



Oportunidades y Amenazas para el Desarrollo de Sistemas de Información Orientados a la Gestión Integrada del Agua Potable y Planificación Urbana

Autor: Juan Luis Sobreira Seoane

Institución: Fundación Instituto Tecnológico de Galicia

Otros autores: Almudena Faraldo Sordo (Fundación Instituto Tecnológico de Galicia); Lucía Garabato Gándara (Fundación Instituto Tecnológico de Galicia); Eugenio José Marcote Carballo (Diputación de Pontevedra)

Resumen

Existen factores que están contribuyendo a incrementar la presión sobre el Agua; así, el cambio climático, los usos del suelo o la presión poblacional ponen en peligro la sostenibilidad futura del recurso en muchos lugares.

Complementariamente, en el caso de Europa, el ámbito normativo y la actual situación de crisis invitan a optimizar la gestión de los servicios que se ofrecen al ciudadano a través de nuevos o evolucionados sistemas de información que los soporten.

En el marco específico de la gestión de agua potable estos sistemas de información deben tener en cuenta el ámbito normativo, los aspectos competenciales; además, deben acoplar la planificación urbana y la gestión de agua, de tal modo que, incorporando los factores principales que afectan a la disponibilidad en el tiempo del recurso permitan contribuir al desarrollo de entornos urbanos sostenibles y eviten el agotamiento del recurso.

Este entorno marca una línea de trabajo orientada al desarrollo de sistemas de gestión integral del agua potable que permitan disponer del conocimiento realista de su comportamiento, pongan en valor la información relacionada con su disponibilidad y gestión, involucren a ciudadanos y agentes vinculados con la gestión y, por último venzan las barreras relacionadas con la multiplicidad de competencias.

A lo largo de este artículo se exponen los resultados que, en esta materia han sido logrados a través del proyecto WIZ “Waterize Spatial Planning: encompassing drinkwater management to climate change” (Incorporación de las necesidades futuras de gestión del agua potable en la planificación territorial para adaptarse al cambio climático). Este proyecto ha sido iniciado en el año 2010 y concluirá en 2013; financiado por el programa LIFE + de la Unión Europea (LIFE 09 ENV/IT/000056) cuenta con la participación de entidades de Italia y España; liderado por la entidad italiana por Acque Spa, coordinador del proyecto, completa el consorcio en aquel país la Ingegnerie Toscane Srl y Autorità di Bacino del Fiume Arno, completando el consorcio el centro tecnológico Instituto Tecnológico de Galicia (España).

Palabras claves: EPANET; Agua potable; Planificación Urbana; Sistemas de Información Geográfica; GIS;

1. Contexto

El Objetivo último del Proyecto WIZ es la mejora de la Gestión del Agua Potable y Planificación Urbana a través del desarrollo y demostración en un conjunto limitado y definido de entornos, de un Sistema de Información que integre la distribución de agua y su servicio con la planificación urbana, que contemple la participación de múltiples agentes y territorios, permitiendo el dimensionamiento y planificación en función de las necesidades actuales y las previsiones futuras bajo condicionantes de coste, población y cambio climático.

Bajo esta hipótesis, la problemática medioambiental que se trata de resolver puede caracterizarse y abordarse desde los siguientes puntos de vista:

- Legislación Comunitaria
- Competencias y tendencias
- Cambio climático e incremento de los factores de presión sobre el agua
- Entorno socioeconómico

Legislación Comunitaria

La legislación comunitaria más relevante en la que se encuadra el proyecto WIZ está marcada por la **Directiva Marco del Agua 2000/60/CE**, que establece un entorno comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, y tiene como objetivo establecer un marco para la protección de las aguas continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las subterráneas con los objetivos siguientes:

- La prevención del deterioro adicional y la protección y mejora de los ecosistemas acuáticos, así como de los ecosistemas terrestres dependientes.
- La promoción de los usos sostenibles del agua.
- La protección y mejora del medio acuático.
- La reducción de la contaminación de las aguas subterráneas.
- La paliación de los efectos de inundaciones y sequías.

Además, el enfoque del proyecto ha exigido tener en cuenta las siguientes directivas comunitarias:

- Directiva de 2007/2/EC (INSPIRE), que contempla el desarrollo de la infraestructura de datos espaciales de la Unión Europea.
- Directiva 2003/4/CE (Aarhus), contribuir al desarrollo de sistemas de gobernanza transparentes en relación a la información medioambiental.
- Cuadro de Acción Europeo para la Adaptación al Cambio Climático (COM 2009/147).
- Directiva Gestión de las Infraestructuras Críticas, Directiva 2008/114/CE de 08.12.2008, por la que se establece un proceso para la identificación y designación de las infraestructuras críticas europeas (ICE) y plantea un método para evaluar la necesidad de mejorar su protección.

Competencias y Tendencias

Es un hecho que en los procesos de planeamiento urbano y la gestión del agua entran en juego múltiples actores, tanto de ámbito local como autonómico nacional y Europeo.

En el caso del planeamiento urbano, la siguiente figura, “ **Planeamiento Urbano: Matriz de Competencias**” se muestran los roles de las entidades estatales, autonómicas y locales en esta materia.

