análisis general de los efectos a largo plazo de las estrategias de determinación de precios de conservación. Incluye un modelo de pronóstico en hoja de trabajo computarizada para la evaluación de las tarifas de conservación. Publicado en 1997.

Awwa Research Foundation
6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098 USA
Teléfono: (+1 303) 347 6100
Sitio Web: <www.awwarf.com/>

Plan de administración de la demanda pico y conservación de agua

Ciudad de Cary, North Carolina. El plan de menor costo para la administración de agua durante los años 2000-2010 para la Ciudad de Cary.

Teléfono: (+1 919) 469 4000
Sitio Web: <www.townofcary.org>
E-mail: jplatt@ci.cary.nc.us

Temas principales cubiertos

- Análisis del uso de agua
- Sistemas de agua regenerada
- Análisis costo-beneficio
- Estructura de tarifas

Plan de agua 21

Sydney Water (1997). Una visión del uso sustentable del agua para el área alrededor de Sydney, Australia, incluyendo acciones específicas para mejorar la eficiencia en el uso de agua y alcanzar un uso sustentable del agua.

Teléfono: (+61 2) 9350 6969
Sitio Web: <www.sydneywater.com.au>
E-mail: on.tap@sydneywater.com.au

Temas principales cubiertos

- Plan para las aguas residuales y pluviales
- Administración de biosólidos
- Abatimiento de derrames
- Administración ambiental

RECURSOS PARA AUDITORÍAS Y MARCAS DE REFERENCIA

Aspectos Generales

Uso inteligente del agua: para el uso eficiente del agua

Ofrece un escaparate para las compañías de servicio de agua, además de referencias y publicaciones para el uso eficiente del agua, como son Water Audits and Leak Detection (Auditorías de Agua y Detección de Fugas) y muchas más, para promover acciones del lado del suministro.

Teléfono: (+1 800) 559 9855

Sitio Web: <www.waterwiser.org>

E-mail: bewiser@waterwiser.org

American Water Work Association (AWWA) División de Conservación

Parte de la misión de la División de Conservación es desarrollar medidas de conservación del agua urbana, estrategias de instrumentación y procedimientos de análisis para ayudar a atender las diferentes cuestiones del suministro de agua.

Teléfono: (+1 303) 794 7711

Sitio Web: <www.awwa.org>

Ingeniería y Administración de Agua

Revista que contiene productos, casos para estudio con demostraciones de tecnología y consejos para la administración del sistema.

Teléfono: (+1 847) 298 6622

Sitio Web: <www.waterinfocenter.com>

Temas principales cubiertos

- Noticias, información y productos en las industrias de agua y aguas residuales
- Administración del sistema

Herramienta del Banco Mundial basada en la red para comparar con marcas de referencia el desempeño de los servicios de agua

Presenta una recopilación de indicadores de desempeño y análisis para el agua y aguas residuales, obtenidos de los servicios públicos de la región del Báltico.

Sitio Web: <www.water.hut.fi/BUBI>

E-mail: ssoderstrom@worldbank.org

Temas principales cubiertos

- Marcas de referencia
- Indicadores de desempeño
- Calidad del agua
- Indicadores ambientales

Publicaciones

Eficiencia en el uso de agua: un recurso para los administradores de servicios públicos, planificadores comunitarios y otros tomadores de decisiones

Resource Management Institute, 1991. Rocky Mountain Institute, The Water Program, Snowmass, Colorado. Sugiere diversas opciones y consideraciones para la planeación de un sistema completo y administración del agua, incluyendo medición.

Teléfono: (+ 1 970) 927 3851

Sitio Web: <www.rmi.org>

Temas principales cubiertos

- Planificación integral de los recursos
- Uso de agua gris
- Sistemas de recolección de agua de lluvia
- Canales para el agua
- Regeneración y reutilización

Genere ahorros: Manual sobre cómo ahorrar energía en sistemas de agua y aguas residuales

Iowa Association of Municipal Utilities
Agosto de 1998.

Phone: (+1 515) 289 1999
Website: <www.iamu.org>

Temas principales cubiertos

- Auditorías del agua y la energía
- Difusores de burbujas pequeñas
- Bombas de velocidad variable/Variadores de frecuencia
- Motores de alta eficiencia
- Manejo de la carga

Manual de auditoría de energía para plantas de agua y aguas residuales)

Informe del Instituto de Investigación de Energía Eléctrica CR-104300, 1994.

Phone: (+1 650) 855 2000
Website: <www.epri.com>

“Cómo seleccionar medidores de flujo líquido”

Plant Engineering, diciembre de 1999. Cahners, Inc.

Sitio Web: <www.plantengineering.com>
E-mail: planteng@cahners.com

Ingeniería y Administración de Agua

Marzo 2001. Este número está dedicado a los sistemas de control.

Teléfono: (+1 847) 298 6622
Sitio Web: <www.waterinfocenter.com>

Temas principales cubiertos

- Eficiencia de las bombas
- Análisis de costos de ciclo de vida
- Optimización
- Modernización

Monitoreo de campo de sistemas de bombeo y aplicación de la herramienta de evaluación de los sistemas de bombeo

Don Casada, Departamento de Energía de los Estados Unidos.
Específicamente para el monitoreo y medición de los sistemas de agua.

Teléfono: (+1 800) 862 2089
Sitio Web: <www.oit.doe.gov/bestpractices>

Herramientas de optimización para el bombeo de agua

Las ciudades reducen los costos de energía en el sistema de agua

Sitio Web: <www.eren.doe.gov/cities_counties/watersy.html>

Servicios de consultoría para los recursos de agua, el directorio primere para localizar herramientas de modelado hidráulico y de hidrología

Sitio Web: <www.waterengr.com/>
Sitio Web: <www.derceto.com/projects.html>
Sitio Web: <www.ex.ac.uk/WaterSystems/about_us.html>

ANÁLISIS DE DATOS: ACTORES Y RECURSOS CLAVES

Alliance to Save Energy

La Alianza para Ahorrar Energía recibe regularmente solicitudes para proporcionar información sobre herramientas para financiar la eficiencia energética, así como consejos sobre cómo crear fondos de préstamos para financiar proyectos de eficiencia energética. En respuesta a estas solicitudes, la Alianza está creando una base de datos que documenta los fondos de deuda y capital y garantías parciales

Teléfono: (+1 202) 857 0666

Sitio Web: <www.ase.org>

American Water Works Association (AWWA)

AWWA tiene contactos para las compañías de agua municipales y regionales en todo el mundo.

Teléfono (+1 303) 794 7711

Sitio Web: <www.awwa.org>

Estudio de mejores prácticas para la administración de energía

Fundación de Investigación Awwa (AwwaRF), EMA Services, Inc., Rose Enterprises, Inc., y Treefarm Center Consultants, Inc. Desarrolla un proceso de marcas de referencia de grupo documentadas para aplicación en empresas de servicio de agua, y además pone a prueba la aplicación del proceso en un estudio de marcas de referencia de administración de energía. Socio en la investigación: Irvine Ranch Water District (a concluirse en 2002).

Awwa Research Foundation

6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098 USA

Teléfono: (+1 303) 347 6100

Sitio Web: <www.awwarf.com/>

Sistema de administración de la calidad del agua y la energía

Fundación de Investigación Awwa (AwwaRF), EMA Services, Inc., y East Bay Municipal Utility District (Oakland, California). Basado en un proyecto piloto, ofrece metodología y lineamientos para evaluar diversos diseños para los sistemas de administración de energía que serán parte de un sistema SCADA para servicios públicos. Determina los beneficios de un sistema de administración de calidad del agua - energía limitada. Basa los beneficios en una gran variedad de escenarios futuros alternativos para la administración de energía, incluyendo desregulación de las empresas de servicios de energía eléctrica. Socio en la investigación: EPRI CEC. Publicado en 1997.

EPRI AMP Centro de Servicio a Clientes 800-432-0267.

Awwa Research Foundation

6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098 USA

Teléfono: (+1 303) 347 6100

Sitio Web: <www.awwarf.com/>

Manual de Auditorías de Energía

Cuarta edición, Albert Thumann, 1995, Fairmont Press, Lilburn, Georgia, Estados Unidos. 444 páginas. El manual describe el proceso de auditoría y sugiere mejoras para una gran variedad de sistemas.

Instrumentación de un sistema prototipo de administración de calidad de agua y energía

Fundación de Investigación Awwa (AwwaRF), EMA Services, Inc. Cuantifica los beneficios proyectados de un sistema de administración de calidad de agua y energía (EWQMS, por sus siglas en inglés) en una empresa grande de servicio de agua. Diseña, modela, instrumenta, mide resultados y documenta la función del Planificador y encargado de la programación de operaciones (OPS) modelada en fases anteriores de la administración de calidad de agua y energía. Desarrolla especificaciones de sitio del software OPS, para que el sistema pueda empezar a operar en seis meses y dar rendimientos positivos de la inversión en un año. Se documenta el desempeño del software OPS después de su instalación y arranque. Socio en la investigación: Colorado Springs Utilities. (A concluirse en 2002).

Awwa Research Foundation
6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098 USA
Teléfono: (+1 303) 347 6100
Sitio Web: <www.awwarf.com/>

Manual de optimización de energía con sistemas de ozono

Fundación de Investigación Awwa (AwwaRF), Process Applications, Inc. Presenta un protocolo de eficiencia energética para los sistemas de ozono utilizado en plantas de agua potable. Documenta una serie de auditorías de una semana en plantas, concentrándose en el sistema de ozono. Cuantifica las mejoras que se instrumentaron. Socio en la investigación: EPRI CEC. Publicado en 1996. EPRIAMP Centro de Atención a Clientes en 800-432-0267.

Awwa Research Foundation
6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098 USA
Teléfono: (+1 303) 347 6100
Sitio Web: <www.awwarf.com/>

Manual práctico de auditorías de energía: sistemas de bombeo

Proyecto de eficiencia energética indo-alemán, agosto de 1999. Tata Energy Research Institute, Bangalore, INDIA, 95 páginas. Presenta algunas ecuaciones de ingeniería y guía para la realización de auditorías.

Teléfono: (+91 11) 468 2100
Sitio Web: <www.teriin.org>

Reconversión de eficiencia energética de calidad para sistemas de agua

Awwa Fundación de Investigación Awwa (AwwaRF), HDR Engineering, Inc. Presenta información práctica para aumentar la probabilidad de reconversiones de administración de energía de alta calidad, confiables y permanentes. Incluye información sobre cómo evitar errores y problemas comunes, sugerencias para seleccionar contratistas, y cómo evaluar proyectos terminados. Socios en la investigación: Comisión de Energía de California y EPRI CEC. Publicado en 1997.

