

# **CUADERNOS**

## **DE ORDENACION DEL TERRITORIO**

---

SEGUNDA EPOCA Nº 2

INVIERNO 1993

---

**MADRID**

### **EL AGUA**

### **NUMERO MONOGRAFICO**

---

EL MISSISSIPI ES RÍO DE PECHO ANCHO; ES UN INFINITO Y OSCURO HERMANO DEL PARANÁ, DEL URUGUAY, DEL AMAZONAS Y DEL ORINOCO. ES UN RÍO DE AGUAS MULATAS; MÁS DE CUATROCIENTOS MILLONES DE TONELADAS DE FANGO INSULTAN ANUALMENTE EL GOLFO DE MÉJICO, DESCARGADAS POR ÉL. TANTA BASURA VENERABLE Y ANTIGUA HA CONSTRUIDO UN DELTA, DONDE LOS GIGANTESCOS CIPRESES DE LOS PANTANOS CRECEN DE LOS DESPOJOS DE UN CONTINENTE EN PERPETUA DISOLUCIÓN, Y DONDE LABERINTOS DE BARRO, DE PESCADOS MUERTOS Y DE JUNCOS, DILATAN LAS FRONTERAS Y LA PAZ DE SU FÉTIDO IMPERIO. MÁS ARRIBA, A LA ALTURA DEL ARKANSAS Y DEL OHÍO, SE ALARGAN TIERRAS BAJAS TAMBIÉN. LAS HABITA UNA ESTIRPE AMARILLENTO DE HOMBRES ESCUÁLIDOS, PROPENSOS A LA FIEBRE, QUE MIRAN CON AVIDEZ LAS PIEDRAS Y EL HIERRO, PORQUE ENTRE ELLOS NO HAY OTRA COSA QUE ARENA Y LEÑA Y AGUA TURBIA.

J.L. BORGES

**FUNDICOT**

FUNDICOT, ASOCIACION INTERPROFESIONAL DE ORDENACION DEL TERRITORIO. Presidenta: Paloma Fernández; Vicepresidenta: Teresa Villarino; FUNDICOT es miembro de la FIHUAP y de la ISOCARP. Sedes Territoriales en las Comunidades Autónomas de Andalucía, Asturias, Extremadura, Navarra, País Vasco y Valencia.

---

Cuadernos de Ordenación del Territorio. Segunda Epoca N° 2. Invierno de 1993. Edición a cargo de Jonás Figueroa Salas. Han colaborado en este N° 2: R. Adriaenssen, J. Echenagusía, M. Fuentes, F.J. Gil García, J.A. Montero, F. Primo Saiz, R. Rivera, B. Rueda, R. Serra, R. Servert, T. Villarino y P. Wolf. Composición de textos: María Fuentemilla. Gral. Arrando, 38, 28010 MADRID, Tfno. y Fax: (91) 308.50.29

---

**Dep. Legal N° M-22729 1991. ISSN 0212-0798**

# CUADERNOS

## DE ORDENACION DEL TERRITORIO

---

SEGUNDA EPOCA Nº 2

INVIERNO 1993

---

### MADRID

- 2**  
PRESENTACION
- 3**  
PLANIFICACION Y GESTION DE CAUCES FLUVIALES  
DOMINGO GOMEZ OREA Y TERESA VILLARINO
- 11**  
LA REGULACION DE LOS CAUDALES MINIMOS O CAUDALES DE RESERVA  
RAOUL SERVET Y FRANCISCO RIVERA
- 15**  
LA TELEDETECCION COMO TECNICA DE DIAGNOSTICO  
DE GRANDES MASAS DE AGUA  
JOSE LUIS MIRALLES
- 19**  
SOLUCIONES ESTRUCTURALES EN LA PREVENCION DE INUNDACIONES  
FELIX PRIMO SAIZ
- 31**  
DESASTRES NATURALES (II): LA FURIA DEL AGUA  
SILVIA JAQUENOD
- 37**  
LLOVERA ¿Y DESPUES?  
TERESA VILLARINO
- 43**  
LA GESTION DE LOS GRANDES SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
ROQUE GISTAU
- 47**  
EL PLAN HIDROLOGICO NACIONAL  
FRANCISCO J. GIL GARCIA
- 49**  
LOS PLANES HIDROLOGICOS: LA GESTION DEL AGUA EN ESPAÑA  
JOSE ANTONIO MONTERO Y RAFAEL SERRA
- 54**  
ZEALAND: LA BATALLA POR CADA METRO CUADRADO DE TIERRA  
ROMAIN ADRIANSENS
- 57**  
CIUDADES Y AGUA  
JAVIER ECHENAGUSIA