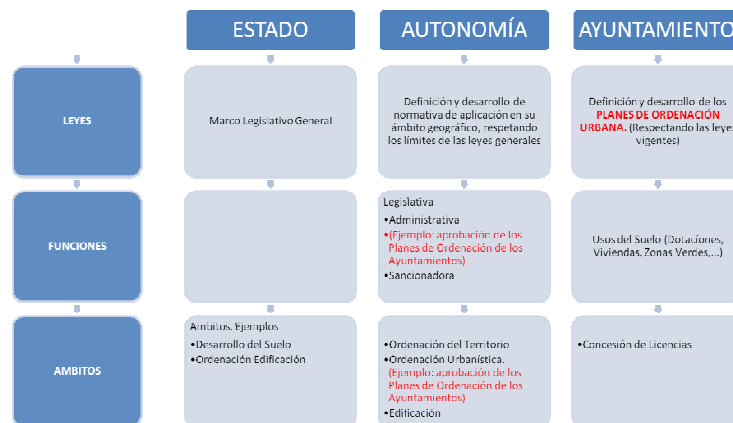


Grafico 1. Planeamiento Urbano: Matriz de Competencias

Se completa esta visión con el gráfico “ **Planeamiento Urbano: Flujograma Aguas. Flujograma y competencias**”, en el que se visualiza claramente qué entidades intervienen en la articulación de los planes urbanísticos.

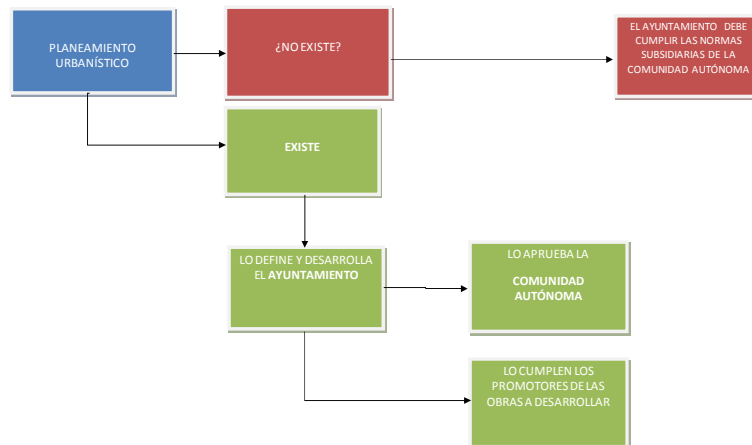


Grafico 2. Planeamiento Urbano: Flujograma

En relación a la gestión del agua, el entramado competencial de las distintas Administraciones Públicas queda reflejado en la imagen adjunta, “ **Aguas. Flujograma y competencias**”.

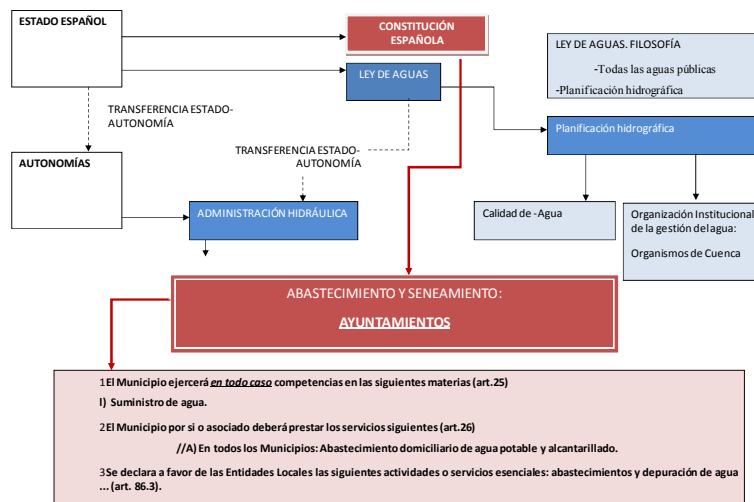


Grafico 3. Aguas. Flujograma y competencias

Este escenario se complica aún más si se introduce la planificación del territorio, como así lo demuestra el hecho de que en la Unión Europea, no existe todavía competencias en materia territorial, si bien sí que se han ido desarrollando documentos para apuntar políticas a futuro, como son la Estrategia Territorial Europea (ETE) en el año 1999 y la Agenda Territorial Europea (ATE) lanzada en 2007.

En España la ordenación del territorio es una política pública que no se ha consolidado suficientemente en el organigrama administrativo, ni en el desarrollo de instrumentos de ordenación del territorio, por lo que se puede considerar que no ha superado una fase inicial de implantación, tal y como se recoge en el “Informe 2009 de la Sostenibilidad en España”, elaborado por el Observatorio Español de Sostenibilidad. La gráfica adjunta, **Planeamiento Territorial en España. Datos por Comunidad Autónoma** muestra información sobre el desarrollo de Políticas de Planificación Territorial en España.



Grafico 4. Planeamiento Territorial en España. Datos por Comunidad Autónoma¹

Complementariamente, es importante señalar que existe una tendencia creciente, agudizada tanto por el contexto de crisis como por la obligatoriedad de prestar servicios de suministro de agua económicamente sostenibles, al desarrollo de servicios de agua mancomunados; es decir, en los que se coordinen las necesidades y se dé cobertura a distintos municipios.

Cambio climático

El tercer factor que delimita la problemática de trabajo del proyecto WIZ reside en el cambio climático. Durante el último siglo, la temperatura media mundial ha sufrido un ascenso en torno a 0,7 ° C, mientras que el incremento en países como España o Italia éste se ha situado en la franja de 1,2 -1,5 ° C.

Los efectos del cambio climático implican variaciones en las masas de agua marinas, continentales y subterráneas:

- el deshielo de polos y glaciares hace incrementar el nivel de agua en el mar
- se están evidenciando cambios en los patrones de precipitaciones; cada vez son más frecuentes fenómenos extremos; es decir, situaciones de extrema sequía con episodios de precipitaciones extremadamente abundantes

Durante los periodos de sequía, cada vez más prolongados, disminuye el caudal medio de los ríos; se incrementa la evaporación; disminuye el agua embalsada, se minimiza la recarga de los acuíferos subterráneos, y se incrementa la concentración de los distintos elementos disueltos en las masas de agua. En relación al proyecto WIZ y sus objetivos, el efecto objetivo de mayor incidencia es la disminución de la disponibilidad media de agua durante periodos más prolongados.