EPRI AMP Centro de Atención a Clientes en 800-432-0267
Awwa Research Foundation
6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098 USA
Teléfono: (+1 303) 347 6100
Sitio Web: <www.awwarf.com/>

Sistema total de administración de calidad de agua y energía

Awwa Research Foundation (AwwaRF), Westin Engineering, Inc. Presenta un modelo genérico para un sistema de software de administración de calidad de agua y energía para la comunidad dedicada a los servicios de agua. Con base en el modelo genérico, desarrolla especificaciones estándar para las aplicaciones de software requeridas para minimizar los costos de energía dentro de las limitaciones de calidad del agua y metas de operación. Socio en la investigación: EPRI CEC. Publicado en 1999.

Awwa Research Foundation
6666 West Quincy Avenue, Denver, CO 80235-3098 USA
Phone: (+1 303) 347 6100
Website: <www.awwarf.com/>

Lineamientos del plan de conservación de agua

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), agosto de 1998, documento 832/D-98-001. Este manual fue preparado por USEPA para ayudar a los planificadores de sistemas de plantas de servicio de agua a incorporar la eficiencia en el uso de agua de parte de los clientes, en la planeación de la planta. Ofrece lineamientos sobre contabilización del agua, medición de fuente, medición de usuario, hojas de trabajo de control de pérdidas de agua, y marcas de referencia del uso de agua por los clientes.

Teléfono: (+1 202) 260 7786
Sitio Web: <www.epa.gov/owm>

RECURSOS ADICIONALES PARA MEJORAMIENTO DE EQUIPO

Casos para estudio en uso residual y conservación de energía en plantas de tratamiento de aguas residuales

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, junio de 1995. Incluye proyectos reales para reducir el uso de energía y producir energía con biogás y biosólidos.

Teléfono: (+1 202) 260 7786

Sitio Web: <www.epa.gov/owm>

Temas principales cubiertos

- Generación de biogás
- Generación de electricidad
- Recuperación de calor residual
- Lecho de secado/deshidratación

Guía para Gerentes e Ingenieros de planta para la conservación de energía

Albert Thumann, 1996. Asociación de Ingenieros de Energía, Fairmont Press, Lilburn, Georgia, Estados Unidos de América, 390 páginas. Cubre alumbrado, electricidad, transferencia de calor, recuperación de calor, ventilación y sistemas de procesos en plantas, como son las bombas.

Los siguientes recursos técnicos están a su disposición para ayudar específicamente a aprovechar oportunidades en sistemas de motores y bombas:

Manual práctico de auditorías de energía: sistemas de bombeo

Proyecto indo-alemán de eficiencia en el uso de energía, agosto de 1999. Tata Energy Research Institute, Bangalore, INDIA, 95 páginas.

Teléfono: (+91 11) 468 2100

Sitio Web: <www.teriin.org>

Temas principales cubiertos

- Bombas centrífugas
- Bombas de desplazamiento positivo
- Regulación de capacidad
- Operación en serie/paralelo
- Programas de administración de energía

Manual sobre eficiencia energética en los sistemas de bombeo

Confederación de Células de Administración de Energía de la Industria India, Centro de Administración de Energía, Ministerio de Energía Indio, septiembre de 1998, 173 páginas.

Teléfono: (+91 44) 466 0571

E-mail: emc@sr.cii.ernet.in

Temas principales cubiertos

- Mejoras en el equipo: bombas
- Impulsores
- Regulación de capacidad
- Estándares/diseño

Cómo mejorar el funcionamiento del sistema de bombas: un libro de consulta para la industria

Departamento de Energía de los Estados Unidos. Oficina de Tecnologías Industriales, enero de 1999.

Teléfono: (+1 800) 862 2086

Sitio Web: <www.oit.doe.gov/bestpractices>

Temas principales cubiertos

- Componentes del sistema de bombas
- Principios del sistema de bombas
- Configuraciones de tuberías
- Tipos de bombas

Costos del ciclo de vida de las bombas: Una guía para el análisis del costo de ciclo de vida de los sistemas de bombeo

Europump and Hydraulic Institute, Parsippany, Nueva Jersey, Frenning, Lars y otros, 2001. Primera edición

Sitio Web: <www.pumps.org>

Herramienta para la evaluación de los sistemas de bombeo

Pumping System Assessment Tool (PSAT) es un programa de software ofrecido por el Departamento de Energía de los Estados Unidos. Al darle datos sobre motor y bomba, el software PSAT calcula la eficiencia, los factores de potencia y los costos estimados para la bomba que se tiene en ese momento y la bomba óptima. PSAT utiliza datos del funcionamiento que pueden tener las bombas y los motores para calcular el ahorro potencial en costos y energía.

Teléfono: (+1 800) 862 2086

Sitio Web: <www.oit.doe.gov/bestpractices>

Para reducción de pérdidas y fugas

Water Wiser, American Water Works, Association:

- ▶ *Water Audits and Leak Detection (Auditorías de agua y detección de fugas) 1999, 96 páginas. Ofrece una guía para realizar auditorías en todo el sistema de agua con hojas de trabajo.*
- ▶ *Leaks in Water Distribution Systems, (Fugas en los sistemas de distribución de agua) 1987, 48 páginas. Guía específica para la detección y reparación de fugas.*

Temas principales cubiertos

- Directorio de productos
- Directorio de compañías de servicios
- Detección y reparación de fugas
- Principios de administración de agua

Teléfono: (+1 800) 559 9855

Sitio Web: <www.waterwiser.org>

E-mail: bewiser@waterwiser.org

Uso eficiente del agua: opciones de tecnología

Mei Xie, Ulrich Kuffner y Guy LeMoigne, 1993, Documento Técnico del Banco Mundial Número 205. Presenta un panorama general de las pérdidas en un sistema y formas de mejorar su funcionamiento.

Lineamientos del plan de conservación de agua

Agosto de 1998, documento 832/D-98-001.

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos preparó este manual para ayudar a los planificadores de sistemas de servicio de agua a incorporar la eficiencia del uso de agua del cliente en la planeación de la planta. Ofrece:

- ▶ Lineamientos en contabilización de agua
- ▶ Medición de fuente, medición de usuario y hojas de trabajo para el control de pérdidas de agua.

Temas principales cubiertos

- Reducción de flujo
- Contabilización
- Medición
- Control de pérdidas
- Perfil del sistema

Teléfono: (+1 202) 260 7786

Sitio Web: <www.epa.gov/owm>

Recursos informativos sobre la prevención de contaminación industrial, CD-ROM, Hagler Bailly Inc., Environmental Export Council USAID, Verano de 2000 (español e inglés)

Este CD-ROM ofrece información sobre la prevención de contaminación industrial y enfoques, métodos y tecnologías de producción más limpia para las agencias gubernamentales, centros de producción limpia y otras ONGs, asociaciones industriales y comerciales, empresas particulares, instituciones académicas y consultores en Latinoamérica y el Caribe.

Temas principales cubiertos

Prevención de contaminación industrial en:

- La industria de alimentos
- La industria de acabado de los metales
- Industria del curtido de pieles
- Otros sectores

Guía para reducir el agua no contabilizada

Consejo de Desarrollo de Agua de Texas, agosto de 1999, revisada. Esta guía ofrece información práctica sobre cómo establecer un sistema amplio de contabilización de agua, incluyendo medición, facturación y detección de fugas.

Sitio Web: <www.twdb.state.tx.us/assistance/coservation/guidebook.htm>

Temas principales cubiertos

- Medición
- Detección de fugas
- Hoja de trabajo para la contabilización de agua
- Lista de verificación de agua no contabilizada

Herramientas para la Optimización de la Distribución de Agua/ Software para Análisis Hidráulico

La lista siguiente presenta ligas a las herramientas de software y a otras organizaciones que ofrecen información. Estas herramientas han ayudado a los gerentes de empresas municipales de servicios de agua a monitorear sus sistemas de distribución de agua, optimizar el funcionamiento del sistema y reducir los costos de energía del sistema de agua.

Derceto: Software de optimización de la distribución de agua para Windows

Herramienta de software que funciona en línea y en tiempo real para optimizar los costos de distribución de agua estableciendo la programación de las bombas y seleccionando las fuentes de agua de menor costo.

Sitio Web: <www.derceto.com/projects.html>

Sistemas de Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA)

Los sistemas SCADA ayudan a los municipios a administrar el tratamiento y distribución de agua así como la recolección y tratamiento de aguas residuales.

Sitio Web: <www.eren.doe.gov/cities_counties/watersy.html>

Si desea tener una lista adicional de paquetes de software de hidrología, visite:

La base de datos de la Universidad de Kassel Irrisoft:

Sitio Web: <www.wiz.uni-kassel.de/kww/irrisoft/pipe/pipe_i.html>

El Centro para Sistemas de Agua en la Universidad de Exeter

Sitio Web: <www.ex.ac.uk/WaterSystems/about_us.html>

Organizaciones:

Departamento de Energía de los Estados Unidos, Mejores Prácticas

Mejores Prácticas ofrece varias guías para la optimización de sistemas de motores y bombas, incluyendo:

- ▶ Manual de administración de energía para sistemas impulsados por bombas
- ▶ Libro de consulta para mejorar los sistemas de bombas
- ▶ MotorMaster + Software
- ▶ Software Pumping System Assessment Tool (PSAT)

Teléfono: (+1 800) 862 2086

Sitio Web: <www.oit.doe.gov/bestpractices>

Servicios de Consultoría para recursos de agua

Este grupo de consultores con oficinas centrales en San Francisco, California, ofrece ligas con herramientas de modelado hidráulico e hidrología en su sitio web, incluyendo ligas a los sistemas de modelado de asociaciones de ingenieros.

Sitio Web: <www.waterengr.com/>

OPCIONES DE POLÍTICA/DSM Y OTROS RECURSOS

Referencias útiles de la American Water Works Association

- ▶ *Guía de conservación de agua para plantas pequeñas y medianas, sección noroeste-Pacífico, 1993. Informe que incluye capítulos sobre cómo estimar los ahorros de agua; ejemplos de medidas de conservación residencial, comercial e industrial; cómo calcular los costos y beneficios, y cómo instrumentar programas de conservación.*
- ▶ *Guía de Prácticas de Información Pública de las Empresas de Servicios de Agua*
- ▶ *Estrategias de participación pública: Manual del Administrador, 1995*
- ▶ *AWWA Journal, (Revista AWWA), noviembre de 1993. Incluye información sobre participación y educación públicas.*
- ▶ *Tarifas de agua orientadas a la conservación, Revista AWWA, noviembre de 1996*

Temas principales cubiertos

- Planeación integral de recursos
- Técnicas de conservación
- Estudio de AWWA sobre el uso eficiente del agua
- Análisis de la viabilidad del sistema

AWWA tiene una división de conservación y extensos recursos para la administración del agua del lado de la demanda. Es un recurso obligado para todos los profesionales del agua.