### FUNDICOT

## PRESENTACION

Aunque la última edición del Diccionario de la Lengua Española de la RAE, en su página 46, señala que «es el componente más abundante de la superficie terrestre», el Agua es un recurso natural cada vez más escaso. A las restricciones de abastecimiento y los trasvases fluviales nos remitimos. Esta paradoja se acentúa cuando comprobamos que medio planeta padece una preocupante sequía, y otro medio se debate bajo los daños provocados por las lluvias y las consiguientes inundaciones de ciudades y terrenos agrícolas.

Es innegable que, hoy en día, el Agua constituye un asunto prioritario para la Administración, los habitantes y los medios de información, entre otros. Mas, han sido las paradojas tan frecuentes en la naturaleza las que motivan a Cuadernos de Ordenación del Territorio a promover una serie de números monográficos que presten atención a temas particulares que permitan enfoques diversos. Por ejemplo, sobre aquellos que los griegos consideraban los elementos básicos de la naturaleza: Agua, Aire, Fuego y Tierra.

Pensamos que sobre estos cuatro elementos es posible hacer confluír diferentes puntos de vista y planteamientos sobre asuntos ambientales territoriales y urbanísticos. Asuntos que constituyen los materiales sobre los que se funda nuestra Asociación. También, esta confluencia nos permite plantear desde nuestra visión fragmentada del mundo, la necesidad de propugnar una cultura de lo compatible. No en vano, los enfrentamientos de antaño están dando paso a una década finisecular colmada de expectativas e incertidumbres, que debería estar asentada en la compatibilidad de los viejos intereses y las nuevas demandas, de las viejas demandas y los nuevos intereses.

Este número monográfico de Cuadernos de Ordenación del Territorio, dedicado al Agua, persigue este objetivo de confluencia y compatibilidad. El contenido básico de este número proviene de algunas actividades desarrolladas por FUNDICOT en los meses pasados (Curso de Planificación y Gestión de Cauces Fluviales, Monografías COT y colaboraciones de socios). La reproducción de artículos publicados por otros medios de información y divulgación, nos permite dibujar una visión, más o menos, amplia del tema. Somos conscientes de que faltan muchos otros enfoques. Mas, el valor de esta monografía es señalar un punto de partida.

Para finalizar, agradecemos a la Dirección General de Política Ambiental de la Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente (MOPT), al Canal de Isabel II, a la ISOCARP-AIU, y a las revistas Alfoz y Quercus el habernos confiado la reproducción de sus artículos. (JFS)

# PLANIFICACION Y GESTION DE CAUCES FLUVIALES: LAS CUENCAS VERTIENTES. EL CASO DE OYAMBRE

DOMINGO GOMEZ OREA Y TERESA VILLARINO\*

*Un río es el reflejo de la gestión de su cuenca vertiente; la conservación y manejo del agua no pueden plantearse desvinculados del control de las actividades en ella, de la misma manera que estas últimas utilizan el potencial que el recurso acuífero comporta. Los vertidos, los arrastres debidos a la erosión, etc. acaban, antes o después, en el río.*

Con esta filosofía se redactó el Plan de Protección de la Zona Periférica del Parque Natural de Oyambre, cuya necesidad se justifica por los importantes valores ecológicos, culturales y paisajísticos que presenta la zona, las amenazas procedentes de expectativas turísticas y los impactos producidos por las actividades en su entorno.