Contexto socioeconómico

El último de los factores que condiciona el desarrollo del proyecto y permitirá su implantación no sólo en los entornos de validación del proyecto, sino en más ayuntamientos y organismos de gestión, es la crisis.

¹ Fuente Observatorio Español de Sostenibilidad

Las restricciones presupuestarias de las administraciones públicas, tanto en Italia como en España (país en el que debe mantenerse un techo de gasto inferior al 4,4 % del PIB), el ajuste de personal y medios de las administraciones son, por un lado, un obstáculo, pues afecta al nivel de inversiones de la Administración Pública, pero a la vez un interesante reto para el desarrollo de modernos, eficaces y eficientes sistemas de gestión basados en nuevas tecnologías y en el uso intensivo de conocimiento.

2. Aportación Tecnológica del Proyecto WIZ

Antecedentes

El planteamiento del proyecto WIZ nace como consecuencia casi natural del proyecto A.S.A.P., Actions for Systemic Aquifer Protection (Acciones para Protección Sistemática de Acuíferos); desarrollado también en el marco del programa LIFE de la Unión Europea (LIFE-06-IT-000255) entre los años 2006 y 2009, el proyecto abordó el desarrollo de una serie de acciones destinadas a mitigar los efectos de una pertinaz sequía y de la sobreexplotación que afectaban a los acuíferos de la región de la Toscana, y de donde se extrae el agua para consumo.

Específicamente, el análisis del comportamiento de los patrones de consumo y de las redes de distribución permitió ajustar la presión de servicios a través de la selección de puntos estratégicos en los que ubicar sistemas de regulación telegestionados. Los efectos de estas actuaciones lograron disminuir las pérdidas de agua en torno a un 15%, mejorando complementariamente, la eficiencia energética del proceso.

Estos primeros éxitos, invitaron a ir más allá; desarrollar sistemas que permitiesen, por una parte, dar soporte a la toma de decisiones como las implicaciones en los cambios en los usos del suelo o el desarrollo de promociones urbanísticas; por otro, incluir en la ecuación, los efectos del cambio climático, consideraciones que se tienen en cuenta en el proyecto WIZ.

Objetivos

El proyecto tiene como objetivo la mejora de la gestión del agua potable y de los procesos asociados con la planificación urbana en un escenario marcado por el cambio climático y el incremento de la presión sobre el agua derivada tanto del desarrollo urbanístico como de nuevos o/y más intensivos usos del mismo.

Desde un punto de vista más específico, son objetivos del proyecto:

- Integrar un análisis de la gestión del agua a largo plazo en la planificación territorial.
- Aumentar el conocimiento y la participación pública, atrayendo a ciudadanos y empresas (especialmente PYMES) a la gestión participada (gobernanza) del agua.
- Institucionalizar el proceso en todos los ámbitos de las comunidades implicadas.
- Incrementar la cooperación transnacional con otros proyectos europeos.
- Contribuir a la integración del Cuadro de Acción Europeo para la adaptación al cambio climático.

Las preguntas y necesidades a las que WIZ da respuesta

La actividad principal del proyecto ha sido el desarrollo de un Sistema de Información, con un fuerte componente GIS, accesible a través de internet a través de múltiples dispositivos, que permite a ciudadanos, gestores y empresas:

- Conocer la disponibilidad del agua desde distintos puntos de vista.
- Facilitar la tomar decisiones de desarrollo urbanístico en función de la disponibilidad del agua.
- Mejorar la gestión del agua potable.

Desde un punto de vista operativo, el sistema de información desarrollado en WIZ se ha dividido en dos bloques funcionales, **WIZ4ALL** y **WIZ4PLANNERS**, cuyo frontal de acceso puede verse en la imagen que se adjunta.

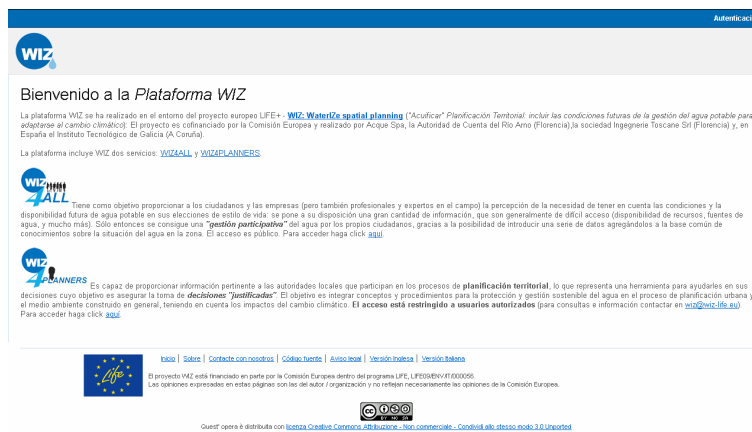


Gráfico 5.- Frontal de Acceso a la Plataforma WIZ

- WIZ4ALL: destinado a facilitar información transparente a los ciudadanos y empresas sobre los aspectos relacionados con la gestión de agua que le afectan, integrándolos también en la identificación e información de anomalías de servicio, con el fin de contribuir a la mejora del mismo.