Teléfono: (+1 303) 794 7711

Sitio Web: <www.awwa.org>

Lineamientos del Plan de conservación de agua

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), agosto de 1998, documento 832/D-98-001.

USEPA preparó este manual para ayudar a los planificadores de los sistemas de las empresas de servicios de agua a incorporar la eficiencia en el uso de agua por parte del consumidor en la planeación de la planta. Ofrece:

- ▶ Lineamientos en contabilización de agua
- ▶ Medición de fuente, medición de usuario y hoja de trabajo de control de pérdidas de agua
- ▶ Marcas de referencia de uso de agua por parte del cliente.

Teléfono: (+1 202) 260 7786

Sitio Web: <www.epa.gov/owm>

Manual del uso eficiente del agua en plantas comerciales, industriales e institucionales

Departamento del Ambiente y recursos Naturales de Carolina del Norte, agosto de 1998. Manual para clientes de empresas grandes de servicios de agua para planear y administrar el uso de agua en forma global.

Temas principales cubiertos

- Principios de administración de agua
- Procesos específicos de la industria
- Eficiencia comparada con la conservación
- Equilibrio del agua
- Reuso

Teléfono: (+1 800) 763 0136

Sitio Web: <www.p2pays.org>

Guía para el Gerente de Planta para la Administración de Agua

Asociación de Usuarios de Aguas Municipales de Arizona, agosto de 2000. Manual para clientes de empresas grandes de servicios de agua para planear y administrar el uso del agua.

Teléfono: (+1 602) 248-8482

Sitio Web: <www.amwua.org>

Temas principales cubiertos

- Inventario
- Análisis de equilibrio del agua
- Monitoreo

Eficiencia en el uso de agua: un recurso para los administradores de empresas de servicios, planificadores comunitarios y otros tomadores de decisiones

Instituto de Administración de Recursos, 1991. Rocky Mountain Institute, The Water Program, Snowmass, CO. Sugiere diversas opciones para la administración de agua del lado de la demanda.

Teléfono: (+1 970) 927 3851

Sitio Web: <www.rmi.org>

Manual sobre captación de agua para áreas urbanas: casos para estudio de Nueva Delhi

Centro para la Ciencia y el Medio Ambiente. Este manual describe el concepto y el proceso involucrado en la captación de agua de lluvia.

Website: <www.cseindia.org>

AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA: INDUSTRIA

GUIAS SENCILLAS SOBRE EL USO EFICIENTE DE AGUA Y ENERGÍA

1. Forme un equipo para el uso eficiente del agua y nombre a un coordinador encargado de la eficiencia del agua.
2. Identifique e instrumente un sistema adecuado de medición.
 - Desarrolle un sistema de medición y líneas de referencia
 - Establezca marcas de referencia para el avance interno y externo.
3. Realice una evaluación de la planta.
 - Identifique las mejoras potenciales en el uso eficiente del agua en la planta de que se trate.
 - Calcule los ahorros de agua esperados y los costos estimados asociados con la instrumentación de los proyectos para el uso eficiente del agua.
4. Establezca un programa de mantenimiento, inspección y evaluación de prácticas de producción.
5. Aumente la conciencia entre los directivos y empleados de la necesidad de hacer un uso eficiente del agua. Haga que los empleados participen en los esfuerzos por mejorar la eficiencia en el uso de agua.
 - Imparta cursos de capacitación sobre las mejores prácticas.
 - Verifique con sus colegas los resultados tecnológicos de proyectos similares, y pídale consejo.

Optimize el Sistema de Distribución de Agua

1. Revise si hay fugas.
 - Revise si hay fugas en tuberías, conectores, bombas y calibradores en cuartos mecánicos y cabezales en todo el edificio. La reparación de las fugas evitará daño adicional a superficies y terminados de madera, tejas del techo y equipo eléctrico. Los ahorros se reflejarán en la factura de agua y también en el pago de una cuota menor por la red de alcantarillado.
 - Las fugas que se presentan en sistemas cerrados pueden ser todavía más costosas. Por lo general, el agua que circula en los enfriadores, el condensador y la tubería de vapor está tratada químicamente para evitar corrosión y alta dureza. Aquí el programa para evitar fugas evita pérdidas de agua así como de costosos productos químicos y parte de la energía necesaria para calentar o enfriar el fluido circulante.
 - Inspeccione y repare los sistemas aislantes dañados. Secciones faltantes o deformadas del aislante indican fugas posibles.
2. Sistemas y torres de enfriamiento
 - Mida y registre el uso de agua.
 - Nunca use enfriamiento de agua de proceso directo. Si no tiene otra opción, deberá reutilizarse el agua en otro lado de la planta.
 - Siempre que sea posible, use enfriamiento de aire, en lugar de enfriamiento de agua.
 - Cuando contrate a un proveedor de torres de enfriamiento, establezca especificaciones basadas en desempeño.

- Investigue el tratamiento de flujo lateral.
 - Investigue el potencial de torres de enfriamiento seco y por agua.
 - Reuse el agua de desecho tratada u otras fuentes de agua para el relleno de la torre de enfriamiento
3. Calderas y agua caliente
- Las calderas, tanques de almacenamiento y tuberías deberán estar aisladas.
 - Use calentadores instantáneos en lugares remotos.
 - Establezca especificaciones basadas en desempeño cuando contrate a un operador-proveedor de calderas.
 - Verifique regularmente las trampas de vapor; las trampas de vapor defectuosas gastan agua y calor.
 - Siempre que sea posible, reuse el agua condensada de vapor y el agua de extracción de la caldera.
 - Cuando sea posible alimente de nuevo el agua usada a los sistemas.
 - Registre el uso de agua y verifique si tiene fugas.
4. Otros equipos y operaciones que utilizan agua
- Use válvulas automáticas que cierran el agua cuando el equipo está apagado.
 - Considere minimizar el uso de agua cuando compre equipo nuevo.
 - Cuando sea posible, use sellos mecánicos o de aceite en lugar de prensaestopas en las bombas.
 - Cuando sea posible, recupere el agua rechazada de las unidades de ósmosis inversa y reúsela.
 - Use tecnología computarizada automática de control para regular el uso de agua.
5. Reuse las aguas residuales
- Trate de cerrar el ciclo de manufactura reutilizando el agua.
 - Trate el agua utilizada sólo si es necesario.
 - Identifique las descargas que pueden ser reutilizadas e instrumente prácticas de reuso.

CÓMO AHORRAR AGUA Y ENERGÍA EN CASA

Con sólo aplicar las medidas presentadas a continuación, un hogar de tamaño promedio puede lograr una reducción del 35% ó más en el uso de agua. El baño es una área clave en la cual debe concentrarse, ya que ahí ocurre casi el 65% de todo el uso interno del agua.

Ahorro de agua dentro de la casa

1. Sanitarios: los sanitarios consumen más agua que cualquier otro equipo en la casa.
 - Revise que no tengan fugas. Ponga unas gotitas de colorante para alimentos o tabletas de identificación de fugas en el tanque del sanitario. Si en 30 minutos aparece el color sin haber jalado el tanque, se tiene una fuga que puede gastar hasta 200,000 litros (52,800 galones) al año. Con frecuencia el arreglo de una fuga puede ser tan sencillo como apretar conexiones flojas, reconectar juntas después de colocar cinta de teflón alrededor de las roscas, o sustituir un flotador gastado, la válvula esférica de hule del tanque o válvula de chapaleta (que sella la abertura entre el tanque y la taza).
 - Descargue el tanque del sanitario con menos frecuencia. No use el sanitario como cenicero o basurero.
 - Dispositivos de desplazamiento/diques en sanitarios. Coloque botellas de plástico llenas de agua en el tanque del sanitario o use un dique económico para sanitario para bloquear parte del tanque. Esto puede ahorrar 40 litros o más (11 galones) de agua al día. Evite el uso de ladrillos que pueden dañar el tanque.
 - Sanitarios de ultra bajo consumo de agua. La instalación de un sanitario de ultra bajo consumo de agua puede ahorrar más de 20 litros (5 galones) cada vez que se usa.
2. Use menos agua.
 - Cierre las llaves completamente y reduzca la cantidad de agua utilizada para lavarse las manos, los dientes, rasurarse y bañarse.
 - Cambie los aireadores de llaves antiguas y de los cabezales de regadera. Los modelos más nuevos tienden a usar menos agua y a proporcionar agua con mayor presión. Cuando sea posible, compre restrictores de flujo económicos para llaves y regaderas.
 - Las regaderas de ahorro de agua, ahorran hasta 20 litros (5 galones) por minuto.
 - Los aireadores de llaves ahorran entre 12 y 65 litros (3 y 17 galones) diarios.
 - Cuando lave los platos en forma manual, no deje correr el agua mientras los enjuaga.
 - Llene por completo la lavadora de ropa y la máquina lavaplatos.
 - Compre máquinas lavadoras más eficientes. Cuando sea posible, compre máquinas aprobadas por Energy Star. Si no es así, las lavadoras de ropa que se cargan por el frente tienden a ser más eficientes. Si compara las especificaciones de los productos también podrá encontrar el modelo más eficiente.
3. Revise si hay fugas
 - Revise que los tubos, mangueras, llaves y coples no presenten fugas. Las fugas pueden ser muy costosas. Una fuga de sólo una gota por segundo gasta cerca de 10,000 litros (2,643 galones) de agua al año. Lea el medidor de agua antes y después de un periodo de dos horas en el que no se haya utilizado agua. Si el medidor no tiene exactamente la misma lectura, hay una fuga. Por lo general,

es menos costoso arreglar las fugas que pagar por agua desperdiciada (hasta 75 litros o 20 galones al día por fuga).

4. Calentador para agua caliente

- Compre un calentador de agua eficiente (234 termias al año para un calentador de agua de gas de 152 litros ó 40 galones, o 4,671 kWh al año para una unidad eléctrica de 152 litros o 40 galones).
- Coloque aislante en sus tubos de agua caliente y en el calentador de agua utilizando aislante de espuma para tubo, camisas para calentador de agua o cualquier otro material aislante aprobado.

