

HITOS DE INNOVACIÓN EN INGENIERÍA CIVIL

LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA (SAIH) UNA INNOVACIÓN QUE SE EXPORTA

Carmen de Andrés Conde^{1*}

José Luis González Vallvé²

Sara Centeno Gutiérrez³

¹ ICCP. Creatividad y Tecnología, S.A.

² ICCP. Creatividad y Tecnología, S.A.

³ Ing. Indust. Creatividad y Tecnología, S.A.

* E-mail: cytsa@cytsa.com

1. INTRODUCCIÓN

Resulta complicado seleccionar cuáles han sido los hitos históricos en la ingeniería civil. En la historia del mundo contemporáneo se suelen citar tres grandes revoluciones tecnológicas. Una primera del vapor y el ferrocarril entre 1750-1850, que sustituyó el esfuerzo humano y animal iniciando la sociedad industrial. Una segunda entre finales del siglo XIX y la primera mitad del XX, que trajo la electricidad, el motor de combustión, el teléfono, etc., mejorando la calidad de vida y el desarrollo de la sociedad urbana. Y una tercera, la digital, en la que estamos actualmente y cuyos efectos sea pronto, quizá, para analizar.

Una de las evaluaciones externas, sobre la eficacia de los sistemas esenciales en distintos países es la que realiza el World Economic Forum (Davos), *the Global Competitiveness Report*, donde en 2017-2018 España obtiene en conjunto una puntuación para el ICG (Global Competitiveness Index) de 4,7, sobre un máximo de 7, situándose en el puesto 34 de entre 140 países.

España solo obtiene posición digna en infraestructuras, hasta el punto de que parece podría hablarse de éxito español en infraestructuras siendo único país del mundo que ha conseguido salir del subdesarrollo infraestructural en 25 años y como tal, modelo para muchos otros países, especialmente para los emergentes con graves estrangulamientos infraestructurales.

Este éxito infraestructural español se debe a la ayuda europea para la implementación de estos sistemas, la más importante y no solo por su cuantía económica: -más de 374M€ hasta 2006-, sino por haber obligado a todas las autoridades, organismos, empresas, profesionales a trabajar con una disciplina metodológica.

La evaluación de infraestructuras, aun siendo mejorable, es inmediata y visible por toda la ciudadanía, lo que no ocurre con otras ayudas como casi todas las de *software*, formación, ayudas a la I+D+i..., políticas activas de empleo, etc., y la transparencia, siendo mejorable, es muy superior en todo el proceso de contratación y realización pública de las infraestructuras que en otras actividades, instituciones...

Además se ha realizado por un sistema muy experimentado en la gestión de obra pública, con profesionales de sólida formación, acreditada por la superación de unos estudios muy selectivos, con alta calidad técnica y un alto sentido de la responsabilidad en la rendición

de cuentas del gasto público, y, muy especialmente, con unidad de criterio.

El éxito infraestructura se entiende mejor, tal vez, viendo también lo hecho por los profesionales españoles en el sector privado, que, al frente de empresas constructoras, concesionarias de infraestructuras e ingeniería, han pilotado su salida al exterior posicionándose, varias de ellas, como líderes globales.

2. LA GESTIÓN DEL AGUA EN ESPAÑA

España, vista desde el aire es un país de color mayoritariamente amarillo-marrón, no es un país verde, nuestra pluviometría irregular en el tiempo y en el territorio y nuestra orografía montañosa llevan a que suministrar 300 litros de agua potable por habitante y día en muchos lugares de la España meridional sea el milagro del agua.

Es decir, un milagro del agua similar al que supondría si ciudadanos del norte de Europa pidieran que su ayuntamiento les proporcionase 3.000 horas de sol al año. Y el milagro del agua se hace y se cumple con regularidad y magníficos resultados y además a un precio por m³ que es, en muchos casos, 1/3 del que tienen que abonar esos ciudadanos del norte.

En el norte de Europa, en muchos casos, se capta el agua simplemente de la capa freática. En España ha habido y hay que realizar enormes presas y conducciones kilométricas difíciles y caras de construir y mantener para llevar el agua hasta los grifos caseros. Si no hubiera presas, España aprovecharía del orden del 8 % del agua de lluvia; con 1.500 presas se aprovecha el 40 %, siendo realmente un tesoro a cuidar, mantener y, desde luego, gestionar.

