



Semana temática: Agua para la vida.

Eje temático: Sesión 8. Sistemas de información de agua y toma de decisiones.

Título de la ponencia: Los sistemas de información en la toma de decisiones en gestión de aguas.

Autor: Caballero Quintana, Andrés C.¹

¹ Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria, C/León y Castillo, 270, 4ª. 35005 – Las Palmas de Gran Canaria e Investigador Senior, Instituto Complutense de Ciencia de la Administración de la Universidad Complutense de Madrid (ancaball@erl.ucm.es).

Resumen:

El agua esta en el primer plano de la agenda política y de la ciudadanía en todo el planeta. Su escasez y su carácter imprescindible la hacen un recurso muy valioso. Garantizar un suministro de abastecimiento y saneamiento de calidad, sostenible, eficiente, eficaz y equitativo es uno de los retos estratégicos más importantes para todos los gobiernos. Para ello resulta imprescindible disponer de un modelo de gestión del agua que, partiendo de las premisas de la transparencia y la participación, se valga de sistemas de información que faciliten el proceso de toma de decisiones en la gestión del agua.

En este sentido, los últimos avances han sido considerables pues, más allá de los notables soportes técnicos y matemáticos surgidos, se está produciendo un cambio de enfoque en los sistemas de información que, motivado por la irrupción de políticas medioambientales y movimientos sociales, esta transformando la ‘tradicional’ visión de aquellos. Dicho cambio se caracteriza por la evolución desde una perspectiva estrictamente técnica a otra en las que se consideran factores ligados a las ciencias sociales y a la sostenibilidad. Innovaciones que, junto a la descripción de los principales modelos de sistemas de información en aguas, se tratarán aquí resumidamente.

Palabras clave: Sistemas de información, toma de decisiones, participación, transparencia, sostenibilidad.

1. Introducción¹

En términos mundiales, la población se ha duplicado en los últimos 50 años mientras que el consumo de agua se ha cuadruplicado (OECD, 2003). La demanda de servicios públicos de agua y saneamiento se ha intensificado considerablemente y dadas las previsiones de demanda, todo parece indicar que este ritmo de crecimiento continuará en los próximos años, a lo largo y ancho del Planeta, pudiendo generar conflictos de diversa índole, tanto en los municipios, como en los niveles geográficos y administrativos superiores.

El papel de las ciudades y de las instituciones públicas como responsables de la provisión de servicios esenciales para la población ha adquirido mayor relevancia en este contexto, donde el grado de desarrollo actual que han alcanzado los sistemas urbanos de saneamiento y abastecimiento resulta muy complejo.

Dicha importancia se debe no solo a las múltiples innovaciones tecnológicas que se han desarrollado en relación al ciclo integral del agua sino más aún, a las diversas circunstancias gerenciales que se derivan de la gestión del recurso, bien sea por la existencia de abundante normativa, por contraposición de intereses de grupos o personas divergentes, por la necesidad de encontrar financiación para acometer las costosas inversiones hidráulicas o bien, por otros factores ligados a las tensiones sobre los modelos gerenciales más idóneos para la gestión del ciclo urbano integral del agua.

La proporción de la población que dispone de agua potable ha mejorado considerablemente en el período que va desde 1990 hasta 2002, incrementándose en un 79%. Sin embargo, estas mejoras distan mucho del entristecedor dato que indica que 1.100 millones de personas utilizan agua no potable, o que en lugares como el África Subsahariana el 42% de la población no tiene acceso a fuentes seguras. Además, todo ello se agrava debido a que la cantidad total de personas sin acceso al saneamiento en la zona ha incrementado desde los 335 millones de personas, en 1990, hasta los 440, a finales de 2004 (ONU, 2007). La cobertura de los servicios de saneamiento en el mundo en desarrollo aumentó del 34%, en 1990, al 49%, en 2002. Sin embargo, los datos siguen siendo preocupantes puesto que se calcula que 1.600 millones de personas necesitarán acceder a un mejor saneamiento durante el periodo comprendido entre 2005 y 2015. Aún así, si la tendencia observada en 1990 continúa, se prevé que el mundo pierda este objetivo, ligado la meta de “reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible a agua potable y a servicios básicos de saneamiento”, establecida en los Objetivos de Desarrollo del Milenio fijados por la ONU, en casi 600 millones de personas.

Garantizar un suministro de agua y saneamiento de calidad, eficiente, eficaz y equitativo se ha vuelto uno de los elementos estratégicos más importantes que los municipios, regiones y Estados han de prestar para garantizar la salud pública, el bienestar, el desarrollo económico y el respeto al medioambiente. En este contexto, en los últimos años han adquirido una notable relevancia de los sistemas de información para el apoyo al proceso de toma de decisiones en el ciclo del agua, mostrando una amplia variedad de metodologías y enfoques, surgidos como instrumentos de soporte adecuados para avanzar hacia un gestión más sostenible y eficaz de este escaso bien.

2. Los sistemas de información en el proceso de toma de decisiones (DSS) en el ciclo del agua.

Los sistemas de información y apoyo a la toma de decisiones (DSS, en adelante), conocidos como DSS por sus siglas en inglés *Decision Support System*, son múltiples y variados. Así, el acto de decidir implica una elección entre distintas opciones que incluye una estimación de los valores

¹ El autor desea agradecer al experto y Director del proyecto Watertime por la U.C.M., Andrés Sanz Mulas, y al profesor universitario, Agustín Sánchez Medina (ULPGC) los comentarios y sugerencias realizadas.

de cada una de dichas alternativas y, precisamente, los DSS tienen entre sus objetivos principales facilitar este proceso aportando información adicional, la evaluación entre opciones, el cálculo de proyecciones o las estimaciones comparativas de los impactos que pudieran considerarse.