5. Reuse las aguas residuales

- Nunca deje escapar el agua por la coladera cuando pueda tener algún otro uso como es riego de plantas o limpieza. Por ejemplo, cuando lave fruta o verduras coloque una cubeta debajo de la llave. Utilice el agua recogida en la cubeta para regar plantas.

Ahorro de agua fuera de la casa

1. Limpieza

- Use una escoba o cepillo para limpiar los patios, entrada, pisos o banqueta y no una manguera. El uso innecesario de la manguera representa un gasto de 1000 litros (2640 galones) de agua por hora.
- Cuando utilice una manguera, coloque en el extremo un rociador con cierre automático, y para evitar fugas, cuando termine, cierre la llave no sólo el rociador.
- Lave su auto sobre el pasto con una cubeta de agua y una esponja.

2. Jardín

- No riegue demasiado el pasto, y plante plantas que necesiten poco mantenimiento con especies locales adaptadas a sus condiciones climáticas (jardinería ornamental con plantas locales)
- Riegue las raíces de las plantas, no las hojas.
- Para reducir pérdidas causadas por la evaporación del agua, riegue el pasto muy temprano en la mañana o al caer la tarde cuando la temperatura y el viento están en su punto más bajo (por lo general se recomienda muy temprano en la mañana para minimizar el rocío, etc.).
- Ajuste los aspersores para que rieguen el pasto, no el pavimento.
- Siempre que sea posible, utilice mangueras de riego por goteo en lugar de aspersores, que desperdician agua debido a la evaporación o por su falta de precisión en el riego.
- No deje los aspersores o mangueras sin atender. Las llaves exteriores pueden dejar salir agua a una velocidad de más de 1000 litros o 264 galones por hora.
- Use cronómetros de riego.

3. Colectores de agua

- 1000 pies cuadrados de techo o pavimento pueden recoger 1500 litros de agua (396 galones) de una pulgada de lluvia. Puede utilizarse una cisterna o barriles para agua de lluvia que capten y almacenen agua de lluvia como fuente para riego o para lavado. De la misma manera, conectar las bajantes de agua de lluvia a los sistemas de recolección puede ayudar también a llenar la cisterna.

4. Instalaciones

- A menos que el agua sea reciclada, evite la instalación de construcciones ornamentales que usen agua (como son las fuentes).
- Si tiene una alberca considere el uso de un nuevo filtro de alberca para el ahorro de agua. Cubra la alberca cuando no se esté utilizando; se pueden perder hasta 200 litros (53 galones) de agua al día debido a la evaporación. Si se deja descubierta, una alberca de tamaño promedio puede perder más de 3,500 litros (925 galones) al mes debido a la evaporación.

AHORRO DE AGUA Y ENERGÍA: MUNICIPIOS Y EMPRESAS DE SERVICIOS DE AGUA

Construya la infraestructura adecuada para un uso eficiente del agua

Y reúna los recursos humanos y financieros para promoverla.

- Nombre a un coordinador encargado del uso eficiente del agua y forme un equipo para el uso eficiente del agua.
- Establezca metas y desarrolle una estrategia para alcanzarlas.
- Eduque y haga participar a los empleados en los esfuerzos por lograr mayor eficiencia en el uso del agua.
- Prepare un presupuesto detallado para alcanzar dicha eficiencia.

Analice el sistema actual

Desarrolle la capacidad institucional para analizar los sistemas y localizar oportunidades de eficiencia.

- Desarrolle un sistema de monitoreo y medición.
- Desarrolle una línea de referencia para el uso de agua y energía.
- Asigne marcas de referencia a los avances internos y externos.

Estimule reducciones en el lado de la demanda

Trabaje con los consumidores para reducir el desperdicio de agua y obtener mayores beneficios de cada litro de agua utilizada. Las reducciones en el lado de la demanda pueden costar tan sólo una tercera parte de los gastos necesarios para construir capacidad adicional.

Precio

- Desarrolle una estructura de precios que refleje el costo real del agua. Asegúrese de que la estructura de tarifas de la empresa de servicios estimula un uso eficiente del agua, o cuando menos no estimula el desperdicio.

Usuario final residencial

- Promueva/distribuya tecnologías para el ahorro de agua como son:
 - Sanitarios de ultra bajo consumo de agua (6 litros por descarga en lugar de hasta 30 litros)
 - Aireadores de llaves de bajo flujo (reduce el flujo de agua hasta en un 50 por ciento, al mismo tiempo que mantiene la presión)
 - Regaderas de alta eficiencia (que usan menos de 10 litros por minuto en lugar de 30 litros)
 - Tabletas para la detección de fugas (una fuga de sólo una gota por segundo puede desperdiciar 10,000 litros al año)
 - Válvulas de repuesto
- Ofrezca programas de instalación y descuentos para los clientes que compren productos de alta eficiencia como son las regaderas de bajo flujo, sanitarios de ultra bajo consumo de agua, lavadoras de ropa, calentadores de agua, etc.
- Es esencial acercarse a los consumidores a través de programas educativos. Incluya consejos para el uso eficiente del agua en las facturas y proporcione material educativo para las escuelas, entre otras cosas.
- Promulgue y aplique códigos de construcción y normas para el equipo que promuevan el uso eficiente del agua.
- Realice auditorías de agua gratuitas para clientes y grandes usuarios.

Usuario final comercial e industrial

- Estimule a las industrias a reducir el uso de agua a través de incentivos.
- Promueva el reuso de las aguas residuales.
- Promulgue y aplique códigos de construcción y normas para el equipo que promuevan el uso eficiente de la energía.
- Introduzca estímulos fiscales para proyectos importantes de eficiencia.
- Ofrezca descuentos sobre el costo instalado del equipo que mejore el uso eficiente del agua, como son torres de enfriamiento más modernas, y cambie el equipo enfriado con agua por equipo enfriado con aire.
- Ofrezca auditorías y estudios sobre el uso del agua.

Tome acciones del lado del suministro

- Mejore las prácticas de operación y mantenimiento para aumentar la eficiencia.
- Instrumente un programa de administración de pérdidas de agua. Concéntrese en las bombas, fugas en válvulas y tuberías, y robos (las pérdidas de agua deben disminuirse a menos del 10%).
- Realice una evaluación de las plantas para identificar oportunidades para ahorrar agua.
- Compre equipo eficiente en el uso de energía del tamaño adecuado:
 - Bombas
 - Motores eficientes en el uso de energía
 - Transmisiones de velocidad regulable
 - Impulsores
 - Tuberías y recubrimientos de baja fricción
 - Válvulas
 - Capacitores
- Introduzca y exija medición universal.
- Intente la distribución de aguas residuales regeneradas para usos no potables.

Acuíferos. Una o más formaciones geológicas que contienen suficiente material saturado poroso y permeable para conducir agua a una velocidad suficiente para alimentar un manantial o para su extracción económica a través de un pozo.

Administración ad hoc. Un enfoque administrativo en donde no se hace ningún esfuerzo global por promover el uso eficiente del agua. Es muy probable que las medidas que se implantan respecto al uso eficiente del agua se hayan tomado sin considerar el efecto sobre la eficiencia en otras partes del sistema.

Agua desperdiciada. Pérdida en el suministro y tratamiento del agua debido a fugas, al uso no autorizado del agua y a una deficiente distribución del agua y del mantenimiento del sistema.

Agua gris o turbia. Agua residual procesada que no es potable, pero que puede usarse eficazmente en el sector industrial y para inodoros o para algunos usos agrícolas.

Agua renovable. La cantidad de agua que una cuenca de captación puede reabastecer durante un cierto período. Cantidad de agua que puede extraerse en forma segura sin peligro de una extracción excesiva.

Auditoría del agua. Examen y revisión metódica del consumo de agua de un cliente. Las auditorías del agua pueden indicar al usuario final oportunidades de ahorro y por consiguiente, actuar como agente catalizador para inducir la implantación de medidas de eficiencia.

Cambio climático. Fenómeno causado por mayores concentraciones de CO₂, metano y otros gases de invernadero, que ha comenzado a afectar en forma adversa a los municipios alrededor del mundo, a través de acontecimientos climáticos extremos como sequías, ondas de calor, inundaciones y tormentas.

Capacitores. Dispositivos que almacenan energía eléctrica capacitiva y se utilizan para corregir el factor de baja potencia. Los capacitores mejoran el factor de potencia y reducen la potencia total (kVA) que consume el equipo, cubriendo las necesidades magnéticas y reduciendo localmente la potencia reactiva (kVAR).

Carga. Medida de la presión indicando la altura de una columna de fluido del sistema que tiene una cantidad equivalente de energía potencial.

Carga estática. El componente de la carga de agua atribuible a la presión estática del fluido.

Carga friccional. El elemento de la carga de agua atribuible a la fricción.

Categorías de uso del agua. Diferentes categorías utilizadas para identificar los diferentes tipos de usuarios del agua, es decir, residenciales, comerciales, etc. Enfocar programas de eficiencia a cada categoría será mucho más eficaz que tener un programa genérico para todos.

Centrífuga. Tipo de equipo utilizado para deshidratar. La centrífuga utiliza la rotación rápida de una mezcla fluida dentro de un recipiente rígido. Los muchos diseños de las centrífugas incluyen las de recipiente sólido, de canasta y de disco troncocónico.

Cloración. Proceso importante de desinfección de las aguas residuales.

Cogeneración. La producción de electricidad utilizando calor de desecho (como en el vapor) proveniente de un proceso industrial o el uso del vapor proveniente de la generación de energía eléctrica como fuente de calor.

Compañía de servicios de energía (ESCO por sus siglas en inglés). Compañía que ofrece reducir los costos de energía de un cliente, compartiendo con frecuencia con el cliente los ahorros en costos por medio de un contrato de eficiencia energética o un programa de ahorros compartidos.

Contabilización del agua. Sistema para contabilizar el agua transportada desde su origen y entregada a los usuarios finales, los clientes. Debe identificar el agua no medida, uso no autorizado, fugas, pérdidas, etc.

Contrato de eficiencia energética (EPC por sus siglas en inglés). Una forma de financiar e implantar un proyecto de mejoras importantes, utilizando los ahorros en costos del cliente para cubrir el costo del proyecto. Una compañía de servicios de energía o ESCO proporciona este servicio.

