



10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10)

Consumo energético del ciclo integral del agua y propuestas de ahorro

Análisis del ciclo de vida del agua urbana

Gregorio Ballesteros García

Grupo de Estudios y Alternativas 21 S.L (gea21)



Jueves 25 de noviembre de 2010

ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL AGUA URBANA

GREGORIO BALLESTEROS
GEA21, SL

CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS

CONSUMOS ENERGÉTICOS EN EL CICLO DE USOS DEL AGUA URBANA

ANTONIO ESTEVAN

GEA21, SL

NOVIEMBRE 2007

10º Congreso Nacional del Medio Ambiente



El ciclo del uso humano del agua es uno de los principales consumidores de energía.

En todas las fases de este ciclo se requiere la aplicación de energía.

En California el ciclo del agua consume el 19% de la energía eléctrica, el 32% del gas natural. El cómputo realizado no incluye la energía incorporada en las obras hidráulicas ni en los reactivos de tratamiento. California Energy Commission (2005). California's Water-Energy Relationship

Pese a la importancia que ha alcanzado el sector del agua como sector consumidor de energía, hasta el momento el consumo energético ha recibido una atención secundaria en el binomio agua-energía.

Esta situación persiste de modo generalizado en casi todos los países, pese a que hace ya muchos años que el ciclo del agua en las sociedades industriales es, con escasas excepciones, mucho más consumidor que generador de energía.

Este informe pretende contribuir al establecimiento de metodologías de análisis del consumo de energía en el ciclo global del uso humano del agua.

Se centra en el ciclo del agua urbana porque este es el uso en el que se registran mayores consumos energéticos unitarios.

“Agua urbana”: la que es distribuida a través de las redes de abastecimiento municipales con destino a usos domésticos, institucionales, comerciales e industriales conectados a la red.

La finalidad del trabajo es la de iniciar la construcción de modelos de análisis que permitan avanzar en el conocimiento de los consumos energéticos y las emisiones que se generan a lo largo del ciclo integral de uso del agua urbana considerando:

- Las diferentes opciones de recursos naturales.
- Las diferentes configuraciones de los sistemas de abastecimiento.
- Las diferentes tecnologías aplicadas en el manejo de cada fase del ciclo.

El análisis se aborda desde una triple perspectiva general:

- La consideración de diferentes fuentes básicas de recursos naturales (superficiales, subterráneos y marinos)
- La consideración del ciclo integral del agua como un proceso unificado e interconectado de su principio a su fin
- La aplicación de los principios del Análisis de Ciclo de Vida (ACV).

El objetivo primordial es establecer un modelo de análisis y configurar las bases de una herramienta de cálculo que permita obtener valoraciones aproximadas de los consumos energéticos y las emisiones asociadas al suministro de una unidad de servicio hidráulico urbano (USH)

La Unidad de Servicio Hidráulico equivale a 1 m³ de agua urbana situado en los puntos de uso con una conductividad máxima de 1.000 µS/cm, con dos tercios de la misma a una temperatura de 40 grados centígrados.

Las metodologías convencionales de análisis energético suelen identificar los consumos energéticos de un determinado proyecto o proceso con las aplicaciones directas de energía en la explotación

El “Análisis de Ciclo de Vida” (ACV), extienden los análisis ambientales a todas las actividades que son necesarias para obtener el producto o servicio requerido, contabilizando tanto los consumos e impactos directos como los indirectos que se originan en cada actividad

Las metodologías ACV que toman como meta específica el análisis energético contemplan los aspectos siguientes:

- Definición de objetivos y límites del análisis, incluyendo la identificación de todas las actividades incluidas en el ciclo de vida del producto o servicio
- Valoración de los consumos energéticos ocasionados en cada actividad (Análisis del Inventario en terminología ISO-14040)
- Atribución de consumos energéticos a la unidad de producto o servicio (Evaluación del Impacto en terminología ISO-14040)
- Interpretación de resultados, incluyendo análisis de verificación, sensibilidad, conclusiones y recomendaciones

El ciclo integral del agua urbana comprende la sucesión de actividades que es necesario realizar para que los usuarios de una red de abastecimiento urbano puedan disponer de:

- Agua en las condiciones de volumen, calidad y temperatura adecuadas para prestar los servicios hidráulicos demandados
- Para que las aguas residuales sean recogidas y tratadas hasta dejarlas en condiciones de ser devueltas al medio natural sin causar daños ambientales
- Ser destinadas a nuevos ciclos de uso.