Keen (1980) define un DSS como una combinación de "recursos intelectuales individuales con las capacidades de un ordenador para mejorar la calidad de las decisiones sobre problemas semiestructurados". Sin embargo, las definiciones sobre DSS son múltiples y también los enfoques sobre los propios sistemas de información en gestión de aguas. De este modo, son frecuentes aquellas que dan una mayor importancia a los aspectos cuantitativos, a las bases de datos, las herramientas analíticas y a la gestión de la información para resolver problemas desestructurados y de relativa gran escala (Bereciartua, 2003; Watkins *et al.*, 1995; Fedra, 1995; Loucks, 1995; Sweerts, 1995).

Los DSS se fundamentan en distintas herramientas y metodologías que facilitan el hecho de que el dato se convierta en información relevante para los tomadores de decisiones. Igualmente, resulta sumamente importante que los DSS utilicen elementos que disminuyan la dificultad de manejo e interpretación de los mismos, de ahí el carácter crítico que supone el interfaz visual de los aplicativos, la claridad conceptual y la usabilidad del software.

Los DSS tienen como principales ventajas: a) suministrar información que facilite el análisis de opciones en el proceso de toma de decisiones; b) la realización de estimaciones, proyecciones y comparaciones; c) la definición y modelación de problemas desestructurados o semiestructurados; d) la utilidad para el manejo de decisiones interdependientes; e) la adaptabilidad a las necesidades del usuario; f) su uso para cualquier fase del ciclo integral del agua, incluso combinando información cualitativa y cuantitativa y; g) facilitar las tareas de control de los accionistas y la ciudadanía sobre los resultados de la gestión de los tomadores de decisiones en el sector del agua, minorando los costes de transacción (Coase, 1988) y reduciendo parte de las externalidades generadas por la información asimétrica, ampliamente analizada por la teoría de la agencia (Milgrom y Roberts, 1992), al tiempo que contribuyen a la creación de capital social productivo (Ostrom, 2003).

Si siguiendo la descripción de Bereciartua (2003) se observan las siguientes herramientas y características que constituyen la base de modelos DSS en aguas, clasificadas en tres grupos: 1) Modelos de simulación y optimización; 2) Sistemas expertos y; 3) Modelos de decisión con criterios múltiples. Además, se añade aquí un modelo adicional a la clasificación descrita, que se denomina: 4) Modelos de estructura y gerencia organizativa.

2.1. Modelos de simulación y optimización

Desde hace años y especialmente, tras la irrupción de la informática, la ingeniería y las ciencias naturales se han centrado en el desarrollo de este tipo de herramientas, permitiendo hacer predicciones de comportamientos del agua en el futuro, fijando distintos tipos de restricciones, fundamentados en modelos de simulación. Ejemplo de este tipo de técnicas, basadas en sistemas de ecuaciones, es el análisis de las crecidas de los ríos o la evolución de los acuíferos ante distintos tipos de consumo.

Por otra parte, existen los denominados modelos de optimización que establecen los resultados más adecuados ante una serie de variables y restricciones condicionantes del presente y del futuro. Estos modelos parten de funciones objetivo y ecuaciones que marcan las restricciones del sistema. Ejemplo de la aplicación de modelos de optimización podrían ser el estudio de las descargas de embalses para suministrar agua para los distintos tipos de consumo y mantener los ecosistemas afectados o bien, el cálculo de las franjas horarias más adecuadas para la producción de agua desalada y su transporte a los depósitos, considerando las restricciones derivadas de aspectos

legales (emisiones de sal al mar, tratado de residuos, etc.), del consumo del recurso, el volumen de agua disponible en los estanques y las limitaciones energéticas.

2.2.Sistemas Expertos.

Aquí, la clasificación se subdividirán en dos tipos de herramientas; a) Sistemas de Información Geográfica (GIS) y Bases de Datos y; b) Sistemas expertos basados en lenguajes vinculados a la inteligencia artificial.

Los llamados GIS son aplicaciones informáticas que permiten la gestión de un cuantioso volumen de información, ordenada y disponible a través de bases de datos interconectadas que se utilizan y alimentan para la gestión de una determinada zona geográfica. De este modo, la integración de datos geográficos y bases de datos permite gestionar de forma dinámica y continua la información geográficamente referenciada para facilitar el proceso de toma de decisiones. Este tipo de aplicaciones esta siendo muy utilizada para la gestión del ciclo urbano del agua puesto que permite conocer la ubicación de cada canalización de las redes, bocas de agua, modificaciones que se realicen sobre la misma, añadir nuevas conexiones, etc. Igualmente, los GIS tienen otras múltiples aplicaciones en el proceso de toma decisiones en el agua ya que, permite la generación de mapas temáticos a través de capas superpuestas que hacen de esta herramienta un soporte muy eficaz, entre otros, para la gestión de las cuencas, identificando las zonas productivas, los niveles de consumo y su tipología, los ecosistemas protegidos, etc.

Por otra parte, los denominados sistemas expertos tienen su base en las aplicaciones informáticas relacionadas con la inteligencia artificial. Es decir, con aquellos lenguajes de programación y estimación matemática que tienden a que el propio software se asemeje al modelo de razonamiento y aprendizaje humanos. Entre sus principales virtudes se subraya por Bereciartua (2003, 11) su capacidad para representar el conocimiento menos explícito y cualitativo y su aplicabilidad a cuestiones con componentes legales, sociales y políticos.

2.3.Modelos de decisión con criterios múltiples.

En condiciones de incertidumbre, multiplicidad de factores y criterios e insuficiencia de datos, este tipo de modelos permite procesar y analizar distintas variables relevantes, facilitando la comparación entre opciones y contribuyendo a minorar la falta de información de los tomadores de decisiones. Existen varias técnicas clasificadas bajo este tipo de modelos, entre ellas (Bereciartua, 2003): a) diagramas de influencia, representa un modo de estructurar hipótesis e interdependencias entre variables; b) árboles de decisión: muestra en detalle la secuencia de las distintas decisiones intermedias y el grado de incertidumbre de cada resultado final posible; c) modelos de utilidad de atributos múltiples que analiza las interacciones entre atributos en forma explícita y; d) proceso de jerarquías analíticas (ahp - analytic hierarchy process): es un proceso que permite ordenar decisiones dependientes de criterios múltiples mediante la selección de jerarquías y la resolución de preferencias, permitiendo estructurar decisiones con criterios múltiples y valoraciones subjetivas.