El plan se redactó de acuerdo con las directrices emanadas de la ley cántabra 4/88. La figura de plan especial de la Ley del Suelo se justifica por la ausencia de legislación autonómica en materia de ordenación territorial, en aquel momento (1989); hoy día, en que existe una ley de ordenación del territorio en Cantabria, el instrumento podría haber sido un plan de ordenación del medio natural.

Con él se pretendía, de un lado, regular los usos del suelo y actividades en la cuenca vertiente y, de otro, plantear la compensación a los agricultores y ganaderos de los agravios comparativos que la declaración de un espacio natural podía comportar. Uno y otro aspectos se entendían como condición necesaria, aunque no suficiente, para la adecuada conservación del parque natural.

## 1. Objetivos del Plan

Dentro del sector medio físico, que es el que más interesa aquí, la finalidad del plan consiste básicamente en:

1. Garantizar para cada punto del territorio la **conservación** de sus valores ecológicos, paisajísticos, productivos y científico-culturales.
2. Proponer medidas para **mejorar, recuperar o rehabilitar** los elementos y procesos del ambiente natural que se encuentren degradados por actividades incompatibles con su vocación intrínseca.
3. Establecer líneas de acción para la **puesta en valor** de aquellos recursos naturales que se encuentren ociosos o insuficientemente aprovechados.

---

\* Domingo Gómez Orea y Teresa Villarino son Dr. Ingeniero Agrónomo y Dra. Ingeniero de Montes.

El primero de estos objetivos se plantea de acuerdo con la filosofía de la **Estrategia Mundial para la Conservación**, suscrita por el Gobierno Español, cuyo concepto de la **conservación** consiste en **gestionar la utilización de los recursos naturales en beneficio del hombre** de tal manera que se garantice su **permanencia en el tiempo**, es decir, la **producción sostenida del bien o servicio que puedan prestar**.

La conservación es activa, implica gestión, en cuanto supone el aprovechamiento de recursos naturales, ecosistemas y paisajes. Va asociada a la idea de desarrollo, **sostenible**, que propicia la CE, la cual contempla los recursos naturales, en el más amplio sentido del término, incluyendo los denominados intangibles, como elementos activos de primer orden en la economía moderna. Resulta inconcebible en la actualidad desligar las actividades económicas de un entorno de calidad. A ello hay que añadir la simple justificación del respeto a la naturaleza por simples razones éticas.

La conservación, no obstante, aún siendo condición necesaria, no es suficiente, por ello hay que dar entrada al **segundo** de los objetivos enunciados: mejorar, recuperar o rehabilitar para otros usos aquellos recursos, ecosistemas o paisajes degradados, que aparecen en la zona con demasiada frecuencia. Identificar las áreas degradadas y proponer medidas, directas o indirectas, para su recuperación.

La filosofía de que la mejor forma de conservar el medio ambiente consiste en utilizar racionalmente sus recursos naturales, preside el **tercer** objetivo general que se enunció: poner en explotación recursos existentes ociosos, mediante actividades vocacionales, susceptibles de generar rentas o beneficios económicos a más o menos largo plazo.

Hay que tener en cuenta que los problemas ambientales no sólo se producen por un exceso de actividad, sino también por un defecto de ella. En este sentido, la propuesta de actividades vocacionales capaces de diversificar la renta de los agricultores, de transferir rentas del medio urbano al rural e incluso de los sectores secundario y terciario a la agricultura, contribuirán a fijar población en el medio rural, condición indispensable para una garantía de conservación de ecosistemas, culturas, paisajes, tradiciones, patrimonio histórico e incluso arquitectónico.

## **2. Metodología de trabajo**

El plan se concibe desde un punto de vista integral, de tal manera que trata todos los aspectos territoriales: recursos naturales, población y poblamiento. No obstante, en este artículo trataremos exclusivamente los aspectos relativos al medio físico y al control de los usos del suelo que de él se derivan.