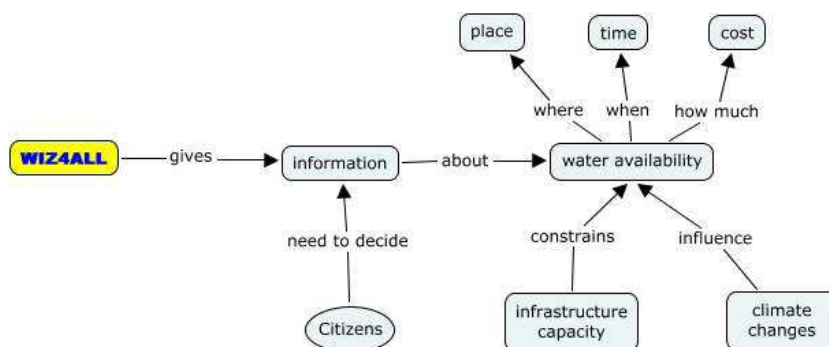


Gráfico 6. WIZ4ALL: Modelo Conceptual

- **WIZ4PLANNERS**: destinado a proporcionar información a gestores de agua y autoridades de planificación urbana.

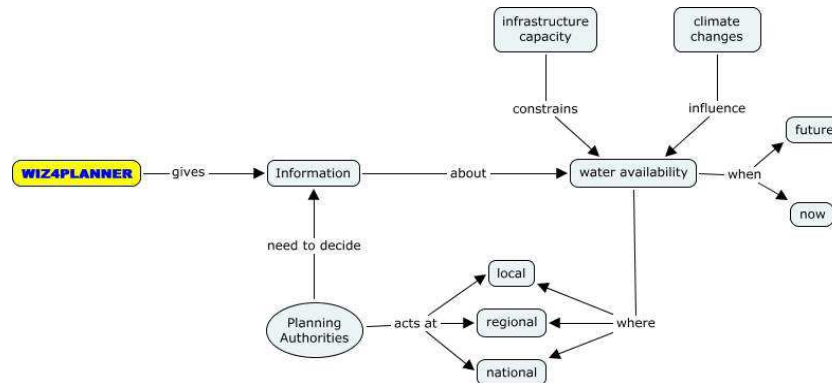


Grafico 7. WIZ4PLANNERS: Modelo Conceptual

En relación a los ciudadanos y empresas, **WIZ4All** deberá permitir a los usuarios disponer, en una ubicación geográfica determinada, conocer información sobre el agua desde los siguientes puntos de vista:

- Cantidad y calidad del agua potable
- Disponibilidad del agua **hoy y en un futuro**; es decir, se garantizará el suministro del agua:
 - ¿Si se incrementa la población?
 - ¿Si incrementa el turismo?
 - ¿Si incrementa la temperatura media?
 - ¿Si se producen otros escenarios?
- ¿Cuál es el coste económico y ambiental del proceso de suministro de agua?

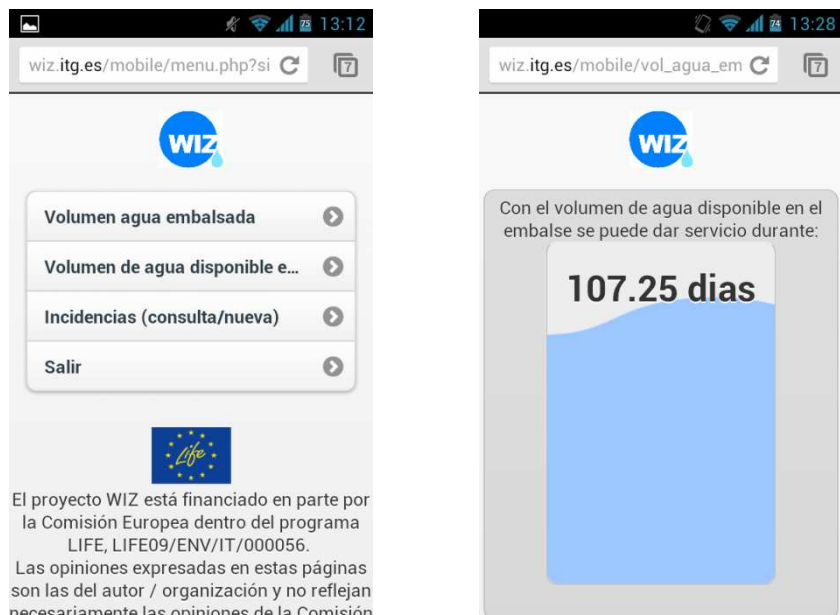


Grafico 8. Plataforma WIZ. Funcionalidades para Ciudadanos y Empresas a través de Dispositivos Móviles

En relación a las entidades gestoras y de planificación, WIZ4PLANNERS deberá proporcionar a los gestores y políticos información para tomar decisiones relacionadas con:

- El planeamiento urbanístico:
 - ¿Puede darse el visto bueno a la urbanización de un número determinado de viviendas?
 - ¿Pueden crearse nuevos centros de ocio con uso intensivo de agua?
- La gestión de la red de suministro:
 - ¿Debe plantearse la explotación de otros acuíferos?
 - ¿Debe renovarse la red?
 - ¿Deben fomentarse nuevas pautas que tiendan a racionalizar el consumo de agua?