Y lo mismo se puede decir del agua en general, a la que conviene dedicar toda la atención técnica, política, económica y social que su trascendental importancia requiere, pues no solo se da de beber a los 46 millones de españoles, sino a los 75 millones de turistas que cada año nos visitan, y de lo que la ciudad de Benidorm es un magnífico ejemplo, pues apenas tiene recursos naturales de agua, pero una acertada combinación de presas, trasvases, desalación y reutilización, hace que sea el principal asentamiento turístico del Mediterráneo.

La Política Regional Europea ha destinado muchos recursos, más de 15.000 M€, a las actuaciones hidráulicas entre 1986 y 2014, y también es esperable y deseable que lo siga haciendo en el periodo actual 2014-2020 y siguientes, y no sólo a través del Programa nacional de crecimiento sostenible, sino también a través de todos los programas operativos regionales para que se siga produciendo *el milagro español del agua*.

3. LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA (SAIH). LA REVOLUCIÓN DIGITAL

Los Sistemas Automáticos de Información Hidrológica (SAIH) se enmarcan dentro de lo que podemos

considerar como el hito más significativo de la innovación en ingeniería civil en España: la salida del subdesarrollo infraestructural español.

El uso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones (TIC) en los procesos de gestión ha demostrado ser un requisito imprescindible a la hora de la toma de decisiones.

En el ámbito de los Recursos Hídricos, estas tecnologías han proporcionado a los Organismos gestores de Cuenca herramientas de planificación y control y de gestión de recursos e información.

Los SAIHs, basados en redes de telecontrol, surgen como consecuencia inmediata de las situaciones de emergencia provocadas por las avenidas de 1982, en el Levante y en el Ebro, y de 1983, en el Norte. Ante estas situaciones la Dirección General de Obras Hidráulicas comienza los estudios para poner en marcha el proyecto del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), desarrollado a escala nacional en el marco del programa de Seguridad y Explotación de Presas. Este proyecto, dentro del contexto de un plan nacional, comenzó a proyectarse en 1983 en la Confederación Hidrográfica del Júcar por considerarse la de más riesgo, así como la que requería con mayor urgencia su implantación tras el desastre del embalse de Tous. En 1984 comienza la implantación de los sistemas SAIH en el Júcar y el Segura, en 1986 en las cuencas del Sur, en 1988 en la demarcación del Ebro y en 1992 en las demarcaciones de Guadalquivir, Duero, Tajo y Guadiana. Por otro lado, también es relevante conocer que paralelamente a la implantación del SAIH en el año 1983, se implantó el Programa de Evaluación de Recursos Hídricos procedentes de la Innovación (ERHIN).

Actualmente los SAIH se encuentran operativos en prácticamente la totalidad de las cuencas hidrográficas intercomunitarias de España, es decir, en las Confederaciones Hidrográficas del Júcar, Segura, Guadalquivir, Tajo, Ebro, Guadiana, Miño-Sil, Cantábrico y Duero, con más de 3.000 puntos de control.

El SAIH se concibe como un sistema que, utilizando la tecnología más actual, permite disponer de la mejor información en tiempo real sobre la situación hídrica de las cuencas hidrográficas, con el fin de ayudar a la toma de decisiones relativa a la previsión de las avenidas y en la optimización de la explotación de los recursos hídricos.

El SAIH es un sistema de información que **se encarga de captar variables hidrológicas/hidráulicas, transmitir, procesarlas y presentarlas de una forma útil** para los diversos usuarios de dicha información.

Para captar estas variables utiliza unos dispositivos que están en contacto directo con el medio (sensores), que proporcionan la señal eléctrica o lógica del estado de la variable que miden, de forma directa o por el acoplamiento de determinados codificadores.

En función de las necesidades de la información hay múltiples variables que pueden ser medidas para la gestión de los recursos hídricos en cuenca. De forma general estas variables se pueden clasificar, según el modo de obtención, en directas o calculadas, y según su uso, en cuatro grupos: variables hidrométricas, variables

climáticas y ambientales, variables relativas a la calidad de las aguas y variables complementarias.

Las tecnologías existentes para captar estas variables son muy diversas y deben adaptarse a cada caso particular según diversos factores, como son: las **necesidades de información** (rango de medida, precisión, transmisión de la señal, etc.), las **condiciones del punto** (características de la zona, restricciones de espacio, instalaciones existentes, etc.), o el **coste en su instalación y/o mantenimiento** (facilidad de instalación y calibración, sencillez de diseño, robustez, fiabilidad, etc.).