Comienza con una fase de inventario de los elementos y procesos del medio relevantes para el caso. El inventario se sintetiza territorialmente en forma de unidades de síntesis o sectores del territorio definidos por algún factor o elemento preponderante; las unidades de síntesis no son otra cosa que la expresión operativa del inventario. A continuación se

pasa a la fase de valoración o interpretación de los méritos de conservación de las unidades de síntesis y, por último, se determina la capacidad de acogida del medio en relación con una serie de actividades existentes o expectantes en el territorio bajo ordenación. Con ello termina la fase de diagnóstico y se pasa a la de propuestas que aquí interesa más.

Las propuestas se concretan en una normativa y en un programa de actuaciones. La primera regula los usos del suelo, actos administrativos, aprovechamientos y comportamientos para con el territorio y sus recursos naturales; se trata de la conservación del medio por vía preventiva.

La normativa se elabora sobre unos sectores territoriales a los que denominamos **categorías de ordenación**. Estas definen el modelo de utilización del medio físico. Para cada una de ellas la norma establece los usos y actividades propiciados, aceptables, con o sin limitaciones, y prohibidos, tal como muestra el cuadro adjunto.

El programa de actuaciones consiste en una serie de propuestas de acción positiva en orden a la preservación, conservación activa, recuperación, restauración, rehabilitación y/o puesta en valor de recursos ociosos.

### **3. Determinación de actividades actuales y potenciales a considerar**

El plan regula las siguientes actividades:

#### **A. CONSERVACION Y REGENERACION DE LA NATURALEZA**

- **Protección estricta:**

Mantenimiento de las características y situación actual sin intervención humana o siendo ésta de carácter estrictamente científico o cultural.

- **Conservación activa:**

Continuidad del uso actual, mantenimiento indefinido de las condiciones de uso y explotación que se vengan realizando, siempre con la participación activa del hombre.

- **Regeneración del ecosistema y/o del paisaje:**

Se refiere a aquellos tratamientos de tipo cultural capaces de reconducir la zona a que se aplique a su situación primigenia o a otros estados de equilibrio supuestamente más valiosos.

- **Actividades científico culturales:**

Se refiere a la utilización del medio para experiencias e investigación de carácter científico, visitas de difusión de conocimientos en orden a la cultura de masas e iniciación a la naturaleza.

- **Repoblación forestal: bosque protector:**

Plantación o siembra de especies arbóreas seleccionadas por criterios ecológicos y/o paisajísticos prioritariamente, pasando los productivos a un segundo plano. No significa que los espacios a que se asigne esta actividad no deban tener un aprovechamiento económico, sino que éste queda supeditado a la conservación de la naturaleza y del paisaje.

## B. ESPARCIMIENTO Y DEPORTES AL AIRE LIBRE

### - **Excursionismo y contemplación:**

Actividad de tipo extensivo, poco incidente en el medio físico, que implica el simple tránsito peatonal, que no requiere ningún tipo de infraestructura o acondicionamiento para su práctica como no sean pequeñas obras (pasos sobre arroyos, tramos de sendas, miradores, etc.) que se presumen cuidadosas e integradas en el paisaje.

### - **Recreo concentrado:**

Consiste este uso en la adaptación de un espacio localizado para actividades recreativas de distinto tipo y concentrado: instalación de mesas, bancos, barbacoas, fuentes, servicios sanitarios, juegos de niños, papeleras, crematorio de basuras, alguna edificación, pero siempre de pequeña entidad.

### - **Baño y actividades náuticas:**

Incluye, no sólo la práctica de estas actividades, sino también el necesario acondicionamiento de terrenos anejos en la ribera.

### - **Caza:**

Práctica de esta actividad dentro de la reglamentación, nacional o autonómica, que la regula.

### - **Pesca:**

Práctica de esta actividad de acuerdo con la reglamentación, nacional o autonómica, que la regula.