DIAGRAMA DE FLUJOS Y OPERACIONES CON APLICACIÓN DE ENERGÍA

<u>ETAPAS</u>	<u>OPERACIONES DE INVERSIÓN</u>	<u>OPERACIONES DE EXPLOTACIÓN</u>
CAPTACIÓN	presas, pozos, tomas marinas	bombes, afecciones
ADUCCIÓN	conducciones, estc. bombeo	bombes, turbinaciones
POTABILIZACIÓN	ETAP, EDAM	bombes , reactivos
DISTRIBUCIÓN	depósitos y redes urbanas	bombes
UTILIZACIÓN	equipos usuarios, acs, descalc.	calentamiento
RECOGIDA	alcantarillado, estac bombeo	bombeo aguas residuales
DEPURACIÓN	EDAR tratamiento secundario	bombes, reactivos
REUTILIZACIÓN	tratamiento terciario con OI	bombes, reactivos

DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE ANÁLISIS

Tres parámetros físicos básicos determinan los consumos energéticos a lo largo del ciclo de agua urbana:

- Volumen: en cada fase el volumen inicial de agua va disminuyendo progresivamente
- Calidad: como parámetro descriptivo de la calidad se ha utilizado la conductividad eléctrica expresada en microsiemens por centímetro ($\mu S/cm$)
- Temperatura: dos tercios del agua urbana facturada se utiliza en forma de ACS a una temperatura estimada de 40 °C.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

La considerable cantidad de parámetros relacionados con el consumo energético se ha estructurado en forma de un modelo de simulación que permita:

- Evaluar los consumos energéticos globales en cada fase del ciclo del agua, así como las emisiones de CO₂.
- Establecer la repercusión de los consumos y las emisiones sobre la unidad de servicio hidráulico.
- Comparar los consumos y emisiones de diferentes alternativas de recursos y configuraciones de proyecto.

El modelo que se ha diseñado para cumplir estas funciones consta de tres bloques de cálculo:

- Análisis de flujos de agua en cantidad y calidad.
- Análisis energético de la inversión y la explotación.
- Cálculo de consumos energéticos y emisiones de CO₂

Cada uno de estos bloques se extiende a las ocho etapas en las que se ha dividido el ciclo del agua urbana.

CONSUMOS ENERGÍA PRIMARIA EN EL CICLO DE AGUA URBANA SEGÚN ORIGEN RECURSO UTILIZADO

	Superficial	Subterráneo	Marino
Total ciclo agua urbana	3,88	3,91	3,96

Datos en Kep. de energía primaria por m³ de agua en el punto de uso

CONSUMOS ENERGÍA FINAL EN EL CICLO DE AGUA URBANA SEGÚN ORIGEN RECURSO UTILIZADO

	Superficial	Subterráneo	Marino
Total ciclo agua urbana	45,10	45,42	46,09

Datos en Kwh. de energía final por m³ de agua en el punto de uso

EMISIONES EN EL CICLO DE AGUA URBANA SEGÚN ORIGEN RECURSO UTILIZADO

	Superficial	Subterráneo	Marino
Total ciclo agua urbana	9,23	9,25	9,24

Datos en Kg. de CO₂ por m³ de agua en el punto de uso

Las principales conclusiones obtenidas son las siguientes:

- La producción de agua caliente sanitaria (ACS) puede representar entre el 65 y el 85% del consumo energético en el ciclo de vida del agua urbana.
- La energía incorporada en las infraestructuras y reactivos puede representar, en proyectos con transporte a grandes distancias de agua con calidades deficientes, hasta el 50% del total de emisiones en el ciclo del agua fría.

La calidad del agua de entrada en un sistema de abastecimiento tiene una considerable influencia en el consumo energético a lo largo de todo el ciclo:

- Incide en el coste energético de la potabilización.
- En los consumos de reactivos, jabones y detergentes.
- En el rendimiento y durabilidad de las redes de distribución y los equipos de ACS.
- En los costes energéticos de la reutilización

Las emisiones del ciclo global del agua urbana evaluadas con un enfoque ACV oscilan típicamente entre 7,5 y 10 kg de CO₂ por m³ facturado.

- De estas emisiones, entre 6 y 7 kg. corresponden a la producción de ACS.
- El resto al ciclo del agua fría.
- La cifra inferior (7,5 kg.) es representativa de suministros con recursos cercanos superficiales o subterráneos de buena calidad.
- La superior a (10 Kg.) recursos de baja calidad y/o transportados desde grandes distancias

RECOMENDACIONES PARA REDUCIR LAS EMISIONES

- Para todo el ciclo, como medidas transversales:
 - Utilización prioritaria de aguas de buena calidad en el ciclo urbano del agua.
 - Reducción de consumos mediante gestión de la demanda.
- Fases de captación, aducción, potabilización y distribución:
 - Medida activa clave: utilización de fuentes de energía eléctrica renovables.
 - Medidas preventivas: uso de recursos cercanos y reducción de pérdidas.
- Fase de utilización:
 - Medida activa clave: uso de energía solar para la producción de ACS.
- Fase de alcantarillado, depuración y reutilización:
 - Medida activa clave: recuperación de la energía de los gases de depuración.
 - Medida preventiva: proteger la calidad de las aguas residuales en la recogida.

CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS

CONSUMOS ENERGÉTICOS EN EL CICLO DE USOS DEL AGUA URBANA

ANTONIO ESTEVAN

GEA21, SL

NOVIEMBRE 2007

10º Congreso Nacional del Medio Ambiente