Control proporcional, integral y derivativo (PID por sus siglas en inglés). Se utiliza para moderar los flujos de aguas residuales en lugar de permitir que aumenten súbitamente y se detengan.

Controles lógicos programables. Sistemas computarizados de control aplicados al equipo controlado eléctricamente como son los variadores de frecuencia de las bombas.

Cribado. Tratamiento primario de aguas residuales para retirar los sólidos.

Defensor. Un defensor decidido de la eficiencia en el uso del agua en una empresa de servicio público de agua.

Deshidratación. Por lo general, el lodo cloacal tiene un contenido de agua de más del 90%, haciendo que sea muy costoso el reciclado o disposición del lodo cloacal pretratado. La deshidratación separa los líquidos de los sólidos, reduciendo así los costos de reciclado o disposición.

Desinfección. Destrucción de microorganismos dañinos, eliminando todo tipo de infecciones.

Desinfección por rayos ultravioleta. Proceso que utiliza una fuente de luz ultravioleta (UV), confinada en un manguito protector transparente. Está instalada de tal manera que el agua pasa a través de una cámara de flujo y los rayos UV son admitidos y absorbidos por la corriente. Estos rayos destruyen las bacterias y desactivan muchos virus.

Determinación de precios basados en tarifas en tiempo real. El costo de comprar o vender energía con base en las tarifas reales a horas específicas durante el día.

Difusores de burbuja. En el tratamiento de aguas residuales, son dispositivos utilizados para agitar y proporcionar oxígeno en el tratamiento biológico.

Digestión. Método de tratamiento biológico del lodo cloacal. La digestión puede ser aeróbica o anaeróbica.

Digestión anaeróbica. Opción en el procesamiento del lodo cloacal que produce metano que puede quemarse como combustible.

Diseño excesivo. Ocasionalmente los diseñadores de sistemas se exceden en la capacidad requerida para cumplir con las condiciones de flujo máximo. Esto puede conducir a problemas operativos y a incrementos en costos.

Eficiencia de la bomba. Medida de la capacidad de una bomba para transferir energía, en forma eficiente, a la acción de bombeado.

Eficiencia de la energía utilizada en el suministro de agua. Optimización del uso de energía para satisfacer las necesidades de agua con efectividad en costos.

Energía en el suministro de agua (Watergy).

Energía utilizada en los sistemas de agua.

Equipo para ahorro de agua. Equipo que ayuda a conservar el agua, por ejemplo, grifos de bajo flujo, inodoros de descarga ultrabaja, lavadoras eficientes, etc.

Equipos para uso eficiente del agua. Equipos que contienen dispositivos baratos para ahorrar agua, proporcionados por los municipios para inducir a los clientes a conservar el agua.

Espesamiento. Proceso de tratamiento del lodo cloacal que elimina la mayor cantidad posible de agua antes de su deshidratación final.

Estabilización. Proceso de tratamiento del lodo cloacal que química o físicamente inmoviliza los elementos peligrosos en los desechos aglutinándolos en una masa sólida. El producto resultante tiene una baja permeabilidad resistente a la lixiviación

Estructura de precios. Sistema que cobra diferentes precios a diferentes clientes y niveles de consumo. Para establecer una estructura apropiada de precios, las compañías de servicios públicos por lo general determinan la elasticidad de los precios en la demanda de agua.

Evaluación de instalaciones. Revisión de todo el equipo y dispositivos involucrados en el procesamiento, entrega y tratamiento del agua, para identificar oportunidades respecto a eficiencia. También se denomina auditoría energética de las instalaciones

Extracción excesiva. Extraer más agua del suelo, lagos y ríos que la que se repone naturalmente. Ésta es una actividad que amenaza el medio ambiente.

Factor de potencia. Relación de potencia activa (kW) a potencia total (kVA). Un bajo factor de potencia indica un nivel alto de potencia reactiva (kVAR) que puede desperdiciar electricidad. Muchas compañías de servicios públicos cobran una penalización por los bajos factores de potencia. La instalación de capacitores puede corregir los bajos factores de potencia.

Filtro al vacío. Sistema de deshidratación del lodo cloacal.

Filtros aeróbicos granulares. Se utilizan para reducir la demanda de oxígeno biológico, los patógenos y los niveles de nitrógeno. Estos filtros consisten en un lecho de material poroso (rocas, escoria, plásticos o cualquier otro medio con un área superficial grande y una alta permeabilidad). Las aguas residuales se distribuyen primero sobre la superficie de los medios donde fluyen hacia abajo como una película delgada para su tratamiento aeróbico y luego son recolectadas en la parte inferior a través de sistemas de drenado.

Filtro prensa. Método para deshidratar el lodo cloacal.

Fosa o zanja de oxidación. Fosa que retiene las aguas residuales parcialmente tratadas, para permitir algas, plantas acuáticas y microorganismos en el proceso de descomposición de los desechos orgánicos.

Fricción. Fuerza que resiste el movimiento relativo entre dos cuerpos en contacto.

Gas de digestor. En la digestión anaeróbica, el lodo cloacal es alimentado a un recipiente sin aire. La digestión produce un gas, que es principalmente una mezcla de metano y bióxido de carbono. El gas tiene un valor combustible y puede ser quemado para proporcionar calor al tanque digestor e incluso para hacer funcionar generadores eléctricos. A este gas se le denomina gas de digestor.

Impulsor. El componente giratorio en una bomba centrífuga que empuja fluido a través del sistema.

Incineración. Método de tratamiento del lodo cloacal que implica quemar la porción sólida de los desechos.

Información cruzada. En este informe, el intercambio de ideas e información entre departamentos y personas de diferentes antecedentes.

Infiltración. Cuando el agua u otro líquido se filtra a una tubería sellada.

Irradiación ultravioleta. La irradiación UV es un proceso de desinfección física y, por consiguiente, diferente al proceso de desinfección química, como la cloración. Se ha convertido en la alternativa a la cloración más común en América del Norte para la desinfección de aguas residuales.

Kilovoltio-amperio (kVA). Una medición de la potencia total, la potencia activa que realiza el trabajo (vatios) y la potencia reactiva, que crea un campo electromagnético (VAR) ($kVA^2 = kW^2 + kVAR^2$). Los capacitores pueden ayudar a reducir la potencia total necesaria suministrando los requerimientos magnéticos (kVAR) en el lugar de trabajo.

Lado de la demanda. Acciones que reducen la cantidad de agua consumida. Esto crea más capacidad en el sistema, posiblemente evitando inversiones en nuevas instalaciones y equipo.

Lavadora de eje horizontal. Tipo de lavadora que gira la ropa a lo largo de un eje horizontal. Por lo general utiliza menos agua que las máquinas de eje vertical.

Línea base. Un análisis de la eficiencia de una empresa de servicio público de agua en un cierto momento, que puede utilizarse para hacer una comparación con la eficiencia futura.

Manómetros. Instrumentos para medir la presión dentro de un sistema de agua.

Marca de referencia (Benchmark). Punto de referencia que pudiera servir como estándar a través del cual es posible medir o juzgar a otros.

Medición. Medición del flujo y consumo de agua y electricidad.

Metano. Hidrocarburo gaseoso inflamable incoloro e inodoro (CH_4) producido por la descomposición de la materia orgánica y la hidrogenación del carbón, que se utiliza como combustible y material de inicio de la síntesis química.

Monitoreo. Seguimiento de los programas para el uso eficiente del agua. Al desarrollar sistemas completos de monitoreo es posible identificar, implantar y verificar muchas oportunidades de ahorro tanto del lado de la oferta como de la demanda.

Nomograma. Gráfica consistente en tres curvas coplanares, cada una graduada para una variable diferente, de tal manera que una línea recta que atraviesa las tres curvas cruza transversalmente los valores relacionados de cada variable.

Obras de cabecera. Dispositivo o estructura en el frente o punto de derivación de una vía de agua para controlar el volumen de agua que fluye.

Organocloro. Subproducto del proceso de desinfección con cloro de las aguas residuales.

Ozonización. Proceso de desinfección de aguas residuales que utiliza ozono.

Paquete. Inclusión de muchos proyectos pequeños en un proyecto más grande.

Perfil de la carga. Conjunto de datos, generalmente en forma gráfica, que representan las características importantes del consumo y demanda energética de parte de los clientes.

Potencia reactiva kilovoltio-amperio (kVAR). Un VAR es igual a un voltio-amperio de potencia reactiva; un kVAR es igual a mil VARs. La potencia reactiva no funciona como potencia activa (kilovatios), sino que produce un campo electromagnético. La instalación de un capacitor puede generar el campo magnético necesario en el lugar de trabajo, reduciendo la potencia total (kilovoltio-amperios) necesaria para que funcione un equipo.

Proyecto piloto. Versión en pequeña escala de un proyecto grande. A muchas compañías de servicios públicos les gusta probar ideas y medidas potenciales a un nivel de proyecto piloto pequeño, antes de comprometerse con una inversión grande.

Recalibración. Reformulación del conjunto de graduaciones para indicar los valores o posiciones en un instrumento medidor.

Recompensa (Buyback). Ofrecer dinero a las industrias cuando tienen éxito al reducir diariamente algunos niveles de agua.

Recuperación (Payback). Tasa a la cual los ahorros del proyecto cubren los costos iniciales del mismo.

Rendimiento sobre la inversión (ROI por sus siglas en inglés). Una medición financiera utilizada para evaluar proyectos ($\text{ROI} = \text{utilidad/capital promedio} \times 100$).

Revestimiento de la tubería. Revestir el interior de las tuberías con un material de baja fricción para reducir las pérdidas por fricción.

Secado al descubierto. Etapa final en el proceso primario de tratamiento del lodo cloacal en donde el lodo digerido se coloca en lechos de arena para secarse al descubierto. Para lograr la mayor eficiencia este secado requiere un clima seco, relativamente cálido. Algunas plantas tienen una estructura similar a un invernadero para proteger los lechos de arena.

Separación de sólidos. Proceso de tratamiento de aguas residuales para separar los sólidos de dichas aguas.

Sistema de administración de energía. Estructura administrativa diseñada para identificar, implantar y verificar los ahorros derivados de las oportunidades del uso eficiente de la energía.

Sistema de medición. Medidas de la eficiencia en el uso del agua. Al crear un sistema de medición para evaluar las mejoras e identificar las ineficiencias, los equipos administrativos de la eficiencia en el uso del agua estarán en mejores condiciones de establecer prioridades respecto a oportunidades y evaluar su avance.

Sistemas computarizados de control.