### - **Motocross, trial:**

Se refiere a la práctica de estos deportes sobre terrenos o circuitos acondicionados para ello.

## C. ACTIVIDADES AGRARIAS

### - **Agricultura intensiva:**

Producción intensiva. Incluyendo todas las obras e instalaciones necesarias a esta actividad (acequias, caminos, depósitos de agua, etc.), así como los edificios ligados a la explotación agraria.

### - **Ganadería intensiva:**

Explotación intensiva del ganado y de las tierras de prados.

### - **Edificaciones ganaderas:**

Edificaciones e instalaciones para la cría de ganado en cautividad.

## D. URBANIZACION

### - **Urbanización institucional:**

Edificaciones aisladas de tamaño relativamente grande en amplios espacios abiertos, destinadas a albergar instituciones públicas o privadas: hospitales, universidades, colegios, cárceles, etc. Se supone resuelta la eliminación de las aguas residuales mediante algún tipo de tratamiento.

### - **Urbanización dispersa en parcela:**

Viviendas unifamiliares en parcelas de tamaño variable.

## E. ACTIVIDADES INDUSTRIALES

### - **Industria extractiva:**

Incluye todo tipo de extracción de materiales: canteras, graveras, materiales arcillosos y minería a cielo abierto.

## F. INFRAESTRUCTURAS

### - **Autopistas:**

Por tal se entiende en este documento lo que define la Ley de Carreteras; solamente se indica que requieren cerramiento en toda su longitud.

### - **Autovías:**

Idem caso anterior, indicando que no es preceptivo su cerramiento.

### - **Carreteras:**

Según definición de la Ley de Carreteras.

### - **Pistas forestales:**

Vías rurales para extracción de la madera de los bosques.

### - **Líneas aéreas de conducción eléctrica, telegráfica o telefónica:**

Tendido aéreo de cables soportados por postes o torres anclados en el terreno.

### - **Repetidores de televisión y otras instalaciones puntuales:**

Artefactos muy conspicuos y visibles anclados en zonas culminantes del territorio.

## G. DEPOSICION DE RESIDUOS

### - **Escombreras:**

Residuos sólidos inertes, procedentes de derribos, desmontes, vaciados, tierras sobrantes o inertes procedentes de la minería o de la industrial.

### - **Vertedero de residuos urbanos:**

Procedentes basuras domésticas y de composición heterogénea.

## 4. Capacidad de acogida del territorio

Por capacidad de acogida de un punto genérico del territorio, entendemos el mejor uso que puede hacerse de él, teniendo en cuenta tanto el punto de vista del promotor de la actividad que ese uso comporta, como el punto de vista social representado por la necesidad de conservar el medio. Constituye la capacidad de acogida la expresión en términos operativos de lo que la Estrategia Mundial para la Conservación denomina «evaluación de los ecosistemas» como paso previo a la utilización y explotación de los mismos.

La capacidad de acogida se expresa, en este trabajo, referida a las unidades de síntesis. Representa la forma en que cada una de ellas puede utilizarse en beneficio del hombre sin que sufra alteraciones inaceptables en sus características y valores.

En la tabla adjunta se especifica la relación territorio-actividades en términos de la capacidad de acogida. La entrada por filas está ocupada por las unidades de síntesis, antes definidas, y la entrada por columnas corresponde a las actividades actuales y potenciales descritas.

Las casillas de cruce expresan la capacidad de cada unidad de síntesis para acoger las actividades o capacidad de acogida.