2.4.Modelos de estructura y gerencia organizativa.

La gestión de las organizaciones implicadas en la gestión del agua es compleja y utiliza, como se ha descrito, diversas técnicas para el soporte en las decisiones. Igualmente, existen modelos de gestión de la organización que tienen por objetivo contribuir al logro de las metas de aquellas, facilitando el proceso de toma de decisiones, en los que se distinguen dos tipos: a) modelos estructurales y; b) los modelos gerenciales.

En el primer grupo, se identifican las técnicas que las organizaciones emplean para analizar sus competidores y potenciales colaboradores en el sector. Los resultados producidos por el proyecto de investigación Watertime consideran que la estructura organizativa, los accionistas y especialmente, la composición y derechos de voto de los componentes de los consejos de

administración de las organizaciones vinculadas a la gestión del agua constituyen, por sí mismos, un elemento crítico en relación a los sistemas de información para la toma de decisiones en aguas. De este modo, la estructura y composición de dichos consejos es clave para fijar la misión y visión de la organización y por ende, para que aquella prime más unos criterios que otros. La estructura de la organización y como consecuencia de ello, de los sistemas de información se determinan, además de por los requisitos legales, por los intereses y objetivos de los tomadores de decisiones.

El hecho de que las organizaciones se adapten al entorno institucional ocasiona que las que operan en un mismo sector, por ejemplo el agua, tengan ciertos grados de homogeneidad, dándose lo que se denomina isoformismo institucional (Dacin, 1997). Así, cuando las organizaciones, como las del sector citado, operan en sectores institucionales tienden a mostrar tres tipos de isoformismo: coercitivo, mimético y normativo (DiMaggio y Powell, 1983). El primero de ellos es el resultado de las presiones que se ejercen sobre la organización, bien sea por aquellas de las que dependen o por las expectativas culturales de la organización a la que pertenecen. Ello se ha demostrado en el caso de Córdoba donde la propiedad pública y la composición del consejo de administración de prima la transparencia informativa (Caballero y Sanz, 2005), mientras que en el caso de Arezzo (Lobina, 2005) o Berlin (Lanz y Eitner, 2005), es prácticamente inexistente, dados sus vínculos con multinacionales con intereses en el sector.

El segundo, el isoformismo mimético, deriva de la imitación que se produce entre organizaciones para reducir la incertidumbre. “Las organizaciones tienden a adoptar como modelos a otras organizaciones del campo organizativo que perciben como más legítimas o exitosas” (DiMaggio y Powell, 1983, p. 152). Ello se verifica en la tendencia reciente de las empresas públicas exitosas en el sector del agua por “imitar” a las multinacionales privadas, saliendo al extranjero a competir por la gestión del agua en otras ciudades, caso del Canal de Isabel II (Sanz y Ortega, 2007) o la empresa de aguas de Cardiff (De la Motte, 2005). Finalmente, el isoformismo normativo que se relaciona con el establecimiento de enseñanzas y patrones de comportamiento comunes en un sector determinado. “Conforme participa la gente en asociaciones de negocios y profesionales, sus ideas tienden a homogeneizarse” (Hall, 1996, p. 116). Un ejemplo de la importancia de ello lo constituye Aquafed, la Federación Internacional de Operadores Privados de Agua accesible en www.aquafed.com, que sirve de ‘lobby’ para defender sus intereses y, al mismo tiempo, para concienciar a decisores, públicos y privados, de los beneficios de sus acciones.

Por todo ello, resulta clave la consideración de los elementos estructurales de la organización como elementos que inciden en los sistemas de información de manera determinante. Por otra parte, los modelos gerenciales son sistemas de información fundamentados en la verificación de indicadores respecto de objetivos y en la evaluación de los factores claves de la organización. Entre ellos, se pueden citar las normas ISO 9000 o el modelo E.F.Q.M., referidas a la calidad, las vinculadas a la gestión sostenible de la organización, como las normas EMAS o ISO 14000, a la prevención integral de riesgos laborales, como las OHSAS 18000, u otras, como los denominados cuadros de mando integral (Kaplan y Norton, 2002).

Con todo, la evolución de los sistemas de información para la toma de decisiones en el ciclo del agua ha venido experimentando un cambio en los últimos 20 años, vinculado a la necesidad de ganar en eficacia y eficiencia en los resultados de las decisiones sobre el agua, unido a la citada aparición del concepto de sostenibilidad, información y participación ciudadana en diversas declaraciones internacionales (entre otras; Directiva 85/337/EEC; Declaración de Río, 1992; Conferencia Internacional de Agua y Medioambiente de Dublín, 1992; Convención sobre el acceso a la información, a la participación ciudadana en el proceso de toma de decisiones y el acceso a la justicia en cuestiones medioambientales, 1998, conocida como la “Conferencia de Aarhus”; Directiva Europea del Agua 2000/60/CE) así como, de movimientos académicos y profesionales, que están incidiendo en que dichos sistemas avancen desde los aspectos estrictamente técnicos hacia otros más gerenciales y de administración de los recursos hídricos

que incorporan nuevas dimensiones de análisis, como las sociales, políticas, económicas y medioambientales. Cuestiones que se describirán brevemente en los siguientes apartados, sirviendo como ejemplo los resultados del proyecto de investigación Watertime, financiado por la Comisión Europea, que analizó el proceso de toma de decisiones en el ciclo urbano del agua en 13 países y 29 ciudades, en los últimos 25 años, produciendo una herramienta de DSS que se encuadra en la tipología de modelos de decisión con criterios múltiples.