En este campo **los SAIHs han impulsado un gran avance fomentando continuas innovaciones tecnológicas**, así como el desarrollo de las empresas españolas especializadas en el sector.

Por otro lado, como sistema de información, el SAIH debe apoyarse en un **sistema de comunicaciones** cuyo soporte físico es una red que, al efecto, engloba tanto a los equipos de transmisión/recepción y a los componentes inteligentes como a los controladores y dispositivos, para su propia supervisión y control.

La función principal de las comunicaciones asociadas a los SAIHs es la transmisión de los datos recogidos por los diferentes sensores, que hacen referencia tanto a variables hidrológicas y meteorológicas, como información relativa al estado del sistema (sensores, sistemas eléctricos, alarmas, etc.), y hacerlos llegar al Centro de Proceso de la Cuenca (CPC), donde se procesan y se toman las decisiones pertinentes.

Debido a que muchas situaciones de emergencia llevan asociada una indisponibilidad de las redes de comunicaciones comerciales, habitualmente utilizadas por la mayoría de la población (redes privadas de telefonía móvil, líneas de cable, telefonía fija e Internet, etc.), resulta indispensable para los SAIHs la utilización de redes de comunicaciones más fiables y robustas.

Además de la función de soporte de los SAIHs, los sistemas de comunicaciones asociados a estos se han venido utilizando en algunas demarcaciones hidrográficas con otros fines, siendo frecuente el uso de las redes de radio instaladas con los SAIHs para comunicar diversos servicios como telefonía, datos en redes WAN entre oficinas, etc.

La evolución de las tecnologías y el momento de implantación de las redes SAIHs han provocado que en cada SAIH se utilicen diferentes sistemas de comunicación, con diferentes estructuras, diferentes protocolos de comunicaciones, etc.

Las dos estructuras genéricas que en la actualidad están siendo utilizadas en una red SAIH son, según su sistema de comunicaciones, las basadas en **redes radio terrestres y las basadas en satélite**.

Aunque se hable solo de satélite y radio terrestre, se utilizan otros medios de comunicación para redes secundarias, comunicaciones complementarias, redes entre centros, etc.

En los últimos años, desde las primeras implantaciones de estos sistemas, **ha habido un importante desarrollo tecnológico en el campo de las telecomunicaciones a nivel global abaratando costes en algunas tecnologías** que antes se consideraban inabordables en

Tabla 1. Tecnologías existentes para la instrumentación en SAIHs

Variables		Tipos de sensores
Nivel		Limnímetros de flotador y contrapeso tipo óptico Limnímetros Radar Limnímetros piezorresistivos sumergidos Limnímetros piezorresistivos de captación neumática Limnómetro por ultrasonidos Limnímetros piezorresistivos de menor precisión Sensores piezoeléctricos de sondas de cuarzo de captación hidrostática, neumática o sumergidos Medida nivel por laser Medida de nivel en acuíferos (Limnómetro piezométrico)
	Velocidad / Caudal	Caudalímetros en tuberías de ultrasonidos por tiempo de tránsito Caudalímetros en tuberías electromagnéticos Caudalímetros en canal o río efecto Doppler Caudalímetros en canal o río ultrasónicos por tiempo de tránsito
Posición (grado apertura válvulas, compuertas...)	Movimiento lineal	Sensores de giro de eje saliente ópticos Sensor de desplazamiento lineal potenciométrico
	Movimiento angular	Captador de posición pendular con sensor óptico
	Medidas extremas todo/nada	Indicador de estado de proximidad inductivo Indicador de estado de proximidad electromecánico
Precipitación	Líquida	Pluviómetro por principio de balancín y goteo Disdrómetro láser-óptico Pluviómetro por principio de pesaje Pluviómetro radar por efecto Doppler
	Sólida	Pluviómetro por principio de balancín con calefacción Disdrómetro láser-óptico Pluviómetro por principio de pesaje Telenivómetros por Rayos Cósmicos
Meteorológicas	Velocidad del viento	Anemómetros de cazoletas hemisféricas de tipo óptico Anemómetros de medida conjunta de velocidad y dirección del viento por sistema de ultrasonidos de efecto Doppler
	Dirección del viento	Veleta de precisión tipo Óptico Anemómetros de medida conjunta de velocidad y dirección del viento por sistema de ultrasonidos de efecto Doppler
	Temperatura ambiente	Termorresistencias Termohigrómetros
	Humedad relativa	Higrómetro de humedad de tipo capacitivo Termohigrómetros
	Presión atmosférica	Barómetro capacitivo con célula de silicio Sensor piezorresistivo
	Radiación solar	Piranómetro por principio de termopilas
	Evaporación	Evaporímetro con sensor de medida de nivel ultrasónico
Calidad (SAICA)		Sondas multiparamétricas de medida de calidad.
		Sondas individuales para parámetros fisicoquímicos: pH, Conductividad, oxígeno disuelto, Nitratos, turbidez, etc.
Otras		Alarmas de nivel Caudal o potencia turbinada Detectores de intrusismo Video y Fonía Detector de tormentas