TABLA DE CAPACIDAD DE ACCION N2

NUMERO	ACTIVIDADES AREAS DE DIAGNOSTICO	ACTIVIDADES																											
		PROTECCION ESTRICTA	PROTECCION 2 GRADO	CONSERVACION ACTIVA 1 GRADO	CONSERVACION ACTIVA 2 GRADO	REGENERACION ECOSISTEMA/Paisaje	ACTIVIDADES CIENTIFICO/CULTURALES	REPOBLACION FORESTAL BPROTECTOR	EXCURSIONISMO Y CONTEMPLACION	RECREO CONCENTRADO	BAÑO Y ACTIVIDADES NAUTICAS	PESCA	CAZA	MOTOCROSS TRIAL, ETC.	AGRICULTURA INTENSIVA	GANADERIA INTENSIVA	EDIFICACIONES GANADERAS	URBANIZACION DISPERSA	URBANIZACION INSTITUCIONAL	INDUSTRIA EXTRACTIVA	AUTOPISTAS	AUTOVIAS	FERROCARRIL	CARRETERAS	LINEAS AEREAS	REPETIDORES	ESCOBRERAS	VERTEDEROS	
1	ACANTILLADOS	○	○	●	●	○		○	■	■	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	ACANTILLADOS CON YACIMIENTOS PREHISTORICOS	○	○	●	●	○		○	■	■	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3	PLAYAS	●	●	●	●	○			○	○	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	DUNAS DE PLAYA DE LA JERRA	●	●	○	○	○		○	■	■	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	DUNAS DE LA PLAYA DE HERON	●	●	○	○	○		○	■	■	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	RASA SUPERFICIE DE CULMINACION			●	●	○		○	■	■	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	RASAS LITORALES	●	●	○	○	○		○	■	■	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	ESTUARIOS	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	FONDO PLANO DEL VALLE BARRIDO DE HERON	●	●	○	○	○		○	■	■	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10	OTROS FONDOS DE VALLE, MEZCLA DE USOS	●	●	○	○	○			○	○	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11	VALLES ENCAJADOS	●	●	●	●	○		○	■	■	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
12	LADERA NETA ORIENTADA RIA SAN VICENTE	●	●	●	●	○		○	■	■	○	○	■	■	○	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

- **Usos y actividades vocacionales:**

**Coincidentes con el uso actual:** indica que el área a que se asigna se está utilizando racionalmente en la actualidad.

**No coincidentes con el uso actual:** indica que conviene cambiar el uso actual en caso de incompatibilidad con el propiciado, o que se superponga, como uso múltiple.

- **Usos y actividades compatibles:**

**Sin limitaciones:** indica que es compatible con las características de la unidad a que se aplica, aunque no vocacional.

**Sometidos a EIA:** indica que el uso sólo es aceptable en las condiciones que determine un Estudio de Impacto Ambiental, en la fase de proyecto.

**Con limitaciones:** significa que sólo es aceptable en ciertas condiciones definidas por informes, dictámenes o licencias favorables del organismo responsable de la administración.

- **Usos y actividades incompatibles:**

Indica que si se ubicase en el área que se aplica, se produciría grave quebranto de sus características y valores ecológicos, productivos y paisajísticos.

Las casillas en blanco significan que la actividad no tiene sentido en la unidad de síntesis correspondiente.

## 5. Esquema del modelo territorial

A partir de las unidades de síntesis y de su capacidad de acogida, aportando nuevos criterios, sobre todo de tipo zonal, así como de oportunidad de intervención, se han determinado las categorías que se enumeran, cuya expresión cartográfica constituye el modelo de ordenación que se propone en el ámbito ordenado y que se representa en el plano correspondiente al Modelo Territorial.

Estas categorías de ordenación permiten definir para cada unidad los niveles de uso y los criterios para el desarrollo de actividades, de forma que se posibilite la conservación y explotación más adecuada de los recursos existentes en el suelo rústico.

Algunas de estas categorías muestran acuerdo entre la vocación del medio físico y la realidad actual del territorio; en otros casos existe discordancia entre ambos aspectos, dando origen, en tal caso, a categorías del suelo rústico a crear. Ello significa que habrá un período transitorio donde el plan puede tener carácter provisional y una medida de acción positiva para conducir dichas áreas a su categoría definitiva.

Las categorías de ordenación, en este caso, coinciden con las llamadas Unidades de Síntesis, por ello la tabla adjunta muestra, también, las categorías de ordenación establecidas y los usos y actividades propiciados, aceptados y prohibidos para cada una de ellas.