3. Innovaciones en los sistemas de información en el proceso de toma de decisiones (DSS) en el ciclo del agua.

Fruto de las investigaciones empíricas realizadas desde las ciencias sociales, se ha venido demostrando internacionalmente que los sistemas de información para la toma de decisiones ‘tradicionales’, fundamentados en cuestiones técnicas e ingenieriles, han sido insuficientes para garantizar el éxito en sus resultados (Ostrom, 2000; Kasemir et Al, 2003; Sancho y Parrado, 2004). En este sentido, destacan los trabajos de Ostrom (1990, 2000) que han contribuido a visualizar la utilidad de los nuevos enfoques que hoy día están incidiendo en la innovación de los DSS en el agua, explicando porque los sistemas de riego primitivos de Nepal, contruidos por granjeros, han funcionado mucho mejor que los modernos sistemas hidráulicos contruidos por firmas de ingeniería. Cuestión que se fundamenta, principalmente, en que los incentivos de los granjeros para financiar las obras y gestionarlas se asientan sobre reglas, generalmente poco visibles, que consolidan un determinado modelo de capital social eficaz, equitativo y eficiente, definiendo a este tipo de capital social, en primer lugar, como el grado de aceptación de los requerimientos sociales, ya sean de calidad, de equidad, etc. y, en segundo lugar, como una densa red de relaciones con los actores claves que otorga legitimidad, los stakeholders (entiéndase, en una traducción aproximada del inglés, agentes implicados e interesados) (Fernández, 2001).

Mientras, las modernas obras han centrado su interés en el capital físico, como la construcción de infraestructuras, sin explorar el modo en que dichas intervenciones afectan al capital social de donde inciden, de manera que, en ocasiones, en lugar de generar beneficios, suponen daños y costes ineficientes. Sirvan dos ejemplos de ello, resultantes del proyecto Watertime:

a) El caso de la Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria (Caballero y Sanz 2005a) donde la construcción de una costosa depuradora para reutilizar el agua en la agricultura en 1995 y así, disponer del agua desalada y de acuíferos para consumo humano, chocó, en el momento de la puesta en funcionamiento de la infraestructura, con la negativa de los pequeños agricultores para regar con dicha agua depurada por considerarla perjudicial para sus tierras y se necesitó de años de esfuerzo, y pérdidas monetarias cuantiosas, para cambiar dicha concepción.

b) El caso de Varsovia (De la Motte, 2005), tras la aprobación del Banco Europeo de Inversiones, en 1994, de un préstamo de 300 millones de dólares para la construcción de una planta depuradora en la ciudad y una vez se habían gastado 2,8 millones de dólares en los estudios y diseño de la planta, los residentes, ecologistas, la Liga Ochrony Przyrody, (LOP), la asociación "Ciudad Amiga" ("Przyjazne Miasto") y parte de la ciudadanía mostraron su oposición al lugar escogido para la nueva planta por razones organizativas, económicas, tecnológicas y ecológicas, apoyando activamente la ampliación de la ya existente, Czajka, de manera que, tras varios meses, la movilización dio resultado positivo y con ello, se registró una notable pérdida económica derivada de estudios técnicos inservibles.

“En otras palabras, la inversión en capital físico que no incluye también esfuerzos para mejorar el capital social y el ajuste entre el capital social y el físico, difícilmente garantiza que se den los efectos deseados” (Ostrom, 2003, 196)

En esta línea, los estudios de Ostrom (1990) muestran que, en el caso de las huertas del Levante español, Filipinas y las subcuencas del estado de California, los propios usuarios pueden evitar la tragedia de los comunes en el momento en que ellos mismos gestionan el recurso. La tragedia de los comunes (Hardin, 1968) simboliza el modo en que el medio ambiente empeora cuando las personas usan en común un recurso escaso y el interés individual es el que prima, agravando el problema de la escasez.

Así pues, los modelos deterministas, estocásticos y similares se han mostrado insuficientes para suplir los retos ligados a la sostenibilidad de la gestión del escaso recurso del agua. Hoy es una necesidad dialogar con los stakeholders y con la ciudadanía, así como tratar que los conceptos técnicos y científicos sean comprensibles al público para profundizar en la democracia, en la legitimidad de los gobiernos y además, para generar respuestas eficaces para las demandas sociales, políticas, económicas y medioambientales (Kasemir et al, 2003).

En la última década los modelos y técnicas de análisis multicriterio (Bana e Costa, 1990) también ha evolucionado desde una óptica tecnocrática hacia la inclusión de enfoques participativos, considerando el contexto en el que se adoptan las decisiones (Guimarães Pereira y Corral Quintana, 2002). No solo los algoritmos han evolucionado para permitir el uso de diversas escalas, también los modelos de evaluación multicriterio han permitido herramientas que se estructuran los problemas y discusiones, contribuyendo a mejorar el proceso de toma de decisiones.

Así pues, de la consideración de lo descrito se observa la importancia que recobra la introducción de la información, la transparencia y la participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones en la gestión del agua y por ende, en los sistemas de información asociados. Estos, están recibiendo dichas premisas como nuevos factores de innovación en su configuración, produciendo un nuevo fenómeno de isoformismo institucional al reproducirse numerosos casos donde, con mayor o menor intensidad y en relación con las taxonomías antedichas del isoformismo coercitivo, derivado de presiones del entorno, mimético, adaptando experiencias exitosas y normativo, unida a la aplicación de la nueva Directiva Europea del Agua (2000/60/CE), congresos, papers, asociaciones y otros, dichas variables están siendo contempladas.

Tal es el caso de las cuencas del Ebro, Alqueva, Evinos y Grensmaas (Hill et al, 2002; Hill et al. 2003), la Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria (Caballero y Sanz, 2005a), Córdoba (Caballero y Sanz, 2005), Costa del Sol (Pedregal et. Al. 2004). Igualmente, se ha generado una intensa producción académica, como la desarrollada por el proyecto Advisor que centró sus objetivos en elaborar una guía que desarrollase los principios de la Directiva Europea del Agua (2000/60/CE) relacionados con la participación y una herramienta de soporte a las decisiones (DSS) para la gestión sostenible y de calidad de las cuencas riveras, denominada NAIADE (*Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments*) y que se desarrolló originariamente por Munda (1994).

