

# ORIGEN, OBJETIVOS Y DESARROLLO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA (SAIH)

Antonio Milla Riera.

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

*Subdirector General de Proyectos y Obras de la Dirección General de Obras  
Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente.*

## RESUMEN

*El SAIH inició su andadura en el año 1983 como una de las actividades del PROGRAMA GENERAL DE SEGURIDAD DE LAS PRESAS DEL ESTADO y con el objetivo inicial de disminuir los efectos catastróficos de las avenidas. Estructurado en una red de captación de datos hidrológico-hidráulicos transmitidos en tiempo real a los Centros de Decisión, su aplicación se reorientó a la mejora de la gestión de los recursos hídricos en cualquier escenario climatológico. Concebido con vocación integradora de todo el territorio nacional, su implantación se está haciendo extensiva a todas las cuencas hidrográficas en las que se vertebra la España peninsular. En el artículo se describe la evolución que ha seguido el SAIH desde sus orígenes hasta la actualidad, y se incide en la versatilidad que posee el SISTEMA al ser capaz de asumir las innovaciones tecnológicas, que continuamente se producen, y los nuevos retos que, de cara al futuro, la sociedad le demanda.*

## ABSTRACT

*The layout of the SAIH started in 1983 as one of the main activities of the SPANISH NATIONAL DAM SAFETY PROGRAM; organised as a real time hydrologic and hydraulic data transmission system, its initial aim was to achieve the reduction of flood's catastrophic effects. Once the SAIH was partially installed, it showed itself as an efficient instrument to help optimize the operation of the hydraulic systems in any meteorological situation. Conceived as a System that is intended to cover the Spanish Peninsula, at the meantime it is already in operation in all of the Mediterranean basins and some of the others. The article describes the evolution of this SYSTEM, and stands out its versatility since it is able to incorporate the latest technological innovations as well as the future capabilities that society demands to it.*

Se admiten  
comentarios a este  
artículo, que deberán  
ser remitidos a la  
Redacción de la ROP  
antes del 30 de  
marzo de 1996.

Recibido en ROP:  
octubre de 1995

## ORIGEN DEL S.A.I.H.

Las avenidas que se produjeron en la vertiente mediterránea en los años 1982 y 1983 fueron, una vez más, realmente catastróficas para el país. Este fenómeno, que no es un hecho novedoso en un territorio que en los últimos quinientos (500) años ha sufrido, al menos, 2 400 inundaciones documentalmente probadas, sirvió para modificar los procedimientos con que la Administración había encarado la resolución de este problema.

Las más de novecientas (900) grandes presas que estaban operativas en España en esa fecha, se habían construido para regular los ríos o crear desniveles, de tal forma, que se pudieran satisfacer determinadas demandas, pero la función de laminación de avenidas que evidentemente poseen, no respondía a una planificación integrada con la que conseguir, precisamente, la prevención ante las inundaciones. Fue a partir de esa fecha cuando la Administración decidió emprender una política más dinámica y operativa, basada en la prevención, alarma y gestión ante las inundaciones.

Así, como una de las actividades incluidas en el marco del PROGRAMA GENERAL DE SEGURIDAD DE LAS PRESAS DEL ESTADO, nació el PROGRAMA S.A.I.H. con la intención inicial de alertar y prevenir a gestores y ciudadanos y, de esta forma, disminuir los efectos catastróficos que se producen durante las avenidas.

## FILOSOFÍA DEL SISTEMA

Para que esta prevención y alerta contra las inundaciones fuese posible y eficaz era necesario tener conocimiento de lo que estaba sucediendo, desde el punto de vista hidrológico, en una cuenca determinada, tanto de los factores eminentemente climatológicos -intensidad de lluvia, forma de las precipitaciones, nieve, etc-, como de los meramente hidráulicos -caudales circulantes por los cauces de los ríos, niveles en los embalses, situación de las compuertas de los aliviaderos, etc-.