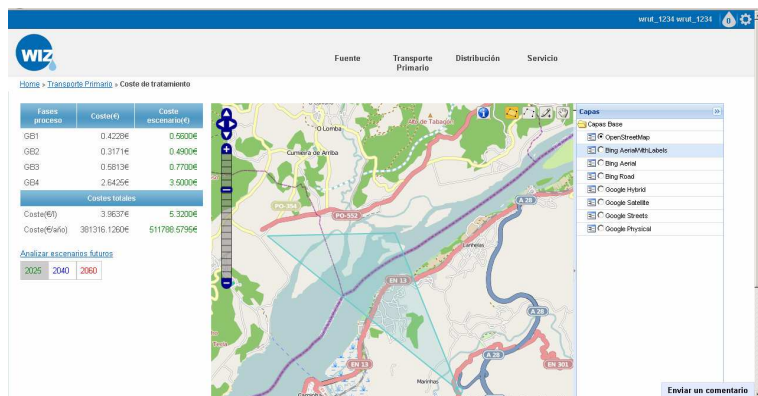


Grafico 9.- Plataforma WIZ. Funcionalidades para Entidades Gestoras

Enfoque de la Solución Tecnológica Desarrollada

Para cumplir con los objetivos y el planteamiento expuesto, la solución tecnológica desarrollada debió de tener en cuenta un conjunto de requisitos relacionados con nueve aspectos clave, que se recogen en el gráfico adjunto (“WIZ: Bloques de Cobertura Conceptual”).

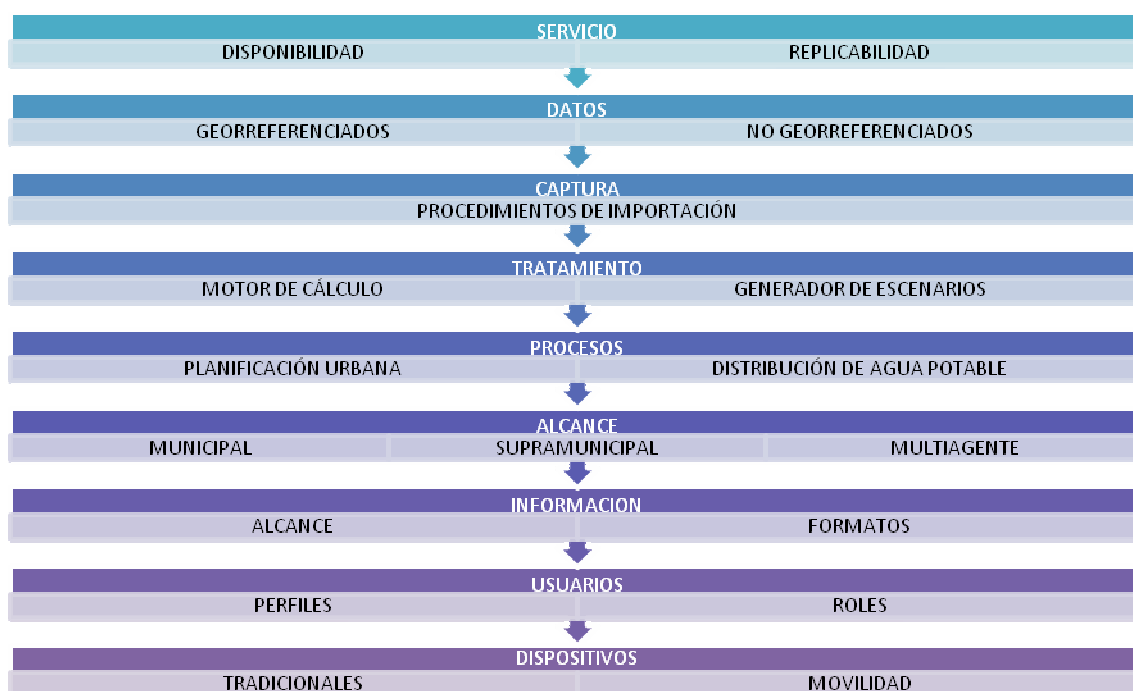


Grafico 10. WIZ: Bloques de Cobertura Conceptual

Concretamente, los requerimientos impuestos por cada uno de estos bloques conceptuales han sido los que se exponen a continuación:

- **Servicio:** era necesario desarrollar un sistema de información orientado no sólo a la implantación en el marco del proyecto, sino que permita la extensión e institucionalización del mismo, dotándole por tanto de atributos de alta disponibilidad y replicabilidad
- **Datos:** el sistema debía estar soportado sobre bases de datos que permitiesen alojar tanto datos georreferenciados como sin referencia espacial.
- **Captura:** el sistema de información debería disponer de interfaces y servicios que facilitasen la captura de información desde datos externos; es decir, que permitiesen dar soporte a los procedimientos de captura de información necesarios para el adecuado despliegue e implementación de la funcionalidad desde fuentes externas con técnicas de mash-up.
- **Tratamiento:** el sistema dispondría de interfaces que permitiesen, por un lado, la definición de algoritmos de cálculo y, por otro, la gestión de escenarios temporales, con el fin de abordar las necesidades de información no sólo en el momento actual, sino en el futuro.