Administración del uso de la energía controlando la operación de las bombas, monitoreando su eficiencia, cambiando las cargas a horas no pico y controlando las transmisiones de velocidad variable o las bombas.

Sistemas de control de aireación. Sistemas de control que ayudan a optimizar el tratamiento del agua controlando y ajustando la cantidad de aire que se introduce en los depósitos de aguas residuales.

Subcontratación (Outsourcing). Práctica de subcontratar una función o casi todas las funciones con compañías externas. Véase también “contratos de servicios de energía”.

Subsidio al agua. El cargo a los consumidores de una tarifa baja de agua, aunque el verdadero costo del uso del agua sea mucho más alto. Esto tiene un efecto de distorsión y también fomenta una conducta de desperdicio.

Tasa financiera mínima. Tasa de rendimiento sobre la inversión que debe alcanzar un proyecto propuesto para poder ser implantado.

Transmisión de velocidad regulable. (ASD por sus siglas en inglés). Dispositivos que permiten que las bombas y los motores regulen sus velocidades de acuerdo con los requerimientos de cargas variables.

Tratamiento del lodo cloacal. Estabilización o eliminación de desechos peligrosos de residuos que son una mezcla de líquidos y sólidos.

Tratamiento primario. Método clave para retirar los contaminantes de las aguas negras mediante sedimentación.

Tratamiento secundario. También conocido como tratamiento biológico, este proceso además reduce la cantidad de sólidos ayudando a las bacterias y a otros microorganismos a consumir el material orgánico en las aguas negras.

Trihalometanos. Subproductos clorados provenientes de los procesos de desinfección de las aguas residuales.

Triturador. Equipo que tritura los desechos en partículas más finas.

Uso de agua regenerada. Agua que ha sido usada y que normalmente se desecharía, pero que es reutilizada.

Valor-C. Un factor de valor utilizado para indicar la lisura del interior de una tubería. Cuanto más alto sea el valor-C más lisa será la tubería, mayor su capacidad de conducción y menor la fricción o pérdidas de energía del agua que fluye en la misma. Para calcular el valor-C deberá medirse el flujo, el diámetro de la tubería, la distancia entre dos manómetros y la fricción o pérdida de energía del agua que se encuentra entre ellos.

Válvula de derivación. Válvula que permite que el flujo pase alrededor de un componente del sistema, mediante el aumento o disminución de la resistencia al flujo en una línea de derivación.

Válvulas reguladoras. Válvula que regula el suministro de un líquido aumentando o disminuyendo la resistencia del flujo al pasar.

Variadores de frecuencia. Transmisiones utilizadas para que los motores y las bombas coincidan con los requerimientos de cargas variables.

Referencias

- Alliance to Save Energy. 2000. "The Impacts of Declining Water Tables in Ahmedabad" (Impacto del descenso del manto freático en Ahmedabad). Informe no publicado preparado con ayuda de Ahmedabad Energy Corporation. Washington, D.C.
- American Gas Association. 2000. "Gaining Control Over Energy Costs" (Cómo tener el control de los costos de energía) Natural Gas Applications in Industry Vol. 13, Número 4 (Invierno), Washington, D.C.
- Arora, H. y M. LeChevallier. 1998. "Energy Management Opportunities" (Oportunidades en la administración de energía). AWWA Journal, febrero.
- Björlenius, Berndt. 2001. "Local Sewage Treatment Plant for Hammarby Sjöstad, Phase 1 Outline" (Presentación de la Planta Local de Tratamiento de Aguas Negras para Hammarby Sjöstad, Fase 1). Ciudad de Estocolmo, Suecia, noviembre.
- Brown, Michael. 1999. "A Management System for Energy Proposed" (Sistema de administración para energía propuesta). Energy Manager, julio/agosto.
- Casada, Don. 1999. Pumping Systems Field Monitoring and Application of the Pumping System Assessment Tool (Monitoreo de campo de los sistemas de bombeo y aplicación de la herramienta para la evaluación de los sistemas de bombeo). (Oak Ridge, TN. Departamento de Energía de los Estados Unidos).
- CEGESTI, CACIA, y el Gobierno de Costa Rica. 1995. 50 Sugerencias para una mejor eficiencia ambiental en la industria de alimentos. Preparado con ayuda de la Embajada de Canadá en Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Ciudad de Austin. 2000. "Water and Wastewater Treatment Costs and the Potential of Conservation to Reduce these Costs" (Costos del agua y del tratamiento de aguas residuales y las posibilidades de conservación para reducir estos costos). Informe de Agua de Austin, Texas.
- Ciudad de Estocolmo. 2000. "Welcome to Hammarby Sjöstad" (Bienvenidos a Hammarby Sjöstad). Folleto. Proyecto Hammarby Sjöstad, Real Estate, Streets, and Traffic Administration. Estocolmo, Suecia, diciembre.
- Confederation of Indian Industry (CII). 1998. Manual on Energy Efficiency in Pumping Systems (Manual sobre eficiencia energética en los sistemas de bombeo). Célula de Administración de Energía. Nueva Delhi, India, septiembre.
- Gleick, Peter. 2001. "Making Every Drop Count" (Haciendo que cada gota cuente). Scientific American, febrero.
- Iowa Association of Municipal Utilities (IAMU). 1998. Tap into Savings: How to Save Energy in Water and Wastewater Systems (Genere ahorros: Cómo ahorrar energía en sistemas de agua y aguas residuales). Ankeny, Iowa. <www.iamu.org/main/energy/water/water-port.htm> (accesado en febrero de 2001).
- Jordao, E.P. 1995. "Tratamento de Esgotos Domésticos" Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil.
- Klein, Michael y Timothy Irwin. "Regulating Water Companies" (Regulación de las Compañías de Agua). Grupo del Banco Mundial 1999, The Private Sector in Water, Washington, D.C.
- Lau, Peter J. 1997. "Applying Disinfection Alternatives to Wastewater Treatment" (Aplicación de alternativas de desinfección en los tratamientos de aguas residuales). Pollution Engineering. 1º de septiembre. <www.pollutionengineering.com/archives/1997/pol0901.97/09akc1f0.htm>
- Loh, David. "Promotion of Public Information on Water Conservation in Singapore" (Promoción de información pública sobre conservación de agua en Singapur). Artículo presentado en el Seminario sobre la Promoción de la Información Pública sobre la Conservación de Agua, organizado por ESCAP en Bangkok, del 23 al 25 de mayo de 2000.
- Ng, K.H., C.S. Foo y Y.K. Chan. 1997. "Unaccounted-for Water: Singapore's Experience" (Agua no contabilizada: Experiencia de Singapur). Journal of Water Supply Research and Technology, Vol. 46, número 5, octubre.

- Norland, Doug y Laura Lind. 2000. "Corporate Energy Management: A Survey of Large Manufacturing Companies" (Administración corporativa de la energía: estudio de compañías manufactureras grandes) 22nd Industrial Energy Technology Conference Proceedings. Houston, Texas, abril de 2000.
- North Carolina Department of Environment and Natural Resources. 1998. Water Efficiency Manual for Commercial, Industrial and Institutional Facilities (Manual de eficiencia en el uso de agua para instalaciones comerciales, industriales e institucionales). Raleigh, N.C., agosto.
- Obmascik, Mark. 1993. "Water Conservation: Dozens of Ways to Save Water, the Environment, and a Lot of Money" (Conservación de agua: docenas de maneras para ahorrar agua, conservar el medio ambiente y ahorrar mucho dinero). Denver Colorado, American Water Works Association, agosto.
- Oliver, Julia y Cynthia Putnam. 1997. "How to Avoid Taking a Bath on Energy Costs" (Cómo evitar darse un baño en costos de energía) Opflow, mayo.
- Population Action International. 1990. Water Stress Index, 1990: Sustaining Water: An Update (Índice de la importancia del agua, 1990: cómo conservar el agua: una actualización). Washington D.C.
- Postel, Sandra. 2001. "Growing More Food with Less Water" (Cómo cultivar más alimentos con menos agua). Scientific American, marzo.
- Rached, Eglal, Eva Rathgeber y David B. Brooks, eds. 1996. "Water Supply and Management in Rural Ghana" (Suministro de agua y administración en las áreas rurales de Ghana). Capítulo 12 en el International Development Research Center. Water Management in Africa and the Middle East: Challenges and Opportunities (Administración de agua en África y el Medio Oriente: Retos y oportunidades). Ottawa, Canadá.
- Rocky Mountain Institute. 1994. "Water Efficiency" (Eficiencia en el uso de agua). Snowmass, Colorado, noviembre.
- Tata Energy Research Institute. 1999. Practical Energy Audit Manual: Pumping Systems (Manual práctico de auditorías de energía: Sistemas de bombeo). Proyecto de eficiencia energética indo-alemán. Bangalore, India, agosto.
- USAID. 2000a. Energy Savings Opportunities in Kolhapur City Water Supply (Oportunidades de ahorro de energía en el suministro de agua de la Ciudad de Kolhapur). Preparado por el International Resource Group y Prima Techno-Commercial Services. Washington, D.C., junio.
- USAID. 2000b. Water Practices in the Hotel Industry in Barbados (Prácticas de uso de agua en la industria hotelera en Barbados), preparado por Hagler Bailly Services Inc. Washington, D.C., marzo.
- USAID. 2001. Apaterm Water Distribution System, Galati, Romania. Proyecto de Eficiencia Energética Ecolinks. Preparado por The Cadmus Group Inc., y Apaterm, S.A. Arlington, Virginia.
- USAID, Hagler Bailly, y Environmental Export Council. 2000. "Prevención de la contaminación en una fábrica textil del Ecuador", julio de 1998. Information Resources on Industrial Pollution Prevention (CD-Rom, verano). Corporation for Technological and Scientific Management for the Urban Environment – OIKOS, Quito, Ecuador.
- U.S. Department of Energy (DOE). 1996. "Reducing Power Factor Cost" (Cómo reducir el costo del factor de potencia). DOE/GO-10096-286. Washington, D.C.
- _____. 1999. Improving Pumping System Performance: A Sourcebook for Industry (Cómo mejorar el funcionamiento de los sistemas de bombeo: Libro de consulta para la industria) Office of Industrial Technologies. Washington, D.C., enero.
- _____. 2000. International Energy Annual 1999. Energy Information Administration. <http://www.eia.doe.gov/pub/international/ieapdf/te_01.pdf> (accesado en diciembre 2000). Washington, D.C.