Este DSS permite realizar dos tipos de evaluaciones. Por una parte, la valoración asignada a cada criterio para cada alternativa da lugar a una matriz (llamada matriz de impactos), que corresponde al análisis multicriterio, y, por otra, la valoración cualitativa de cada alternativa por parte de los actores implicados en el proceso de evaluación da lugar a otra matriz (llamada matriz de equidad) y a la formación de posibles coaliciones (agrupaciones de actores que defienden determinadas actuaciones) (Pedregal Et al. 2003, 2). O bien, como se ha citado, el DSS generado por el proyecto Watertime, denominado Participatory Decision Support System, que facilita la participación en la gestión del ciclo urbano del agua, ambas sustentadas en modelos análisis multicriterio.

Estas herramientas además, vienen acompañadas de otras metodologías que abundan en el mismo sentido y que, con frecuencia, están siendo utilizadas por los distintos niveles de gobierno

Europeos, tales como las Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA), los Análisis Coste Beneficio (CBA), o la Evaluación Ambiental Estratégica (SEA), entre otros.

4. Las nuevas premisas del agua: información y participación de la ciudadanía.

Llegados a este punto, se observa el papel relevante que hoy día adquieren la información y la participación de la ciudadanía como premisas de innovación en los sistemas de información para el apoyo de la toma de decisiones en agua, resultando ser preciso aclarar dichos conceptos.

Por una parte, la información, fácilmente accesible y comprensible, constituye un prerequisite para la participación pues, en ausencia de ésta, resulta difícil conocer la realidad y las opciones de decisión existentes ya que, los costes de transacción resultan ineficientes en términos organizativos y sociales. En este sentido, información y transparencia van unidas pues, el grado en el que las organizaciones del sector del agua, públicos o privados, facilitan el acceso a sus estrategias, preferencias, objetivos y resultados de la gestión, al mismo tiempo, reducen los costes de transacción, en sus tres acepciones de costes de información, de negociación y supervisión, e inciden en minorar las externalidades ocasionadas por la teoría de la agencia, entendiendo como tal la relación contractual, explícita o implícita, por la que “una parte (el principal) depende de otra (el agente) para hacer trabajos o proveer servicios en su nombre [...] cuando las acciones del agente no puede ser fácilmente evaluadas, los agentes tienen un mayor panorama abierto para perseguir sus propios intereses en vez de los intereses del principal” (Milgrom y Roberts, 1992, 240). Esto es, por ejemplo, las organizaciones encargadas de la gestión del ciclo urbano del agua (agente), en relación con su principal (Ayuntamiento) o bien, del gerente (agente) en relación con su principal (accionistas) de la organización que gestiona el agua.

Por otra parte, el concepto de participación ciudadana tiene múltiples acepciones. Caballero y Sanz (2003, Anexo C) las clasifican considerando cuatro enfoques: a) bajo el prisma de la democracia deliberativa y participativa, donde se pone el énfasis en destacar la participación como principio de mejora de la democracia representativa; b) normativo, recogiendo las distintas regulaciones jurídicas sobre las posibilidades que tienen los ciudadanos o stakeholders para participar en la gestión del agua; c) bajo la óptica de los stakeholders, donde las definiciones se centran en identificar y facilitar los actores interesados en procesos concretos de toma de decisiones, promoviendo su participación y; d) bajo el enfoque medioambiental y de sostenibilidad, donde las definiciones también son muy variadas. Si bien, en su mayoría, inciden en las ventajas que tiene la participación para adoptar decisiones consensuadas que contribuyan a la sostenibilidad y a una gestión eficaz del recurso.

Al respecto de la participación ciudadana, Caballero y Sanz (2003, Anexo C) realizan una clasificación de las principales herramientas existentes en el sector del agua para hacerla efectiva. De manera que, se vinculan las fases de las políticas públicas: a) Diseño; b) Ejecución y; c) Control con los distintos estadios de participación, según las herramientas técnicas empleadas y la posibilidad real de que la ciudadanía, o los stakeholders, incidan, con mayor o menor intensidad, en la gestión del agua.

Tales fases, de menor a mayor, se representan en la figura número 1 (Caballero y Sanz, 2003, Anexo C), y se clasifican según el siguiente orden, indicando entre paréntesis algunas de sus técnicas más representativas para cada nivel: 1. Información-transparencia: El requisito legal mínimo. La información y la transparencia son requisito y premisa previa a cualquier proceso de participación, sin aquellas, no es posible su existencia (web, boletines oficiales, etc.); 2. Consulta: Se cuestiona desde las instituciones a los ciudadanos o stakeholder (encuesta, focus group, etc); 3. Discusión: Existe una interacción real entre ciudadanos o stakeholders y los tomadores de decisión (reuniones, debates, etc); 4. Proceso de codecisión: las decisiones son compartidas entre ciudadanos o stakeholders y los tomadores de decisiones quienes, permiten a aquellos ‘entrar’ en partes específicas de la configuración y adopción de la decisión (presupuestos participativos,

inversiones consultadas con ciudadanos en aguas, etc.); 5. Proceso conjunto de toma de decisiones: ciudadanos o stakeholders deciden conjuntamente, en igualdad de condiciones, con el gobierno o con los representantes de la empresa (participación de ciudadanía o actores sociales en consejos empresariales gestionando, etc.)

Con todo, el análisis del proceso de toma de decisiones en los 29 casos del proyecto Watertime muestran que el uso de mecanismos avanzados de participación ciudadana todavía es incipiente y son excepcionales los casos en los que existe 'codecisión', como es el caso de Córdoba (Caballero y Sanz, 2005) que tiene un consejo de administración de su empresa pública municipal de aguas, EMACSA, donde participan representantes sindicatos, ciudadanos, gerente y políticos.

Igualmente, en los resultados del proyecto de investigación Advisor los análisis ex post de los casos analizados indican que el impacto de los procesos de participación ciudadana en las decisiones es generalmente muy débil y el desarrollo de enfoques no explícitamente controla un asesoramiento sistemático que considere los beneficios de la participación con respecto a los objetivos sociales deseables (Videira et al, 2003, 44).