- Procesos: el sistema daría cobertura al ciclo de vida de los procesos vinculados a la gestión del agua potable y la planificación urbana.
- Alcance: el sistema debería contemplar la gestión desde un ámbito tanto municipal como supramunicipal, con participación de uno o varios agentes, públicos o privados, con diversas competencias y responsabilidades en los servicios a los que se da soporte.
- Información: el sistema debería contemplar distintas necesidades de salida de datos; es decir, tanto informes como información en formatos y/o servicios que permitan su intercambio y puesta a disposición de terceras partes; en el caso de la información georreferenciada, por ejemplo, bajo formatos shp o KML para el intercambio con otros sistemas de información.
Además, el sistema debería ser consistente con la Directiva Europea INSPIRE, contribuyendo a construir la Infraestructura Europea de datos Espaciales.
- Usuarios: el sistema debería abordar, asimismo, una completa definición de usuarios y roles que modulasen el nivel de acceso a la información, tanto aquella que pueda considerarse pública y no sujeta a restricciones como aquella otra que requiera especiales precauciones en su acceso, modificación y gestión.
- Dispositivos: el sistema debería tener en cuenta el estado de la tecnología actual, facilitando el acceso tanto a través de dispositivos tradicionales, como PC o MAC; disponiendo también de módulos específicos para su empleo a través de móviles, TABLETS o Smartphones.
- Modelizado de infraestructuras. Se entiende como tal, la construcción de los modelos matemáticos que permitan simular el comportamiento del sistema de distribución de agua potable; la solución a desarrollar debía tener en cuenta el procesado de información con herramientas de modelado con fase crítica y necesaria para obtener información de valor sobre la red de distribución, su situación y sus límites de funcionamiento.
- Parametrización y carga de datos. La solución planteada debería contemplar la introducción de las familias de datos necesarias para el adecuado funcionamiento del sistema; en este sentido, es importante señalar que es necesario un importante conjunto de capas espaciales para garantizar un adecuado funcionamiento del sistema. Específicamente, debería contemplarse la introducción ordenada de información como el callejero, catastro, el plan de ordenamiento, o la topología de red de distribución.
- Capacitación. Por último, deberían plantearse los elementos necesarios para la formación y capacitación de los usuarios potenciales del sistema.

Aspectos críticos: captura de datos, modelado y e-valorización de la información

En el desarrollo de la solución y su implementación se han encontrado tres puntos críticos; la captura de datos, el modelado de las redes de distribución, y la valorización de la información.

La criticidad de cada uno de estos tres aspectos ha sido tanto tecnológica, operativa y de interdependencia.

Desde el punto de vista tecnológico, las dificultades o retos han estado marcados, además de por los propios requerimientos funcionales, por las siguientes restricciones:

- La necesidad de realizar un desarrollo sobre código abierto.
- La necesidad de contar con una solución consistente con la directiva INSPIRE.
- La necesidad de disponer de una solución accesible a través de Internet.

Desde el punto de vista operativo, las dificultades han venido derivadas de la captura de información, y se han concretado en:

- La multiplicidad de fuentes de datos y de entidades propietarias y responsables de los mismos.
- La calidad y accesibilidad de los datos públicos, en relación a su caducidad y a los formatos de acceso a los mismos.
- Los procesos de captura y validación de datos en campo, relacionados especialmente con la preparación de familias de datos consistentes que integrasen topología de la red de distribución y callejeros, entre otros factores.

Desde el punto de vista de la interdependencia se evidencian en los siguientes hechos:

- La puesta en valor de la información requiere, como elemento maestro, disponer de información sobre el comportamiento de la red de distribución de agua, entre otros aspectos; es decir, del comportamiento, por ejemplo, de la presión y el caudal.
- No es posible disponer de un modelo matemático suficientemente preciso si no se dispone de la información sobre la topología y características de la red, sobre el agua inyectada y sobre los consumos.
- La construcción del modelo, además, se ralentiza si no se cuenta con bases de datos en las que pueda relacionarse el consumo de uno o varios abonados con los distintos tramos de la red.

Captura de Datos

Para disponer de una colección de datos adecuada, en el proyecto se realizó análisis exhaustivo de la información necesaria para el funcionamiento del sistema, de las fuentes de dicha información y de la calidad de las mismas.

Además, fue necesario construir extensas colecciones de datos, para lo cual fueron desarrollados protocolos de captura de información. Esto ha sido especialmente crítico en la preparación de datos para la construcción de modelos matemáticos las redes de distribución de agua.

Paradójicamente, la complejidad no reside en el propio modelado, sino en la optimización del proceso de construcción de los datos de entrada del modelo; la ausencia, en muchos casos, de información en formatos electrónicos georreferenciados, ha hecho necesario el desarrollo de mecanismos que facilitasen la automatización de los procesos de asignación de los consumos de los usuarios a los distintos nodos de la red de distribución.

Modelado de Redes de Distribución de Agua Potable

Además de la alimentación del modelo con los datos de entrada, el aspecto más crítico ha sido el establecimiento de criterios de reparto de las pérdidas o fugas del sistema.

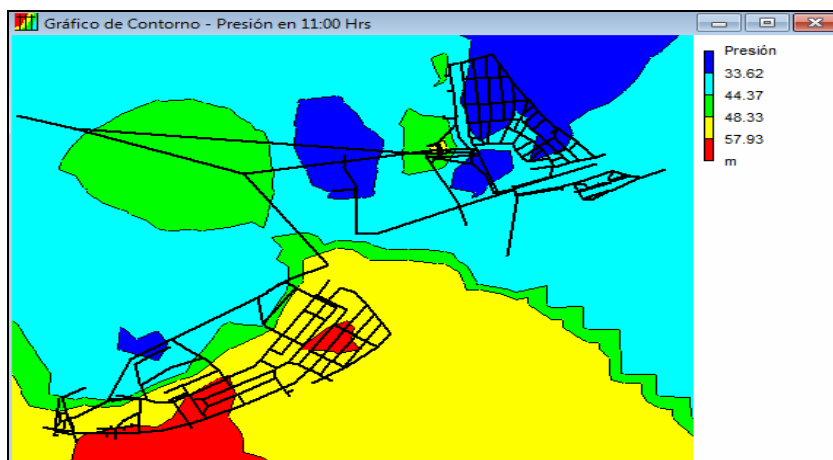


Grafico 11. Gráfico de Presiones de una Red de Distribución de Agua potable. (Ejemplo. Fuente. Epanet)

Desafortunadamente, no está extendido el despliegue de sistemas de captura de información que permita un óptimo calibrado de los modelos de comportamiento de red. Así, es frecuente tener como único punto de partida, el agua inyectada a toda la red de distribución, y no contar con la existencia de datos de caudal en segmentos importantes de la misma.