Para que, además, la prevención permitiera gestionar los desembalses con el tiempo suficiente para laminar las avenidas, el conocimiento del estado de la cuenca debía ser completo, -es decir, que se extendiera a toda su superficie y a su infraestructura hidráulica, veraz-, para -garantizar que las medidas preventivas que se adoptaran fuesen las adecuadas- y oportuno, para disponer de él en el preciso momento en que se le necesita, con el

fin de tener suficiente margen de maniobra en la aplicación de las actuaciones correctoras.

Los tres condicionantes anteriores determinaron la filosofía del sistema, a partir de los cuales configuró su estructura que, en sus conceptos más elementales, responde a los siguientes constituyentes básicos:

- ▼ Una red de captación de datos de tipo hidráulico-hidrológico, materializada en una serie de puntos de control emplazados estratégicamente en la cuenca.
- ▼ Un sistema de transmisión en tiempo real de la información captada hacia los órganos de decisión de la cuenca que, para mayor seguridad de funcionamiento durante la inundación, se proyectó en aquella fecha vía radio, y
- ▼ El procesamiento de la información recibida, de tal forma que, conociendo en el instante la situación hidrológica de la cuenca y pudiendo prever -a partir de la experiencia- la evolución de las variables captadas, se pudieran tomar las decisiones más oportunas para minimizar los efectos nocivos de las riadas.

Una vez definida la estructura básica del sistema, se tuvo conciencia inmediata del beneficio añadido que se obtendría si se completaba la red de previsión de avenidas, con una red que transmitiera datos relacionados con la explotación de los recursos hídricos de la cuenca, para ayudar a optimizar su gestión. Las dos redes actuarían integradas y utilizarían el mismo sistema de transmisión de datos; así se hizo y estructuró definitivamente el sistema.

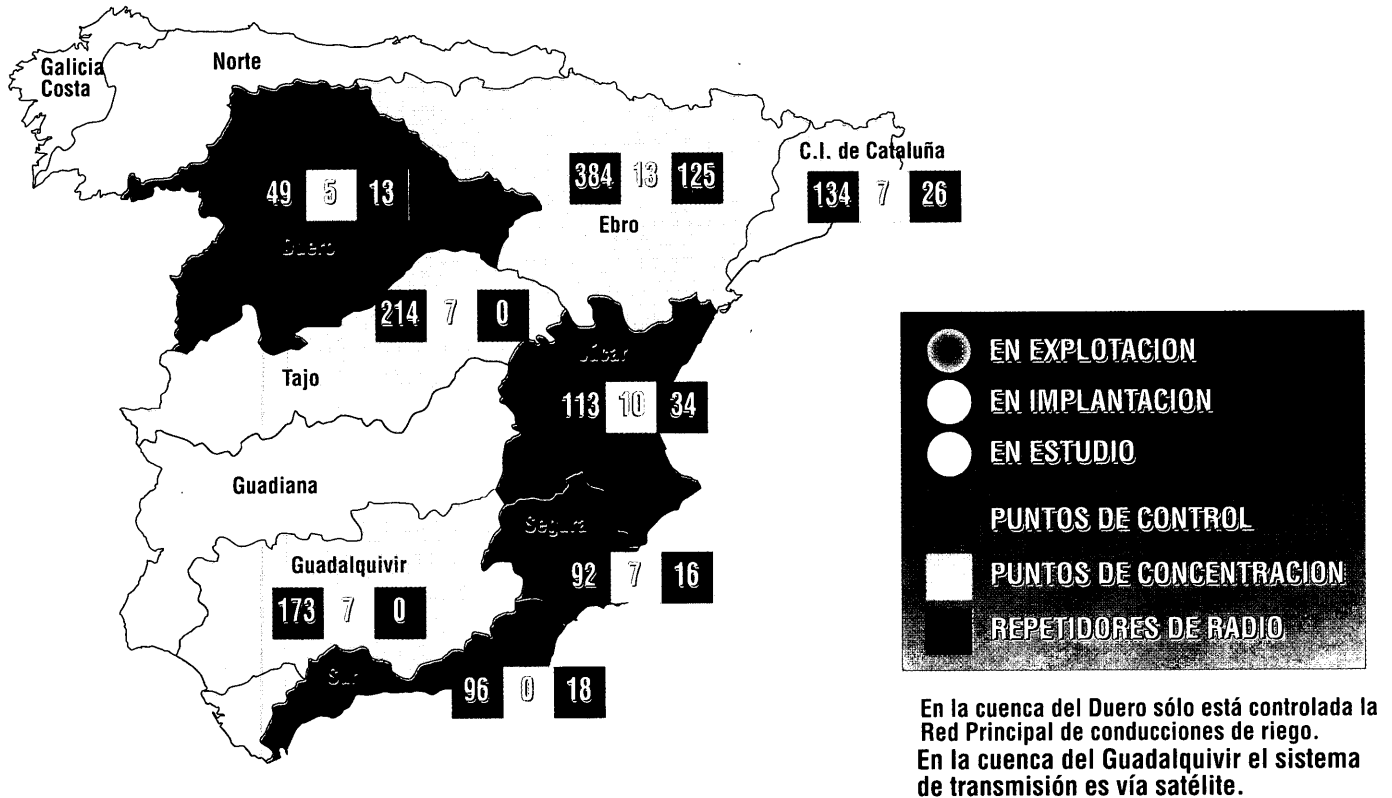
## EL S.A.I.H. SE EXTIENDE POR EL TERRITORIO PENINSULAR