- U.S. Environmental Protection Agency (USEPA). 1998. "Appendix A: Water Conservation Measures." Guidelines for Preparing Water Conservation Plans (Apéndice A: Medidas para la conservación de agua, Lineamientos para preparar planes para la conservación de agua) Washington, D.C., agosto.
- Water Environment Federation. 1990. "Operation of Municipal Wastewater Municipal Plants" (Operación de plantas municipales de aguas residuales). MOP 11.
- Wong, A.K., L. Owens-Viani, y P. Gleick., eds. 1999. Sustainable Use of Water: California Success Stories (Uso sustentable del agua: Historias de éxito de California). Oakland, CA: Pacific Institute, enero.
- World Health Organization (WHO). 1989. Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture (Lineamientos sanitarios para el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura). Ginebra, Suiza.
- _____. 2000. Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report (Informe 2000 sobre Evaluación de los aspectos sanitarios y el suministro de agua mundial). <www.who.int/water_sanitation_health/Globassessment/Global1.htm#1.1> (accesado en diciembre 2001). Ginebra, Suiza.
- Xie, Mei, Ulrich Kuffner, y Guy LeMoigne. 1993. Using Water Efficiently: Technological Options. (Uso eficiente del agua: Opciones tecnológicas) Banco Mundial, Artículo técnico Número 205. Washington, D.C.

Índice de Términos Principales

- Accra (Ghana), 61, 87-88
- Acuíferos, 129
- Ad hoc (estilo de administración), 11, 12, 129
- Administrador encargado de la eficiencia, 12, 99
- Agua no contabilizada, 28, 30, 84, 133, 135
- Ahmedabad (India), 19, 36, 45, 51, 61, 89-90, 135
- American Gas Association, 14, 135, 142
- American Water Works Association, 27, 109, 111, 119, 136
- Auditorías de agua, 53, 54, 68, 85, 133
- Austin (Texas, EE.UU.), vii, 15, 30, 41, 54, 55, 61, 62-63, 135, 143
- Banco Mundial, 27, 31, 102, 107, 109, 116, 135, 137, 142
- Barbados, 49, 136
- Bulawayo (Zimbabwe), vii, 19, 61, 91, 144
- CAGECE, vii, x, 12, 13, 17, 97, 99
- Cambio climático, 129
- Capacitores, 35, 36, 88, 127, 129, 131
- Cary (Carolina del Norte, EE.UU.), 107
- Centrífugas, 129
- Cloración, 40, 129
- Cogeneración, 82, 130
- Columbus (Georgia, EE.UU.), vii, 19, 61, 93-94
- Contabilización del agua, 31, 133
- Contaminación, 74, 94, 107, 117, 135, 136
- Contratos de servicio de energía, 44
- Control de aireación, 129
- Controles lógicos programables, 131
- Costa Rica, 55, 135
- Council of Energy Efficiency Companies (CEEC), 44
- Deshidratación, 130
- Desinfección ultravioleta, 133
- Desinfección, 39, 130, 135
- Determinación de precios basados en tarifas en tiempo real, 131
- Difusores de burbuja, 129
- Digestión anaeróbica, 129
- Digestión, 130
- Diseño excesivo, 34, 131
- Ecuador, 54, 136
- Eficiencia de las bombas, 132
- Electric Power Research Institute, x, 110
- Empresa de servicios públicos del Báltico, 27, 28, 109
- Equipos de eficiencia, 54, 130
- Estabilización, 132
- Estocolmo (Suecia), vii, 1, 61, 65-67, 135, 143
- Estructura de precios, 131
- Extracción excesiva (del agua), 131
- Fairfield (Ohio, EE.UU.), vii, 43, 61, 95-96
- Filtro al vacío, 133
- Filtros aeróbicos granulares, 133
- Filtros prensa, 130
- Fortaleza (Brasil), 1, 8, 17, 27, 61, 97-99
- Fosa de oxidación, 39, 132
- Gas de digestor, 130
- Ghana Water and Sewerage Corporation, 57
- Herramientas técnicas, 26

- Impulsor, 131
- Incineración, 39, 131
- Indore (India), vii, 1, 7, 12, 20, 21, 61, 100-101
- Infiltración, 131
- Información cruzada, 130
- Instrumentos portátiles, 24
- Irradiación ultravioleta, 133
- Johanesburgo (Sudáfrica), 61, 80, 81
- Kolhapur (India), 37, 136
- Lago Baiyangdian (China), 49
- Líneas de referencia, 23, 25, 121, 129
- Lviv (Ucrania), vii, 61, 102-103
- Manómetros, 132
- Máquina lavadora de eje horizontal, 131
- Mar Aral, 10
- Medellín (Colombia), vii, 61, 77
- Metano, 131
- NAESCO, x, 44
- Namibia, 41
- Organocloro, 131
- Ozonización, 40, 132
- Pérdidas de agua, 7
- Perfil de carga, 131
- Programas Corporativos de Administración de Energía (CEMPs), 14
- Programa de Mejores Prácticas en Plantas, 74, 75
- Proyectos piloto, 42, 71, 132
- Pune (India), vii, x, 1, 21, 37, 61, 104-105
- Recalibración, 132
- Recompensas (buyback), 63, 129
- Recuperación, 43, 132
- Reducción de fugas, 30
- Rendimiento sobre la inversión (ROI), 132
- Reuso (aguas residuales), 3, 41, 55
- Revestimiento de la tubería, 132
- San Diego (California, EE.UU.), vii, 61, 82, 83, 143
- Secado al aire libre, 129
- Separación de sólidos, 130
- Singapur, vii, 53, 61, 84, 85, 135, 143
- Sistema de administración de energía, 130
- Sistema de medición, 25, 131
- Sistemas de control computarizado, 37, 130, 132
- Subcontratación (Outsourcing), 19, 131
- Subsidios al agua, 133
- Sydney (Australia), vii, 1, 25, 47, 61, 67-69, 143
- Tasa financiera mínima, 130
- Texas (EE.UU.), 6, 30, 41, 54, 55, 64, 117, 135, 136, 142
- Toronto (Canadá), vii, 1, 8, 19, 48, 49, 54, 61, 74-76, 142
- Tratamiento de lodo cloacal, 132
- Tratamiento secundario, 38, 132
- Trihalometanos, 133
- Trituradores, 130
- Uso de agua regenerada, 132
- Variadores de frecuencia, 133
- Water Wise, 80, 81, 109, 116
- WaterPlan, 21, 143

¹ Con base en los siguientes datos e hipótesis:

1. 1000 millas cúbicas (o 4.2 quadrillones de litros) del consumo mundial total anualmente (Gleick 2001).
2. 6 kWh por 10,000 litros de agua bombeada (calculada por la Alianza para el Ahorro de Energía)
3. Se estima que 30 % del agua es usada por las áreas urbanas(Postel 2001)
4. El consumo total anual de energía a nivel mundial es de 381.9 Quads (DOE 2000)
5. $[(4.2 \text{ quadrillones de litros} \times 0.0006 \text{ kWh/litro}) \times 10,600 \text{ Btu/kWh}] = 26.7 \text{ Quads}$ y $26.7 \text{ Quads} / 381.9 \text{ Quads} = 7 \%$

² CII 1998. Adicionalmente la Alianza para el Ahorro de Energía estimo un potencial de 30 % de ahorro en empresas municipales de servicios de agua, basado en promedios de niveles de agua no contabilizada, oportunidades de mejora en la eficiencia de los sistemas de bombeo, y la aplicación de otras tecnologías de reducción de consumos del lado de la demanda.

³ Con base en los siguientes datos e hipótesis:

1. Se estima que 30 % del agua es usada por las áreas urbanas(Postel 2001)
2. 30 % de potencial de ahorro en empresas municipales de servicios de agua (De acuerdo a estimaciones de la Alianza para el Ahorro de Energía basadas en en promedios de niveles de agua no contabilizada, oportunidades de mejora en la eficiencia de los sistemas de bombeo, y la aplicación de otras tecnologías de reducción de consumos del lado de la demanda) en promedios de niveles de agua no contabilizada, oportunidades de mejora en la eficiencia de los sistemas de bombeo, y la aplicación de otras tecnologías de reducción de consumos del lado de la demanda
3. Tailandia 2.47 Quads en 1999 (DOE 2000)

⁴ United Nations (UN),

“WorldUrbanization Prospects: Revisión 1999,”
<<http://www.un.org/esa/population/publications/wup1999/urbanization.pdf>> (accesado en Enero 2002)

⁵ Con base en los siguientes datos e hipótesis:

1. 1000 millas cúbicas del consumo mundial total (Gleick 2001).
2. 6 kWh por 10,000 litros de agua bombeada (calculada por Alliance to Save Energy)
3. Japón; 5471 Petacalorias (21.71 Quads) y Taiwán; 819 Petacalorias (3.25 Quads) en 1999 (DOE 2000).

⁶ Oliver and Putnam 1997.

⁷ Basado en un análisis realizado por Laura Lind de Alliance to Save Energy, utilizando el Modelo Energy Code Links (MECS), 1991. Véase también Arora y LeChevallier 1998.

⁸ “Section 2: The Water Crisis: Where We Are Today and How We Got There,” (<watervision.cdinet.com/pdfs/commission/cchpt2.pdf>), “Human Appropriation of the World’s Fresh Water Supply,” (<www.sprl.umich.edu/GCL/Notes-1999-Winter/freshwater.html>) en el reporte por la World Commission on Water, (Comisión Mundial del Agua) <watervision.cdinet.com/commreport.htm> (accesado diciembre 2001).

⁹ WRI, “Table FW.1,” <www.wri.org/wr-00-01/pdf/fw1n_2000.pdf> (accesado diciembre 2001)

¹⁰ Población Acción Internacional 1990.

¹¹ UN Habitat “Global Urban Indicators,” <<http://www.unhcr.org/guo/gui/index.html>> (accesado enero 2002). Un promedio de más de 230 ciudades se encuentran documentadas en este estudio.

¹² Organización Mundial de la Salud (OMS), “Global Water Supply” Sección 5.2. <www.who.int/water_sanitation_health/Globa/ssessment/Global5-2.htm> (accesado diciembre 2001).

¹³ Organización Mundial de la Salud (OMS), “Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report”, <www.who.int/water_sanitation_health/Globa/ssessment/Global.htm#1.1> (accesado diciembre 2001).

¹⁴ Klein e Irwin 1999.