En cualquier caso, las dificultades fueron salvadas, asumiendo recomendaciones expuestas en distintas fuentes científicas. Como resultado, se ha dispuesto de distintos modelos que permiten conocer el comportamiento hidráulico de la red de distribución y sus límites, a través de parámetros como la presión y el caudal.

Para la obtención del modelo matemático, nuevamente, se imponía la premisa de emplear herramientas de libre disposición, seleccionándose Epanet como herramienta de cálculo, por ser uno de los más extendidos y de mayor prestigio, tanto nacional, como internacional².

e-Valorización de la información

El último de los puntos críticos está relacionado con la puesta en valor de la información a través de internet. La dependencia de la preparación de datos y de un adecuado modelo de comportamiento de la red ha sido ya expuesta; pero, una vez que esas dificultades se salvan y se dispone de la información es necesario que esta sea accesible desde cualquier punto a través de la web.

Nuevamente, la necesidad de disponer de sistemas basados en código abierto impusieron la necesidad de realizar un análisis de las tecnologías disponibles; no sólo era necesario disponer de tecnología abierta, sino que esta fuese estable.

² Epanet fue desarrollado por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente del Gobierno de los EEUU (U.S. Environmental Protection) y lanzado en Europa a principios de los 90; además, en España, también en esa década, el Instituto Tecnológico del Agua de la Universidad Politécnica de Valencia, realiza la traducción del programa y contribuye notablemente a la extensión de su uso en todos los países de habla hispana.

Tras el análisis, se optó por un bloque tecnológico que tiene las siguientes características:

- Disponibilidad de entorno web
- Soporte a la normativa Inspire
- Multiplataforma de instalación y visualización
- Soporte de estándares del OGC, Open Geo –Spatial Consortium
- Soporte de formatos ráster
- Soporte de formatos y vectoriales que faciliten el intercambio de información, especialmente shp y KML ,Keyhole Markup Language, basado en XML, para representación de datos espaciales en tres dimensiones.
- Soporte de distinta bases de datos, bien propietarias (como Oracle) como, especialmente, las basadas en código abierto (PostGresSQL,/PostGIS, MySQL) que soporta
- Múltiples lenguajes de información de soporte
- Consistencia y soporte de la Directiva INSPIRE

3. Líneas de Futuro

El trabajo llevado a cabo en el proyecto WIZ ha permitido consolidar una línea de trabajo orientada a la mejora de la gestión coordinada de los recursos; concretamente, de la planificación urbana y el agua potable, facilitando el desarrollo sostenible del territorio en dichos ámbitos.

Los ejes que marcan la evolución natural de los avances logrados son tres:

- El ciclo integral del agua
- La integración de información
- La Institucionalización

En relación al ciclo del agua, el sistema deberá evolucionar hacia la incorporación de la gestión aguas arriba de la distribución y aguas abajo; es decir, integrando la gestión de las cuentas hidrográficas e incorporando el saneamiento urbano.

Desde el punto de vista de la información, deberán desarrollarse y consolidarse protocolos de intercambio de información; no tanto en relación a los formatos (temática tecnológicamente madura), sino a las responsabilidades sobre la información y la calidad así como la periodicidad de actualización. La tecnología actual permite la integración de información sin necesidad de trasvase de la misma, minimizando riesgos de desvirtualización de la misma; cuidando la conectividad y seguridad de acceso, y garantizando la calidad de los datos, los avances que surjan en el desarrollo de acuerdos entre las distintas administraciones públicas involucradas se antojan ser la piedra angular sobre los que sustentar nuevos y más eficaces sistemas de gestión en estas materias.

Desde el punto de vista de la institucionalización, el reto de WIZ es lograr la involucración del máximo número de entidades en la adopción de sus prácticas con uno u otro nivel de intensidad. Es decir, desde la adopción de los protocolos desarrollados en el proyecto en las políticas públicas municipales a la incorporación del sistema de información.

El camino marcado para la extensión de este tipo de sistemas es, sin duda, complejo y está marcado tanto por el entramado competencial como por los distintos intereses que entran en juego; deben establecerse metas ambiciosas de carácter técnico y político bajo cuyo paraguas todos los agentes involucrados contribuyan a la mejora y optimización de la gestión a través de una tecnologías y soluciones que están ya disponibles.

4. Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecen el papel de las siguientes entidades en la construcción del cuerpo de conocimiento, teórico y práctico, sin el cual la elaboración de este artículo no hubiese sido posible.

- Acue Spa (Italia)
- Ingegnerie Toscane Srl (Italia)
- Autorità di Bacino del Fiume Arno (Italia)
- Klink srl (Italia)
- Diputación Provincial de Pontevedra (España)
- Concello de Baiona (España)
- Espina y Delfín (España)
- Instituto Tecnológico del Agua (España)

5. Programa LIFE + de la Unión Europea

Los proyectos que se referencian en este proyecto, WIZ, LIFE 09 ENV/IT/000056 y ASAP LIFE-06-IT-000255, han sido financiados en el marco del programa LIFE + de la Unión Europea.