# LA REGULACION DE LOS CAUDALES MINIMOS O CAUDALES DE RESERVA, UN PUNTO DE DISARMONIA ENTRE LAS LEGISLACIONES EUROPEAS

RAOUL SERVET Y FRANCISCO RIVERA\*

*En el marco de un análisis monográfico del agua no se debe olvidar que una buena parte de los asentamientos humanos, y por consiguiente sus actividades, se producen en las cercanías de un sistema fluvial. Es por ello evidente la necesidad de realizar estudios que faciliten el conocimiento de los mismos, para con ello valorar las diferentes actividades que pueda desarrollar el hombre, así como las limitaciones que habrá de fijar el planeamiento.*

Desde una perspectiva conservacionista, es obvio que, además de considerar las variables cualitativas, no podremos olvidar las determinaciones cuantitativas de un cauce fluvial.

Atendiendo a este criterio, y dejando en un segundo término en este caso la calidad, se puede afirmar que es la cantidad de agua que fluye por un río la que nos va a diseñar físicamente la red fluvial, y por tanto, también determina sus méritos de conservación y los límites ecológicos que deben imponerse sobre la gestión y manejo de este recurso. Teniendo en cuenta estas premisas, se acuñó el término de **caudal ecológico**, también llamado **caudal de reserva o caudal biológico**, como un caudal reducido en relación con el caudal natural que recorre las redes fluviales.

La Legislación de algunos países europeos, principalmente Francia y Suiza, regula detalladamente -mediante Ley- los requisitos exigidos para la preservación y conservación del caudal ecológico, sin que esta regulación se realice por instrumentos jurídicos de rango inferior. Escuetamente, estas normas contemplan los siguientes aspectos:

1. La norma francesa en su artículo 410 define expresamente lo que se entiende por caudal ecológico, siendo éste «el caudal mínimo que garantice la conservación de la vida, el movimiento y la reproducción de las especies que pueblan las aguas en el momento de la instalación de la obra», imponiendo que toda obra a construir en el cauce incluya los dispositivos necesarios para el respeto del mencionado caudal, y determinando los requisitos mínimos que deberá aplicarse en todos los cursos de agua.

Dicha disposición exige que «este caudal mínimo no debe ser inferior a la décima parte del módulo del curso de agua al pie de la obra, correspondiente al caudal mínimo interanual evaluado a partir de las informaciones disponibles en un período mínimo de cinco años, o al caudal inmediatamente río arriba de la obra, si éste fuera menor».

---

\* Raoul Servet es Geógrafo diplomado en Ordenación del Territorio y Presidente de la Sede Territorial de Fundicot en el País Vasco-Navarra. Francisco Rivera es Biólogo diplomado en Ordenación del Territorio.

Ahora bien, para los cursos de agua, o tramos de los cursos de agua en que el módulo sea superior a  $80 \text{ m}^3/\text{seg}$ , se faculta al Consejo de Estado para que pueda establecer un límite inferior. En este supuesto, tras la opinión de los Consejos Generales, en el plazo de SEIS meses, toda obra deberá llevar dispositivos que aseguren la circulación de los peces migratorios.

Finalmente, obliga a los encargados de la explotación de las obras al cumplimiento de todos los parámetros establecidos en la Ley y concede un plazo de TRES años -a contar desde la publicación de la norma- para que el caudal mínimo aumente, de manera que alcance un cuarto de los valores establecidos en el párrafo 2º y 3º del artículo 410.