¹⁵ Departamento de Energía de los Estados Unidos, International Total Primary Energy Consumption (Demanda) Pronósticos http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/pdf/append_a.pdf (accesado enero 2002)

¹⁶ Mukami Kariuki, “WSS Services for the Urban Poor”, <www.wsscc.org/vision21/does/doc16.html> (accesado diciembre 2001)

¹⁷ Con base en un análisis realizado por Laura Lind de Alliance to Save Energy, utilizando Model Energy Code Links (MECS), 1991. Véase también Arora y Le Chevallier 1998.

¹⁸ WRI, 27 de octubre de 2000, “Water Quantity Conditions and Trends” y “Water Critical Shortages Ahead?” <www.wri.org/trends/water.html> (accesado diciembre 2001).

- ¹⁹ WRI, "Freshwater Systems, Water Quantity" <www.wri.org/trends/water.html> (accesado diciembre 2001).
- ²⁰ Con base en los siguientes datos e hipótesis:
 4. Aproximadamente un 30% del agua es utilizada por las áreas urbanas (Postel 2001)
 5. Existe un ahorro potencial del 30% en las empresas municipales de servicio de agua (calculado por Alliance to Save Energy con base en niveles promedio de agua desperdiciada, cálculos de las oportunidades de mejora en la eficiencia de las bombas y otra tecnología de reducción en el lado de la demanda).
 6. Tailandia, 622.4 petacalorias (2.47 Quads) en 1999 (DOE 2000).
- ²¹ Water Supply and Sanitation Collaborative Council, "Water Demand Management and Conservation", <www.wsscc.org/activities/vision21/docs/doc26.html> y <www.who.int/water_sanitation_health/wss/sustoptim.html> (accesado diciembre 2001).
- ²² WRI, "Tabla FW.1 <www.wri.org/wr-00-01/pdf/fw1n_2000.pdf> (accesado en diciembre de 2001)
- ²³ Población Acción Internacional 1990.
- ²⁴ Kariuki, "WSS Services," <www.wssc.org/vision21/docs/doc16.html> (accesado diciembre 2001).
- ²⁵ CII 1998.
- ²⁶ UNICEF <www.unicef.org/pon97/water4.htm> (accesado diciembre 2001)
- ²⁷ Departamento de Energía de los Estados Unidos, "Tomorrow's Energy Today for Cities and Counties," <www.eren.doe.gov/cities_counties/watersy.html> (accesado diciembre 2001).
- ²⁸ Comunicaciones personales entre el Sr. Joe Boccia, el Sr. Roman Kaszczij y la Sra. Tracy Korovesi de la compañía Toronto Water Utility
- ²⁹ Departamento de Energía de los Estados Unidos <www.eren.doe.gov/cities_counties/watersy.html> (accesado diciembre 2001).
- ³⁰ Con base en un análisis realizado por la Alliance to Save Energy en forma conjunta con el Equipo de Administración de Energía de Indore Municipal Corporation.
- ³¹ Norland, Lind 2000, pp. 220-27.
- ³² American Gas Association, 2000, pp. A10-A11.
- ³³ Brown 1999.
- ³⁴ Norland and Lind 2000, pp. 220-27.
- ³⁵ Tata Energy Research Institute 1999.
- ³⁶ IAMU 1998.
- ³⁷ Tata Energy Research Institute 1999.
- ³⁸ Casada 1999
- ³⁹ Casada 1999.
- ⁴⁰ CII 1998
- ⁴¹ Tata Energy Research Institute 1999.
- ⁴² Comunicación personal con Amarquaye Armar, Especialista Principal en Energía, Banco Mundial, 26 de febrero de 2001.
- ⁴³ Helsinki University of Technology, Water Utility Benchmarking <www.water.hut.fi/BUBI/> (accesado diciembre de 2001).
- ⁴⁴ USEPA 1998
- ⁴⁵ IAMU 1998
- ⁴⁶ USEPA 1998
- ⁴⁷ Xie, Kuffner y Le Moigne 1993, p. 25.
- ⁴⁸ Adaptado de Xie, Kuffner y Le Moigne 1993, p. 25.
- ⁴⁹ IAMU 1998
- ⁵⁰ USEPA 1998
- ⁵¹ Xie, Kuffner y Le Moigne 1993, p. 19.
- ⁵² Texas Water Development Board, agosto de 1999, "A Guidebook for Reducing Unaccounted for Water", <www.twdb.state.tx.us/assistance/conservation/guidebook.htm> (accesado en diciembre de 2001).
- ⁵³ USAID 2001
- ⁵⁴ CII 1998, pp. 55-58.
- ⁵⁵ CII 1998, pp. 56-57.
- ⁵⁶ CII 1998, pp. 57 y 99.
- ⁵⁷ DOE 1999, pp. 1-8.
- ⁵⁸ DOE 1999, pp. F10-3.
- ⁵⁹ CII 1998.
- ⁶⁰ DOE 1999, pp. 1-7.
- ⁶¹ DOE 1996.
- ⁶² DOE 1999.
- ⁶³ USAID 2000a.
- ⁶⁴ IAMU 1998.
- ⁶⁵ Water Environment Federation 1990
- ⁶⁶ IAMU 1998.
- ⁶⁷ IAMU 1998.
- ⁶⁸ IAMU 1998.
- ⁶⁹ Jordão 1995.
- ⁷⁰ Lau 1997, <www.pollutionengineering.com/archives/1997/pol0901.97/09akc1f0.htm> (accessed December 2001).

- ⁷¹ Soroushian, Fred, Administrador de Proyecto y Director Tecnológico para Desinfección UV en CH2MHill, Correo Electrónico: FSoroush@CH2M.com
- ⁷² IAMU 1998.
- ⁷³ IAMU 1998.
- ⁷⁴ Xie, Kuffner y LeMoigne 1993, p. 25.
- ⁷⁵ Gleick 2001.
- ⁷⁶ WHO 1989.
- ⁷⁷ National Association of Energy Service Companies, "Misiones comerciales a México, Japón/Tailandia y Brasil", www.naesco.org (accesado diciembre de 2001).
- ⁷⁸ Alliance to Save Energy 2000.
- ⁷⁹ Sydney Water 2000, "Using Water: Encouraging Efficient Use of Water by the Community (Uso del agua: cómo estimular el uso eficiente del agua de parte de la comunidad)", www.sydneywater.com.au/html/AER2000, (accesado diciembre de 2001).
- ⁸⁰ Gleick 2001
- ⁸¹ Reuters, "Major Chinese Lake Disappearing in Water Crisis" ("Importante lago chino desaparece en crisis de agua"), asia.cnn.com/2000/NATURE/12/20/china.lake.reut/. Publicado: 2:33 PM EST (1933 GMT) 20 de diciembre de 2000.
- ⁸² Alliance to Save Energy 2000.
- ⁸³ USAID 2000b.
- ⁸⁴ Obmascik 1993
- ⁸⁵ Rocky Mountain Institute 1994
- ⁸⁶ Obmascik 1993, tabla 4-2
- ⁸⁷ Obmascik 1993, tabla 4-3
- ⁸⁸ Sitio Web de Singapore Public Utility Board, www.pub.gov.sg/ce.html (accesado diciembre de 2001).
- ⁸⁹ Rand Water Homepage, www.waterwise.co.za.
- ⁹⁰ USAID, Hagler Bailly y Environmental Export Council 2000
- ⁹¹ North Carolina Department of Environment and Natural Resources, 1998 (Departamento del Medio Ambiente y Recursos Naturales de Carolina del Norte 1998), 120 pp.
- ⁹² CEGESTI, CACIA, y el Gobierno de Costa Rica 1995.
- ⁹³ North Carolina Department of Environment and Natural Resources 1998. (Departamento del Medio Ambiente y Recursos Naturales de Carolina del Norte 1998).
- ⁹⁴ Wong, Owens-Viani y Gleick 1999.
- ⁹⁵ Rached, Rathgeber y Brooks 1996.
- ⁹⁶ Kariuki, "WSS Services", www.wsscc.org/vision21/docs/doc16.html (accesado en diciembre 2001)
- ⁹⁷ OMS, "Global Water Supply" (Suministro Mundial de Agua), www.who.int/water_sanitation_health/Globassessment/Global3.4.htm.
- ⁹⁸ Water Supply and Sanitation Collaborative Council, (Consejo de Colaboración para el Suministro y Sanidad del Agua), "Water Demand Management and Conservation" (Conservación y Administración de la Demanda de Agua), www.wsscc.org/activities/vision21/docs/doc26.html y www.who.int/water_sanitation_health/wss/sustoptim.html (accesado en diciembre de 2001).
- ⁹⁹ Ciudad de Austin 2000.
- ¹⁰⁰ Ciudad de Estocolmo 2000.
- ¹⁰¹ Ciudad de Estocolmo 2000.
- ¹⁰² Björlenius 2001.
- ¹⁰³ Comunicación personal con Berndt Björlenius, líder de proyecto para la Planta de Tratamiento de Aguas Negras para Hammarby, Sjöstad, julio de 2001.
- ¹⁰⁴ Sydney Water Corporation, WaterPlan21, (www.sydneywater.com.au/html/Environment/waterplan21.cfm) y 2000-05 Environmental Plan (http://www.sydneywater.com.au/html/Environment/enviro_plan_2000.cfm) (ambos accesados en enero de 2002).
- ¹⁰⁵ Sydney Water Corporation, Sydney Water Annual Report 2001 (www.sydneywater.com.au/html/about_us/report_2001/index.html) y Sydney Water Towards Sustainability (www.sydneywater.com.au/html/tsr/about/about.html) (ambos accesados en enero de 2002).
- ¹⁰⁶ Comunicación personal con Juan Carlos Herrera Arciniegas, especialista en planeación de EEPPM, marzo de 2001.

¹⁰⁷ Rand Water Homepage, <www.waterwise.co.za> (accesado en diciembre de 2001).

¹⁰⁸ Website de la Ciudad de San Diego, octubre de 2001, "News", <www.sannet.gov/mwwd/news/index.shtml> (accesado en diciembre de 2001).

¹⁰⁹ Ng, Foo, y Chan 1997.

¹¹⁰ Ng, Foo, y Chan 1997.

¹¹¹ Loh 2000.

¹¹² Como se vio en la página en la red del Singapore Public Utility Board (Consejo de Servicios Públicos de Singapur) (<www.pub.gov.sg/ce.html>) en mayo de 2001.

¹¹³ Alliance to Save Energy 2000.

¹¹⁴ Comunicación personal con Jeff Broome, Coordinador del Proyecto de Mejora de Servicios Sectoriales y Conservación de Agua de Bulawayo, febrero de 2001.