6. Bibliografía

1. *Libro Blanco del agua en España 2007*,
2. *Libro digital del Agua: Web-site del Ministerio de Medio Ambiente*
3. *Estudios desarrollados por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX para el Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM, 1998)*,
4. *Observatorio de la Sostenibilidad en España (OSE)*
5. *Estrategia para la Sostenibilidad de la Costa* (Documento de inicio, septiembre 2007)
6. *Plan Nacional de Saneamiento y Depuración 1995-2005*,
7. *Ley de Aguas y texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001*
8. *trasposición de la Directiva en España, Ley 62/2003, de 30 de diciembre*
9. *Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua (DMA)*
10. *Directiva 91/271/CEE sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas*
11. *Abastecimiento de agua a la población: desde el río hasta el grifo*. Revista Ambienta, Mayo 2002
12. *Control del agua de Consumo: Documento de Sanidad Ambiental, Ministerio de Sanidad y Consumo.*

13. *Control y vigilancia de la calidad del agua que llega a su hogar*, Canal Isabell II, Comunidad de Madrid, 2008
14. Documento Guía nº3 "*Analysis of Pressures and Impacts*" : Guías técnicas previo a la implantación de la Directiva Marco del Agua
15. *Dotación en abastecimientos de agua potable de núcleos con menos de 300000 hab.*, Jose Luis Sanchez Lopez, Revista de Obras Publicas, Abril 1984.
16. *El agua en Europa: una evaluación basada en indicadores*, Agencia Europea de Medio Ambiente, 2003
17. *Guía de la responsabilidad social empresarial del sector de abastecimientos*, Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento, Mayo 2008
18. *Hacia una nueva gestión del agua presidida por la DMA*, Enrique Cabrera Marcet, Catedrático de Mecánica de Fluidos, Instituto Tecnológico del Agua (ITA), Universidad Politécnica de Valencia
19. *Global-E-Government, 2005*, estudio realizado por Darrell, M. West, del Center of Public Policy de la Universidad de Brown (EE.UU).
20. *eEurope 2005: Una sociedad de la información para todos*
21. *Cambio climático y adaptación de los recursos hídricos*, informe realizado por la Agencia Europea del Medio Ambiente
22. *Impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos en España y viabilidad del plan hidrológico nacional 2000*, Francisco J. Ayala-Carcedo, Instituto Geológico y Minero de España
23. *Tema Monográfico: Agua y energía*. Enrique Cabrera Marcet, Instituto Tecnológico del Agua (ITA), Universidad Politécnica de Valencia, JIA, Jornadas de Ingeniería del Agua 2009, Madrid, 27 y 28 de Octubre de 2009
24. *Estimación del consumo de energía ligado al uso del agua en la ciudad de Valencia*, Enrique Cabrera Marcet, Instituto Tecnológico del Agua (ITA), Universidad Politécnica de Valencia, JIA, Jornadas de Ingeniería del Agua 2009 (2009), Madrid, 27 y 28 Octubre 2009
25. *A computer simulation model to evaluate supply and demand side options in urban water utility management*, Cobacho R., Cabrera E., Arregui F., Cabrera Jr. E., Water Sources Conference, Las Vegas, EE.UU., 27-30 Enero, 2002
26. *Indicadores de Gestión en el contexto de una Gestión Integral del Agua*, Cabrera E., Cabrera Jr. E., Instituto Tecnológico del Agua (ITA), Universidad Politécnica de Valencia, Congreso Seminario Internacional Oferta y Demanda del Recurso Hídrico, Rionegro, Antioquía, Colombia, 1-3 Noviembre, 2000,
27. *Modos de Implantación de Programas de Gestión de la Demanda*. Control y Evaluación de Resultados, Cobacho R., Cabrera Jr. E., Dolz, R., Instituto Tecnológico del Agua (ITA), Universidad Politécnica de Valencia, Jornadas Internacionales sobre Uso Racional del Agua en Ciudades, Madrid, Diciembre de 1999
28. *Directrices para una Política Sostenible del Agua*, Cabrera E., Roldán J., Cabrera Jr. E., Cobacho R., Instituto Tecnológico del Agua (ITA), Universidad Politécnica de

- Valencia, 2003, Revista Ingeniería del Agua, ISSN: 1134-2196, Volumen 10 Número 3, 245-257 (y 355-367)
29. *La calidad de las aguas en España: un estudio por cuencas*. Informe GREENPEACE
 30. *Medio Ambiente: Tendencias tecnológicas a medio y largo plazo*. Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industria OPTI, 2002.
 31. *Modelación de la calidad del agua*, Miguel Martín Monerris. Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia. Paula Marzal Doménech. Departamento de Ingeniería Química. Universitat de València.
 32. *Perfil Ambiental 2009: AGUA*, Ministerio de Medio Ambiente.
 33. *Plan Nacional Calidad Aguas 2007-201*, Ministerio de Medio Ambiente.
 34. *RASARP-informe anual servicios de agua en Portugal, 2009*
 35. *Estudio de Calidad de Servicio para Gestión de Aguas de Aragón*, Noviembre 2003
 36. *ACCIONA informe Anual 2009*
 37. *ACCIONA Cuentas Anuales e Informe de Gestión Consolidados 2009*
 38. *AGBAR 2009 Informe financiero*
 39. *AQUALIA Informe de Responsabilidad Social corporativa 2009*
 40. GRUPO SACYR VALLEHERMOSO, INFORME ANUAL 2009, Servicios VALORIZA
 41. *Global Water Market 2011: Spain, A chapter from Global Water Market 2011*, Global Water Intelligence
 42. *Anuario Estadístico: AGUA E INDICADORES*, 2009, Ministerio Medio Ambiente
 43. *ANÁLISIS DE MERCADO, Sector depuración y reutilización de agua residual*. consultora CBK
 44. *Tendencias tecnológicas tratamiento y gestión de agua* informe Fundación Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industria OPTI
 45. *El futuro de los servicios de agua urbana en España CONAMA*, 2010

7. Información adicional

www.wiz-life.eu

www.itg.es