Sin embargo, el carácter incipiente de la participación de la ciudadanía en la gestión del agua y las ineludibles premisas de información y transparencia son cada vez más un reclamo para la ciudadanía, los actores políticos y sociales e incluso, para el propio sistema económico puesto que, como se ha demostrado en los casos de Cochabamba (Lobina, 2000), Grenoble (Lobina, 2005a) o Cardiff (De la Motte, 2005) la opacidad en la gestión perjudica a las propias empresas, a la ciudadanía, al medioambiente y en última instancia, al conjunto de la legitimidad del sistema democrático. Por ello, es previsible que en los próximos años parte de las soluciones a los retos que plantea el agua en todo el planeta pasen por incorporar este tipo de herramientas a los sistemas de información para la toma de decisiones.

5. Participatory Decision Support System.

El proyecto Watertime, investigación de tres años de duración financiada por la Comisión Europea, permitió el análisis del proceso de toma de decisiones y sus resultados en el ciclo urbano del agua en 29 ciudades de 13 países europeos. En este sentido, uno de los principales resultados tangibles de la investigación ha sido la elaboración de un sistema de soporte al proceso de toma de decisiones en agua, totalmente abierto al público y gratuito, denominado "Participatory Decision Support System" y que está accesible en la Web: www.watertime.net

Este sistema DSS, representado parcialmente en el gráfico 2, se fundamenta en un análisis multicriterio que permite que autoridades, gerentes o cualquier interesado pueda crear proyectos en el web, sobre la base de este software, considerando la participación en el proceso de toma de decisiones en agua y, al mismo tiempo, jerarquizar las opciones que considere para resolver el problema planteado. El DSS señalado contribuye de forma determinante a la formulación y estructuración del problema, en un contexto que normalmente viene determinado y no moldeable, proporcionando un modo sistemático de señalar criterios para cada una de las opciones y ponderarlas según las variables que el usuario determine. Así, se enriquece el diálogo para considerar cada criterio y cada opción, al tiempo que el rango de soluciones suele enriquecerse fruto de este proceso de creación. Con todo, el DSS realizará los cálculos de forma automática sobre los inputs que se hubieran señalado como criterios ponderados y opciones. Asimismo, el software permite su uso en 21 idiomas diferentes y el intercambio y mutuo enriquecimiento para cada criterio o caso pues, se han creado foros y acceso 'wiki' para que quien lo desee formule en este entorno colaborativo aquellas cuestiones que estime más oportunas para mejorar su proceso de toma de decisiones.

Por otra parte, dicha herramienta se ve acompañada de una serie de recomendaciones y buenas prácticas, también accesibles en la citada web, que permiten que el usuario pueda tener acceso a

cuestiones que la investigación Watertime ha considerado relevante para una adecuada gestión del ciclo urbano del agua que, de forma explícita y atendiendo a los resultados analizados en las ciudades, consideran la transparencia, la información y la participación como variables que generan impactos positivos en la gestión del recurso, en las organizaciones y en el medioambiente. De hecho, uno de los epígrafes de las citadas recomendaciones alude al modo sobre cómo implicar a la sociedad en el proceso de toma de decisiones a través de la participación pública, a cómo aumentar la transparencia publicando más información y a cómo efectuar el seguimiento de los resultados de una decisión.

Las recomendaciones se fundamentan en la realidad de las ciudades estudiadas por el proyecto Watertime. Las recomendaciones vienen a ser frases que resumen los principales resultados del análisis de los 29 casos analizados, pudiendo ahondar en las mismas, mediante la lectura del caso concreto con el que cada frase indica y se relaciona.

6. Conclusiones.

Los DSS se han convertido en una herramienta útil para mejorar la gestión del agua, en cualquier nivel de gobierno y territorio. No se mejora lo que no se mide y por lo general, los sistemas de información no solo permiten mejorar sino que, además contribuyen al fortalecimiento de las instituciones y al logro de los objetivos. Como se ha venido describiendo, existe una gran multiplicidad de técnicas que se adaptan a las necesidades de cada proceso de decisión.

Si bien, en los últimos años, han ganado merecido protagonismo las premisas de la transparencia, la información y la participación como elementos clave que los sistemas de información en gestión del agua han de incorporar para garantizar una gestión integrada más sostenible del recurso. No se trata sólo de conocer la evolución y detalles específicos de este escaso bien sino sobretodo, se debe de analizar las relaciones de este con su entorno, económico, social, político, técnico y medioambiental. Sirva de ejemplo final de esta nueva concepción y cultura del agua el ‘episodio de la planta de levaduras’, descrito en el caso de Córdoba (Caballero y Sanz, 2005), analizado por el proyecto Watertime.

En dicho episodio, la empresa pública Emacsa, dirigida por un consejo de administración en el desde 1978 hasta hoy participan, con voz y voto: dos Consejeros elegidos a propuesta de cada uno de los tres grupos políticos que tienen representación en el Ayuntamiento (IU, PP y PSOE), dos Consejeros elegidos a propuesta de cada uno de los dos sindicatos mayoritarios (CCOO y UGT) y un Consejero más elegido a propuesta del movimiento vecinal, adoptó una singular decisión. Ante los vertidos contaminantes del río que realizaba una fábrica de levaduras la empresa se veía en la necesidad de sancionarlos y prohibirlos. Consecuencia de ello, la empresa planteó su cierre y su marcha a Portugal. Así pues, Emacsa, previa realización de consultas con actores interesados y sociales, decidió finalmente mejorar sus instalaciones, depurar los vertidos de la empresa en sus instalaciones a través de un canal específico. Mientras, la empresa costeó el total de la obra que posibilitó dicho tratamiento y además, evitó el cierre de sus instalaciones y con ello, también se mantuvieron los puestos de trabajo en la ciudad.