El SAIH nació con la voluntad política de hacerse extensivo a todo el territorio peninsular y con la estrategia de implantarse en cuencas hidrográficas completas. Su implantación se inició en las tres cuencas mediterráneas que habían sufrido con mayor rigor el castigo de las avenidas, que presentaban mayores zonas de riesgo potencial de inundación, y donde, además, la gestión de los recursos hídricos es muy compleja en función de su escasez: Júcar, Segura y Sur de España.

En el año 1983 la Dirección General de Obras Hidráulicas (D.G.O.H.), asistida por su equipo de expertos, comenzó a elaborar los primeros estu-

# ESTADO DE LA IMPLANTACION DEL SAIH

El desarrollo del SAIH comenzó en 1983



dios que determinaron la configuración del sistema y el procedimiento administrativo más ágil para su materialización que resultó ser el de Concurso de Proyecto y Construcción. En el mes de agosto de 1985 se inició la implantación del SAIH en la cuenca del Júcar, seis meses más tarde empezaba en la del Segura y, en diciembre de 1986, en la del Sur de España. Dos años más tarde se extendió el establecimiento al resto de cuencas mediterráneas: Ebro y Cuencas Internas de Cataluña. En el gráfico siguiente se puede observar el estado actual de la implantación en el que también se indica la composición del sistema en cada cuenca hidrográfica.

Entre las peculiaridades que el sistema posee, además de ser único en el mundo en cuanto a vocación integradora del territorio, figuran la pluralidad de disciplinas que debe armonizar, tales como hidrología, hidráulica, comunicaciones, instrumentación, obra civil, sistemas informáticos y ex-

pertos, etc, el elevado número de equipos de diferente tecnología que se deben compatibilizar, para que el lenguaje sea común y el entendimiento posible, y la importancia similar de las fases siguientes a su establecimiento, como son el mantenimiento y la explotación del sistema.

La integración de estas disciplinas requería la disponibilidad en el mercado de unos equipos de tecnología avanzada dotados de las prestaciones necesarias que posibilitaran la compatibilidad. Para potenciar la industria nacional e incentivar la investigación y el desarrollo de una tecnología española que pudiera competir en el mercado internacional, se primaron, en el concurso de adjudicación, las ofertas que ofrecían equipamientos de patente y fabricación netamente española. Este proteccionismo a la industria nacional, que suponía una cierta autarquía tecnológica, estaba justificado porque hay que recordar que en aquél tiempo España no se había integrado todavía en la Co-

munidad Europea, y acababa de incorporarse de hecho a la OTAN por lo que la tecnología punta a la que tenía acceso como país miembro de la Organización era de carácter militar.