Tabla 2. Tecnologías de comunicaciones más utilizadas en los SAIHs

	Ventajas	Desventajas
Radio enlaces microondas TETRA	Fiabilidad Ancho de banda	Red propietaria Mantenimiento espectro radioeléctrico encarecimiento por orografía
Telecomunicaciones Satélite	Bidireccional Cobertura Bajo consumo Gestión de alarmas	Ancho de banda coste de servicio coste de equipos
Telecomunicaciones GPRS –M2m	Coste servicio Bidireccional Protocolo TCP/IP Coste equipos	Cobertura Saturación

sistemas de la magnitud de un SAIH, por lo que aún puede haber tendencias de cambio en este sentido. Es notoria la temprana introducción de la fibra óptica en el SAIH

de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, permitiendo más capacidad de transmisión y mayores distancias entre el sensor y el sistema de transmisión.

En este sentido es posible que el mantenimiento actual de algunas instalaciones sea superior a los costes de una nueva implantación con tecnologías más actuales, como sucede con la tecnología GSM/GPRS con comunicaciones M2M, que resulta cada vez más competitiva en relación calidad precio. Es, por tanto, previsible que se realice una **revisión de los sistemas de comunicación utilizados en todos los SAIHs** en los próximos años.

Dentro del conjunto del SAIH, uno de los sistemas esenciales es el sistema de información. Este sistema permite centralizar en un único punto todos los datos, proporcionando la relación entre el usuario y la información registrada en tiempo real o histórica, así como el control y administración de la red de telecontrol.

En los sistemas de información se diferencian medios materiales (*hardware*, *software* básico y aplicaciones) y humanos (personal para explotación de la información, operación de la red y mantenimientos). Esta estructura básica de los sistemas de información garantiza una adecuada gestión de la información recibida y permite una integración en el esquema de organización y de funcionamiento de las cuencas hidrográficas.

Una de las características principales de estos sistemas es la capacidad de almacenamiento y procesado de datos, de manera que son capaces de interactuar con distintas herramientas informáticas, a través de utilidades de exportación e importación de datos.

Toda la información hidrometeorológica captada y transmitida por el SAIH debe ser procesada antes de su empleo. Usualmente el tratamiento de los datos incluye labores de validación automática para la detección de

valores anómalos, el completado de lagunas en la información y la interpolación espacial de la misma. Las series temporales resultantes deben ser convenientemente almacenadas en una base de datos dedicada que facilite su consulta a posteriori y su exportación a distintos formatos de intercambio.

Por otra parte, **en la actualidad el SAIH no es entendido sólo como un sistema de captación y presentación de datos, sino también como un sistema de ayuda en la toma de decisiones**, tanto en situaciones habituales de trabajo de los técnicos de las distintas confederaciones hidrográficas, como en situaciones de emergencia causadas por fenómenos críticos: avenidas, inundaciones y sequías.

En este sentido cabe mencionar que existen cada vez más experiencias en las confederaciones hidrográficas que han completado el desarrollo de sus SAIHs con mejores herramientas informáticas hasta conformar un sistema de ayuda a la decisión completo, lo que permite al organismo de cuenca no sólo la visualización de los datos y su tratamiento, sino también la modelización de fenómenos hidrológicos y su simulación a partir de los datos captados por el SAIH.