Como se observa, el sistema de información de la gestión del ciclo integral del agua de Córdoba, además de informar de las cuestiones técnicas relacionadas con las calidades y volúmenes del agua del río, integra otras variables asociadas al recurso que son sumamente importantes para el desarrollo sostenible económico y medioambiental en sentido integrado pues, como se ha observado, esta decisión, entre otras, produjo un resultado positivo para el río, para la calidad del agua, para la mejora de las infraestructuras de depuración y para el conjunto de la sociedad.

7. Bibliografía.

- Bana e Costa, C.A. (ed.) (1990), *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*. Berlin: Springer-Verlag.
- Caballero Quintana, A. y Sanz Mulas, A., (2003). *WaterTime Analytical Framework*. . [Accesible: www.watertime.net] [Acceso: 10/06/2008]
- Caballero Quintana, A. y Sanz Mulas, A., (2003). *WaterTime Analytical Framework. Annex C: Public Participation and Sustainability*. [Accesible: www.watertime.net] [Acceso: 10/06/2008]
- Caballero Quintana, A. y García, A. J., (2004). *Participación, sostenibilidad y eficacia en la gestión del agua en la ciudad de Córdoba: EMACSA, una empresa pública de calidad*. Congreso Ibérico del Agua. Tortosa, España.
- Caballero Quintana, A. y Sanz Mulas, A. (2005). *Watertime case study – Cordoba (Spain)* [Accesible:http://www.watertime.net/docs/WP2/D17_Cordoba.doc] [Acceso: 10/06/2008]
- Caballero Quintana, A. y Sanz Mulas, A., (2005^a). *WaterTime case study – Mancomunidad del Sureste de Gran Canaria*. [Accesible: http://www.watertime.net/docs/WP2/D32_Mancomunidad_del_Sureste.doc] [Acceso: 10/06/2008]
- Caballero Quintana, A. y Sanz Mulas, A., (2005b). *Buenas prácticas en la gestión pública municipal del agua y saneamiento en España*. Congreso AECPA, Septiembre 2005a, Madrid, España.
- Caballero Quintana, A. y Sanz Mulas, A., (2005c). *WaterTime Synthesis Report*. . [Accesible: www.watertime.net] [Acceso: 10/06/2008]
- Coase, R. H., (1988). *The firm, the market and the law*. University of Chicago Press.
- Dacin, M.T. (1997). *Isomorphism in context: The power and prescription of institutional norms*. Academy of Management Journal. Vol, 40, n° 1. pp. 46-81
- DiMaggio, P.J. y Powell, W.W., (1983). *The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality*. American Sociological Review. Vol 48. pp 147-160.
- Fedra K., (1995). *Decision Support for Natural Resource Management: Models, GIS and Expert Systems*. AI Applications 9/3, p 3-19.
- Guimarães, Pereira, Â. y Corral Quintana, S. (2002) *From technocratic to participatory decision support: responding to the new governance initiatives*. Int. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 6 (2): 95-107.
- Hall, R.H., 1996. *Organizaciones, estructuras, procesos y resultados*. Prentice Hall.
- Hill, G., del Moral, L., Paneque, P., Pedregal, B., Spash, C. y Urama, K. (2002): *Evaluation practices in water project decision-making processes: comparative analysis of Alqueva (Portugal) and Ebro river transfer (Spain)*. III Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Aguas. Leandro del Moral Ituarte, (coord.). Sevilla, Universidad de Sevilla, Fundación Nueva Cultura del Agua y Universidad Pablo de Olavide, págs. 62-69.
- Hill, G., del Moral, L., Paneque, P., Pedregal, B., Spash, C. y Urama, K. (2002): *Evaluation practices in water project decision-making processes: comparative analysis of Alqueva Dam (Portugal), Evinos Reservoir (Greece), Ythan NVZ (UK), The Grensmaas (The Netherland) and Ebro River Transfer (Spain)*. Advisor Project, WP 2. . [Accesible: <http://ecomana.dcea.fct.unl.pt/projects/advisor/publications/WP2assessment.pdf>][Acceso: 10/06/2008]
- Loucks D.P., (1997). *Quantifying Trends in System Sustainability*. Hydrological Sciences 42(4), 513-530.

Munda, G. (1994): "Fuzzy Information in Multi-criteria Evaluation Environmental Models, EC JRC: EUR 14087 EN," Ispira, Italy.

OCDE, (2003). *Improving Water Management: Recent OECD experience*, OECD Observer.

ONU, (2007). *Informe 2007 de los Objetivos del Milenio*, ONU.

Pedregal Mateos, Belén, Corral Quintana, Serafín, Guimarães Pereira, Ângela, del Moral Ituarte, Leandro y Paneque Salgado, Pilar. (2004). *Mecanismos de participación para una evaluación integrada de la gestión del agua. El caso de la Costa del Sol Occidental (Málaga)*. IV Congreso Ibérico del Agua.

Petri S. Juuti & Tapio S. Katko (eds), (2005) *Water, Time and European Cities: History matters for the Futures*. [Accesible: <http://www.watertime.net/Docs/WP3/WTEC.pdf>] [Acceso: 10/06/2008]

R. Kaplan y D. Norton, (2002). Cuadro de Mando Integral." Ed. Gestión 2000.

Sancho, Tomás y Salvador Parrado (2004) *Los organismos de cuenca de España y los Consejos de Cuenca mexicanos: Análisis comparativo y reflexiones*. Revista de Obras Públicas, N° 3444, pp.17-34.

Sanz Mulas, Andrés y Ortega de Miguel, Enrique, (2007). *A public sector multinational company: The case of Canal de Isabel II*. Utilities Policy Review, Volume 15, Issue 2. pp. 143-150

Sweerts J.P., P.C. Glas, (1995). *The Use of Decision Support Systems in Water Management*. Delft Hydraulics.

Videira, N et al, (2003). *WP2, Public participation in integrated river basin governance*. Advisor project, Integrated Evaluation for sustainable river basin governance, funded by the European Commission. [Accesible: <http://ecomana.dcea.fct.unl.pt/projects/advisor/publications/WP2participation.pdf>] [Acceso: 10/06/2008]

Watkins D. W., McKinney D.C., (1995). *Recent Developments associated with decision support systems in water resources*. Reviews of Geophysics, Vol. 33, NO. S1, pags. 941-948. American Geophysical Union.