Por otra parte, la propia complejidad técnica del proceso, la modificación de las bandas de frecuencia radioeléctrica impuesta por la Dirección General de Telecomunicaciones, la densificación de los puntos de control y el aumento de las variables captadas, así como la solicitud por parte de los usuarios internos del aumento de las prestaciones del sistema, determinaron que el ritmo de implantación de los SAIHs se fuese paulatinamente ralentizando, de tal forma, que las previsiones más optimistas de finalización se vieron defraudadas.

A las causas indicadas se unió la actuación del nuevo equipo directivo que accedió en 1988 a la DGOH y que impulsó una política diferente con respecto al SAIH. Esta política estaba basada en una triple decisión: a) Suspender la implantación en las cuencas hidrográficas donde no se hubiera iniciado el proceso; b) Centrar los esfuerzos en acabar la instalación en las cuencas en las que todavía no se había finalizado, y c) Mantener, explotar y profundizar en los sistemas informáticos y expertos, en las cuencas que ya habían terminado su instalación.

## EL SAIH COMO SISTEMA ABIERTO

La acelerada evolución que se ha producido en el mundo y, concretamente en España, en los órdenes político, económico y social, ha afectado a la estructura y a los objetivos del SAIH que, de esta forma, se ha visto enriquecido en sus principios básicos y, al asumir los cambios, se ha comportado como un sistema abierto y versátil.

Factores externos tales como, la integración de España en la Unión Europea, la mundialización de la economía, la liberación del comercio internacional y la penetración en el mercado español de las empresas multinacionales de comunicaciones, han determinado una mayor apertura a los productos foráneos a la par que una cierta dependencia tecnológica. Estos hechos se traducen en una mayor disponibilidad tipológica de los equipos que utiliza el sistema, en un mercado más abierto y competitivo donde poder seleccionar los instrumentos más adecuados y, en definitiva, en unos costes económicos más baratos.

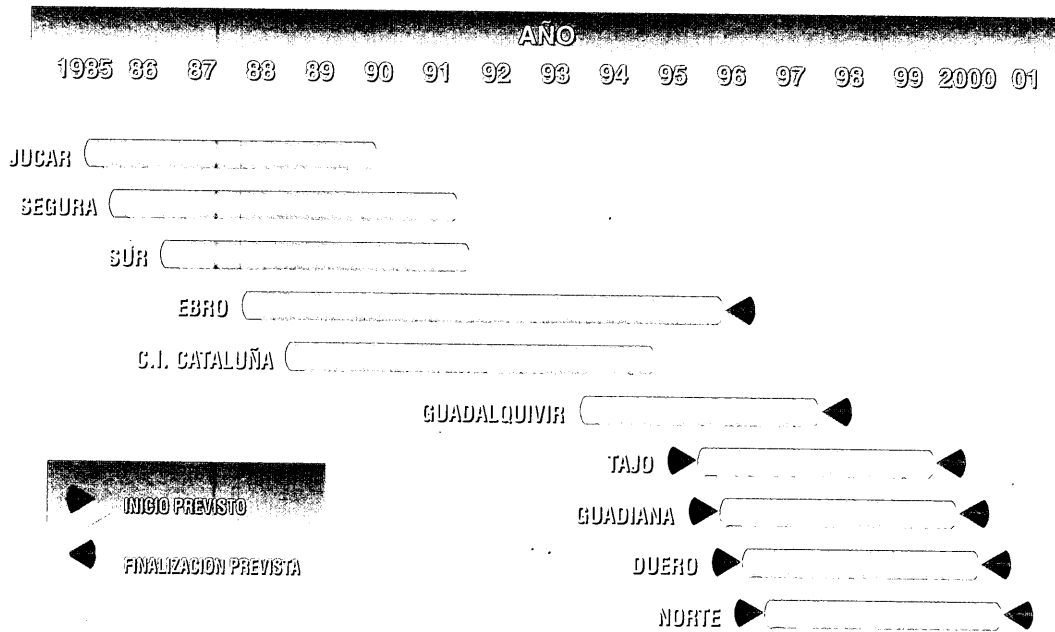
Por su parte, la elaboración del Plan Hidrológico Nacional (PHN) y de los Planes Hidrológicos de cuenca, así como la puesta en órbita por España del satélite HISPASAT han sido los dos factores de carácter interno, que más han afectado al desarrollo y evolución de los objetivos del SAIH. Si con el PHN y los Planes de cuenca respectivos se va a producir a muy corto plazo, un cambio cualitativo en la gestión del agua para lo cual el SAIH se configura con un instrumento imprescindible, con la puesta en órbita del HISPASAT se ha revolucionado el sistema de transmisión de datos. Los aspectos morfológicos del territorio que condicionaban la transmisión vía radio y que densifican en exceso la red de repetidores en las zonas de las cuencas con una orografía abrupta y que, incluso, hacían disuasoria la sensorización de algún punto de control por su difícil cobertura radioeléctrica, han desaparecido puesto que el satélite hace innecesarios a los repetidores. De esta manera la red de puntos de control se puede ampliar a voluntad incluso a posteriori de la puesta en marcha del sistema, mediante la instalación de su respectiva *paellera*, sin que se vea condicionada por el sistema de transmisión.