En resumen, **el SAIH es un sistema de información que se compone de elementos electromecánicos, equipos de comunicaciones, elementos eléctricos y electrónicos, ordenadores y la infraestructura física necesaria.**

Las características de la información proporcionada por el sistema posibilitan la existencia de distintos grupos de usuarios. En la Confederación Hidrográfica, los principales deben ser los servicios de Explotación



Figura 1. Esquema de un SAIH.

y de Previsión de Avenidas, aunque, lógicamente, lo serán con utilización de información diferente. Pero no son los únicos, puesto que el SAIH, como sistema de información, admite la integración de paquetes de información complementaria que puede llegar a ser de utilidad para la práctica totalidad de los servicios existentes en el organismo, como la oficina de Planificación Hidrológica, el Servicio de Hidrología o el Área de Proyectos.

El SAIH es un sistema de información que proporciona una serie de datos útiles para los diversos servicios de

cada Confederación Hidrográfica, y que, además, admite la existencia potencial de usuarios externos a la propia Confederación. Debe ser cada uno de los servicios implicados el que adecue los datos disponibles a sus necesidades y los procese, para que, junto con los que recibe por otras vías de información, conformen la base de datos que necesita para su normal funcionamiento. En este sentido debe considerarse que **el SAIH es transversal a las diferentes unidades de las confederaciones hidrográficas** y su alcance implica la utilización en los 3 ámbitos de gestión:

Tabla 3. Funciones de los servicios de las confederaciones hidrográficas

Gestión Ordinaria	Gestión Extraordinaria	Gestión del Conocimiento
Explotación ordinaria de la cuenca (DT) Almacenamiento de la Información (DT, CO,OPH) Auscultación y vigilancia de Infraestructuras (DT) Gestión Medioambiental y de la Calidad de las Aguas (CO) Gestión del DPH (CO)	Previsión, Gestión y Avisos de episodios de Crecida y Avenida (DT, CO, Comité Permanente, PC, UME) Gestión de Sequía (DT, OPH)	Lecciones aprendidas de gestión en situaciones análogas(CH) Análisis y validación de Datos(PH, PGRI) Auscultación de Infraestructuras (DT) Gestión del DPH (DT) Calibración de los modelos hidrológicos y hidráulicos (CH)

DT- Dirección Técnica

CO- Comisaría de Aguas

OPH- Oficina de Planificación Hidrológica

PH- Plan Hidrológico

PGRI- Plan de Gestión del Riesgo de Inundación

UME- Unidad Militar de Emergencia

Los resultados obtenidos y la confianza en su utilización han provocado que se requiera la ampliación de los sistemas a nuevas infraestructuras y su integración con otras redes con el objeto de satisfacer nuevas necesidades. En este sentido, la **tendencia actual es la de integración de todas las redes de telemetría en un único Sistema Automático de Información (SAI)**, tal y como establecen los nuevos planes de gestión de riesgo de inundación entre sus medidas.

Medida 15.01.02 - Establecimiento y mejora los sistemas de medida y alerta hidrológica.

"[...] Durante la vigencia de este Plan, se debe proceder a realizar las actuaciones necesarias para mejorar la coordinación entre las distintas redes de medida existentes

hasta el momento, encaminando todos los trabajos a su integración, definirá el Sistema Automático de Información (SAI) [...]"

SAIH + ROEA + ERHIN + SAICA → SAI

Ya hay avances en la integración del SAIH con el Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (SAICA) y la Red Oficial de Estaciones de Aforo (ROEA) a nivel de comunicaciones y de aplicación en varias cuencas, pero aún es necesario seguir trabajando en esta línea.

A continuación se incluye un resumen de la situación actual de estos sistemas en las cuencas españolas:

Tabla 4. Resumen de la situación actual de los sistemas en las cuencas españolas

Organismo de Cuenca	Tipo de red	SAD
CH Cantábrico	ROEA automatizada	NO
CH Duero	SAIH integrado con ROEA y SAICA	En desarrollo
CH Ebro	SAIH integrado con ROEA y SAICA	Sí
CH Guadalquivir	SAIH	NO
CH Guadiana	SAIH	NO
CH Júcar	SAIH	NO
CH Miño-Sil	SAIH integrado con ROEA y SAICA	Sí
CH Segura	SAIH integrado con ROEA y SAICA	En desarrollo
CH Tago	SAIH	Sí

También contamos en este momento actual con el **reto de mejorar la estructura organizativa a nivel institucional**, para que todos los organismos implicados puedan mejorar su coordinación y el uso de la información obtenida por estos sistemas. Es importante mencionar en este punto que una de las oportunidades más inmediata es la de mejorar la coordinación con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), facilitando el intercambio de información y aprovechando la información meteorológica obtenida por los organismos de cuenca en los SAIHs para completar los análisis de la propia AEMET.