De la Motte, Robin. (2005). *D44. WaterTime case study - Warsaw, Poland*. [Accesible: http://www.watertime.net/docs/WP2/D44_Warsaw.doc#_Toc97956440] [Acceso: 10/06/2008]

Milgrom, P. y Roberts, J., (1992). *Economics, organisation and management*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Lobina, E. (2000), *Cochabamba – water war*. Focus (PSI Journal), Volume 7, Number 2. . [Accesible: <http://www.psiu.org/reports/Cochabamba.doc>] [Acceso: 10/06/2008]

Ostrom, E. (2000). *Social Capital: a fad or a fundamental concept?* Social Capital: A multifaceted perspective. Compilado por Partha Dasgupta e Ismael Serageldin. Washington, D.C.: The World Bank, pp. 172-214.

Ostrom, E. (2003). "Una perspectiva del capital social desde las ciencias sociales" en Revista Mexicana de Sociología, año 65, núm. 1, enero-marzo.

Lobina, E., (2005), "D11: WaterTime case study - Arezzo, Italy" [Accesible: http://www.watertime.net/docs/WP2/D11_Arezzo.doc] [Acceso: 10/06/2008]

Lanz, Klaus y Eitner, Kerstin. 2005. *D12: WaterTime case study – Berlin, Germany*. [Accesible: http://www.watertime.net/docs/WP2/D12_Berlin.doc] [Acceso: 10/06/2008]

Lobina, E., (2005a), *D21: Watertime case study – Grenoble, France*. [Accesible: http://www.watertime.net/docs/WP2/D21_Grenoble.doc] [Acceso: 10/06/2008]

De la Motte, Robin. (2005). *D16 and D24: WaterTime case studies*

– Cardiff, UK and Leeds, UK [Accesible: http://www.watertime.net/docs/WP2/D16-D24_Cardiff-Leeds.doc] [Acceso: 10/06/2008]

8. Figuras y tablas

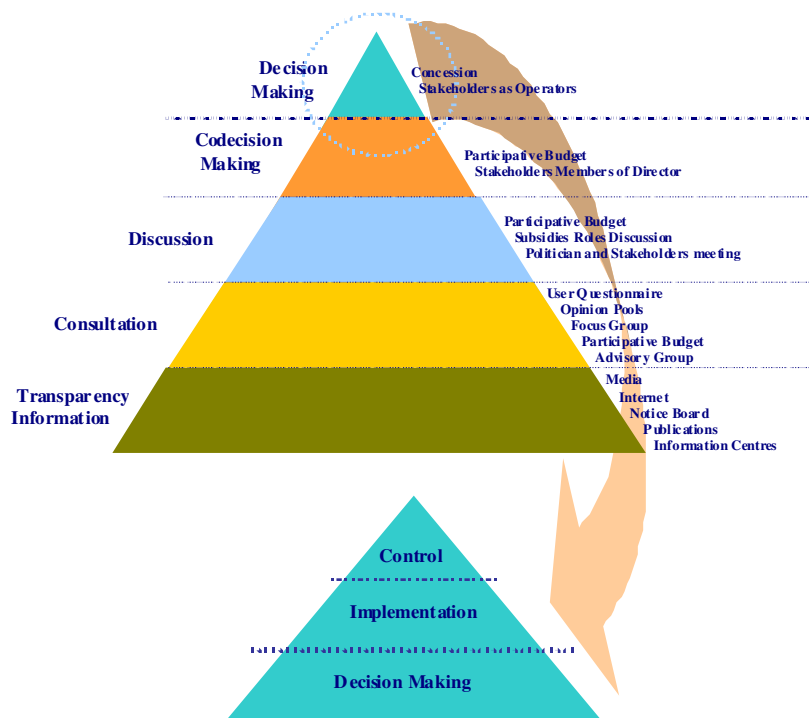


Figura 1. Clasificación de la participación considerando la capacidad de incidencia real (esto es, presupuestaria) en el proceso de decisiones, en relación al ciclo de las políticas públicas. A. Caballero y A. Sanz, 2003.

The screenshot shows the WaterTime web application interface. At the top, the logo "WaterTime" is displayed next to the text "Sistema de soporte a la toma de decisiones participativa". A language dropdown menu is set to "Español". Below the header, a navigation bar contains links: "Página principal", "Buena práctica", "Ayuda a la toma de decisiones", "Proyectos", and "Manual del usuario".

On the left side, there is a blue box with the text "Participar: Seleccione un Proyecto de decisión pública" and "Crear un nuevo Proyecto de decisión pública". Below this is a link "Acerca de WaterTime". At the bottom left, there is a login section with the text "Iniciar sesión", "Nombre de usuario", and "Contraseña".

The main content area is titled "Proyectos de decisión pública" and contains the text: "Esta página muestra los proyectos activos en este momento. Puede examinar la lista siguiente para encontrar el que le interese." Below this is a section titled "Proyectos en su idioma".

A table lists the projects:

Título	Fecha de inicio	Fecha de fin	Idioma	País
La co-gestión del servicio de agua potable en la zona sur de Cochabamba	7/6/2006	31/12/2006	Espanol	Bolivia

Below the table, there is a description of the project: "La zona sud de la ciudad de Cochabamba (Distritos 7,8,9 y 14) accede al agua potable a través de los mas de 100 comites que operan de forma autonoma o en algunos casos a través del servicio provisto por los carros aguateros. Con el proyecto de expansion del area de servicio de la Empresa Municipal de Agua (SEMAPA) se preve cubrir parte de la demanda, pero todavia se discuten las alternativas de gestion del servicio, una de las cuales - la co - gestion- deberia analizarse desde su dimension tecnica, financiera, legal y organizacional para determinar su factibilidad en terminos de".

Figura 2. Imagen parcial del software, accesible gratuitamente en www.watertime.net, denominado "Participatory Decision Support System".