Estos factores han conducido a que en la actualidad coexistan sistemas en donde la transmisión de los datos se sigue realizando vía radio, con sistemas en los que se hace por el método más moderno y eficaz del satélite, método hacia el que inexorablemente se reorientarán los SAIHs inicialmente instalados.

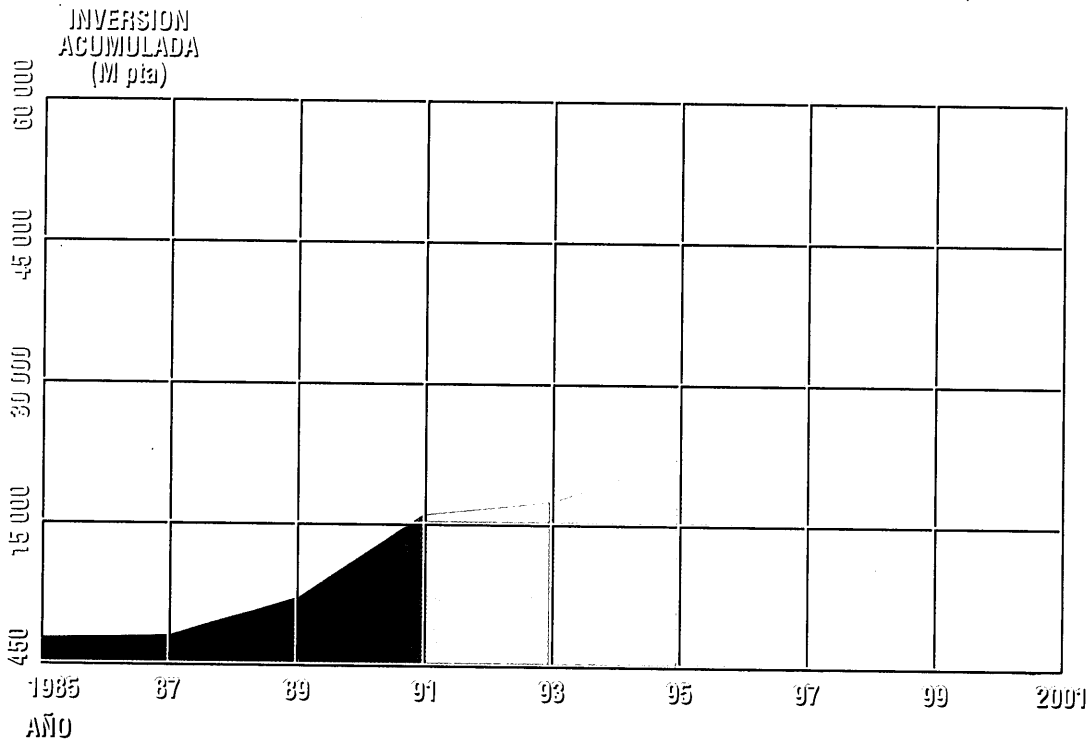
## RELANZAMIENTO DEL PROGRAMA

A partir de 1992 la extensión del programa SAIH a otras cuencas se volvió a relanzar tras el periodo de reflexión y maduración que necesariamente impusieron los condicionantes sociopolíticos y administrativos, los avances tecnológicos y los factores externos e internos que se acaban de mencionar. El año pasado la cuenca del Duero se vió enriquecida con la Red Hidroduero, avanzadilla del SAIH, que se empezó a implantar en 1992. En diciembre de 1993 comenzó la instalación del SAIH de la cuenca del Guadalquivir que ya cuenta con una estructura de comunicaciones basada en la transmisión por satélite, método que utilizarán el resto de las cuencas cuando se vayan incorporando al sistema. Entre las ventajas del satélite figuran la posibilidad de transmitir imágenes, además de fonía, con lo que se facilita extraordinariamente

# PROGRAMA DE IMPLANTACION DEL SAIH



## INVERSION ACUMULADA



la toma de decisiones acerca de las maniobras que hay que efectuar en los órganos hidráulicos de control en situaciones extremas de inundaciones.

En 1994 se elaboró el proyecto de construcción del SAIH del Tajo, cuyas obras ya han sido adjudicadas, y cuya finalización se prevé para 1999. Para el resto de las cuencas peninsulares: Guadiana, Duero y Norte se prevé su implantación definitiva antes del año 2001.

Como parece lógico en un PROGRAMA que dura doce años y en el que se han ido incorporando los avances tecnológicos más sofisticados, los presupuestos inicialmente estimados se han visto razonablemente superados por la realidad. Se evalúa en unos 60 000 millones de pesetas corrientes la inversión total que la D.G.O.H. va a realizar para implantar el SAIH en toda la península, cifra que incluye los costes de actualización de los sistemas ya instalados, y de la que una cantidad superior al 60% se destina a inversiones en informática, electrónica y comunicaciones.