En conjunto, estos más de 35 años de experiencia han proporcionado a España un *know-how* muy valioso a la hora de evitar a futuro los problemas que han ido surgiendo en su implantación.

Desde este punto de vista, los principales problemas vinculados a estos sistemas han sido causados por la falta de estandarización de las tecnologías usadas y la no implementación de **protocolos abiertos**. La rápida evolución de las TIC obliga a adaptarse a frecuentes cambios, tanto en las estaciones remotas, como en los sistemas de comunicaciones, en los centros de proceso, en los sistemas de gestión de las bases de datos y en los modelos numéricos de ayuda a la decisión. Para ello es imprescindible una **normalización y estandarización** que permita a la Propiedad disponer de un abanico de proveedores suficiente para permitir la adaptación a estos cambios sin que se penalice económicamente la gestión del Sistema.

Tradicionalmente el sector de la instrumentación, control y automatización es un reducto de tecnologías propietarias, lo que ha tenido su impacto no sólo en el sector industrial, donde el cliente es principalmente privado, sino también a la hora de implementar estas tecnologías por la administración pública en los SAIHs.

Así, a la hora de instalar los diferentes dispositivos, sensores y demás *hardware* en los SAIHs, así como también los aplicativos de *software* para la supervisión y control del sistema y las bases de datos, la Administración ha tenido que contar con proveedores privados que han implementado sus propias tecnologías. Esto ha supuesto la implementación de sistemas **cerrados con protocolos propietarios**, generando **problemas de cautividad** que han limitado la flexibilidad del sistema condicionando a la administración que ha terminado con una baja capacidad de cambio de contratista. Es por ello que no sólo se ha condicionado la explotación y mantenimiento de estos sistemas propietarios, sino que también se ha limitado la capacidad de que cualquier otra compañía o

técnico gestor realice futuras ampliaciones en su arquitectura y dispositivos de medida.

Sin embargo, en los últimos años la ingeniería de sistemas de control está sufriendo una progresiva inmersión en el mundo de los **sistemas abiertos y las tecnologías estandarizadas**, debiéndose los SAIHs adaptarse a esta tendencia. Por esto, el Ministerio para la Transición Ecológica ya prevé dentro de la medida 15.01.02 de los PGRI anteriormente comentada, el **rediseño y homogeneización de los sistemas informáticos de supervisión, control y adquisición de datos existentes** en cada organismo de cuenca, realizando un análisis de la tecnología existente y estudiando la posibilidad de homogeneizar los sistemas para que sean abiertos y configurables por el usuario.

Otro de los problemas vinculados a la aplicación de estas tecnologías hace referencia a su **adecuación a las necesidades reales de los gestores de los SAIHs y del estado tecnológico del país o región** en la que se implantan, ya que para no sobredimensionar la tecnología, ofreciendo soluciones más costosas y tecnológicamente inadecuadas o más avanzadas que las requeridas, es necesario tener en cuenta las infraestructuras ya existentes que pueden ser integradas en estos sistemas a un coste menor.

La **adaptación a los condicionantes tanto locales como temporales**, hacen imprescindible un conocimiento detallado de la problemática geográfica y política de cada zona, así como de la capacidad de cada Administración de asumir determinadas inversiones. De este modo, si se consideran este tipo de factores, se pueden realizar diseños adecuados evitando un incremento innecesario del coste del Sistema, tanto en lo referente a su implementación como a su mantenimiento operación y explotación.

Esta experiencia acumulada está permitiendo a las empresas españolas exportar este modelo tecnológico de gestión que aprovecha a su vez el bagaje histórico que tiene la Administración en la planificación y buena gestión de los recursos hídricos. **El modelo SAIH español es exportable a otros países**, sabiendo aprovechar esta gran oportunidad las empresas españolas permitiendo su penetración en el mundo de la alta tecnología.

Los SAIHs han supuesto no sólo una base para la gestión de los recursos hídricos en cuenca a nivel global, sino que también han servido de impulso tecnológico para la modernización de los servicios del agua en todos sus ámbitos de uso: abastecimientos, saneamientos y regadíos.