## FUTURO DEL SAIH

Cuando hace doce años se gestó la implantación del SAIH se sabía que el camino a recorrer sería largo y tortuoso antes de concluir su instalación en todo el ámbito peninsular. A pesar de los avatares que han ido afectando negativamente el proceso, el sistema se encuentra operativo en las cuencas del Júcar, Segura y Sur de España y próximo a su finalización en las Cuencas Internas de Cataluña, en la del Ebro y en la del Guadalquivir.

Estas cuencas han sido las primeras en experimentar la potencialidad del sistema y en descubrir la valía de un instrumento que posibilita la gestión eficaz de sus recursos hídricos, tanto en épocas de inundación como de sequía. La ambivalencia del sistema para estas dos situaciones hidrológicas extremas que, de forma tan natural se producen en nuestro país, le dota de un significado mucho más profundo.

La aprobación del Plan Hidrológico Nacional por parte del Gobierno, y del Sistema Integrado del Equilibrio Hidrológico Nacional implícito en él, va a modificar la distribución espacial del agua en España mediante unas transferencias de recursos hídricos entre las cuencas cedentes, excedentarias de agua, y las receptoras deficitarias. Si el SAIH ya ha demostrado su eficacia en la gestión de los recursos internos de una cuenca, se confi-

gura como un elemento imprescindible para la adecuada gestión de unos recursos externos que van a ser transferidos donde más se necesitan. El inevitable control y seguimiento que tendrán los agentes sociales sobre la gestión del agua cuando los trasvases sean una realidad realzará, más si cabe, la función del SAIH.

El desarrollo económico que se ha producido en los últimos tiempos en las sociedades industriales occidentales ha creado, como contrapartida, un frágil equilibrio entre las actividades antrópicas y el medioambiente. Este hecho, unido a una mayor concienciación ciudadana en los aspectos relacionados con la naturaleza, ha motivado que, en el futuro, se potencien los programas que, como el SAIH, contribuyen a la conservación y al mayor conocimiento del medio ambiente.

El aumento del número de datos hidrológicos -tanto en el tiempo como en el espacio- que genera el sistema y que, por lo tanto, están disponibles para el análisis, así como la densificación de las redes meteorológicas -en especial las pluviométricas- que ha producido la implantación del SAIH, ha supuesto un conocimiento más riguroso de la realidad climatológica peninsular.

Por otra parte, la transmisión en tiempo real de los datos captados a los centros de decisión facilita la conservación del medio ambiente en una triple dirección: a) Mediante la adecuada gestión de las avenidas para reducir los riesgos de inundación, b) A través de la correcta administración de los recursos hídricos en épocas normales, para ahorrar agua y garantizar la presencia de los caudales ecológicos en los cauces y, c) La mejora que introduce en la explotación de unos recursos hídricos escasos, posibilita la reducción de los efectos nocivos en épocas de sequías.

## LA ADMINISTRACIÓN COORDINA EL PROCESO

En la actualidad la Dirección General de Obras Hidráulicas del M.O.P.T.M.A., a través de la SUBDIRECCION GENERAL DE PROYECTOS Y OBRAS, conjuga simultáneamente actividades de ejecución avanzada, con otras administrativas de próximo inicio además de las de mantenimiento y explotación en las cuencas donde el SAIH es un hecho. La experiencia que se ha ido adquiriendo en los SAIHs más antiguos, se ha ido transmitiendo a los técnicos responsables de los más modernos, a través de una serie de reuniones de co-

ordinación auspiciadas por la D.G.O.H., en las que conjuntamente se han analizado todas las incidencias que se iban observando. La coexistencia de dos sistemas diferentes de transmisión permite valorar y analizar comparativamente la incidencia de este factor en la bondad de la gestión.

Desde el inicio del proceso de implantación del SAIH, la D.G.O.H. ha desempeñado las funciones diversas que el Programa de Seguridad de Presas le había adscrito. A la función de dotar al Programa del impulso inicial necesario para su establecimiento -lo que requería entre las actividades fundamentales la definición del sistema y de sus prestaciones, la selección de las empresas más adecuadas para su ejecución, la determinación de la secuencia de programación y la definición y el control presupuestario de las inversiones-, le siguió la Dirección de Obra y del control técnico del primer SAIH que se gestó -el del Júcar-, además de las labores de coordinación entre los diferentes técnicos encargados en cada cuenca y entre los distintos Organismos de ambi-

to nacional, potenciales usuarios externos del sistema.

La D.G.O.H. patrocina, a través de esta SUBDIRECCION GENERAL, una serie de reuniones de coordinación entre los técnicos encargados del SAIH en cada cuenca, en las que se analizan la problemática vivida por cada uno de ellos y se intercambian las experiencias acumuladas en todas las fases del proceso: instalación, explotación y mantenimiento de la red. A estas reuniones asisten representantes del Instituto Nacional de Meteorología cuya red de datos meteorológicos -especialmente la de radares- se ha intentado integrar desde el principio.

La necesidad de hacer extensiva a toda la sociedad las experiencias y los logros que se están obteniendo en el campo de la previsión ante las avenidas y la gestión de los recursos hídricos, ha motivado la edición de este número monográfico de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS en la que colaboran una serie de expertos y técnicos en las diversas materias que el sistema integra y, de usuarios potenciales de los datos que el sistema capta y procesa. ●



postes nervión, s.a.

**Fabricante de:**

- Postes de hormigón.
- Edificios para alojar centros de transformación.
- Edificios para alojar equipos electrónicos, transmisión de radio y TV, análisis ambiental y control de contaminación, etc.
- Cámaras de registro, arquetas, armarios para equipos eléctricos.
- Depósitos de agua, muros para contención de tierra.
- Columnas de políéster reforzado con fibra de vidrio para alumbrado.

**OBRAS:**

- ▲ SAIH del Ebro.
- ▲ SAIH del Pirineo Oriental.
- ▲ SAICA (Tajo, Duero, Segura, Júcar, Norte, Guadalquivir, Sur).