2. La sección II del Proyecto de Reforma de la Ley Federal sobre la protección de las aguas de la República Helvética, en los artículos 30 y 31, establece aquellas EXIGENCIAS MINIMAS requeridas para todas las aguas, que deberán ser respetadas por las concesiones, con el fin de mantener el caudal mínimo que garantice la vida acuática. Estas exigencias, objeto de regulación de la Norma Suiza, son:

- El límite inferior del caudal mínimo se establece en función del valor del caudal característico de 347 días (Q347 caudal superado 347 días al año), no pudiendo en ningún caso ser menor de 50 l/s.
- El caudal mínimo será suficiente para que, a pesar de los vertidos existentes o previstos en los planes, se respeten las exigencias de calidad relativa a las aguas superficiales.
- La alimentación de los acuíferos estará asegurada de tal manera que no sean sensiblemente perturbadas, tanto la utilización para agua potable, como su contribución a la vegetación.
- Se conservarán los biotopos y biocénosis escasos, así como los lugares de esparcimiento particularmente valiosos.
- En ríos piscícolas con Q347 mayor de 50 l/s se mantendrá un reguero continuo de al menos 20 m. de profundidad.

Las exigencias mínimas varían dependiendo de que las aguas sean o no piscícolas.

Por otro lado, la norma Helvética señala que las autoridades cantonales podrán establecer exigencias complementarias a las federales. Para ello, han de valorar tanto las consecuencias favorables como desfavorables al modificar el tamaño de la captación prevista en el río. El peticionario presentará un informe sobre los efectos favorables de la captación solicitada y los perjuicios previsibles, que formará parte del estudio de impacto ambiental.

Ambas normas establecen un corto plazo de tiempo para que las autorizaciones y concesiones otorgadas con anterioridad, se adapten -sin derecho a indemnización- a los parámetros establecidos en Ley Francesa y Suiza.

En el caso español, la Constitución Española de 1.978 hace referencia, en su artículo 149-1.22 a dos conceptos esenciales a diferenciar en materia de aguas: el recurso y la ordenación del mismo. De esta forma, se califica al primero como un bien concreto y limitado que exige un estricto control de los usos y una regulación de su calidad y gestión.

La Ley de Aguas española de 1985, a diferencia de la Legislación francesa y suiza, no regula de forma detallada los mínimos exigibles para la preservación del caudal ecológico, se limita a establecer unas directrices genéricas referidas a la protección del Medio Ambiente en general, y del recurso agua, en particular.

Se determina que la utilización y distribución de los recursos hidráulicos se realizará a través de la PLANIFICACION, y se llevará a efecto mediante los Planes Hidrológicos de Cuenca y el Plan Hidrológico Nacional.

Los objetivos generales de la planificación vienen recogidos en el artículo 38.1 de la misma, siendo éstos el «lograr la mejor satisfacción de las demandas del agua y equilibrar y armonizar el desarrollo regional y sectorial». El medio para conseguirlo es el incremento de las disponibilidades del recurso, basándose en la protección de su calidad y la economía de su empleo a través de la racionalización de su uso, teniendo en cuenta el medio ambiente y el resto de los recursos naturales.

En el artículo 90 de la Ley de Aguas se establece que: «en la tramitación de concesiones y autorizaciones que afecten al dominio público hidráulico, y pudieran implicar riesgos para el medio ambiente, será preceptiva la presentación de una evaluación de sus efectos».

Por otro lado, la Ley de Pesca de 20 de febrero de 1942, actualmente vigente, destaca en su exposición de motivos la preocupación por el empobrecimiento de los recursos fluviales, siendo necesario adoptar aquellas medidas dirigidas a la conservación y fomento de las especies que habitan todas las aguas continentales públicas y privadas.

El artículo 5 de la Ley de Pesca regula el caudal mínimo, exigiendo a los concesionarios de aprovechamientos hidráulicos -en cuyos embalses lleven las presas escalas salmonícolas- que dejen correr en las épocas de paso de los peces, un caudal de agua que no será inferior a un litro por segundo en las escalas de artesa y de treinta litros en los de rampa, quintuplicándose estas aguas en los ríos que sean aptos para la cría del salmón y del sollo o esturión.

Inspiradas en las exigencias de las diferentes normativas y para responder a la evaluación de los factores que intervienen a través de una reducción del caudal circulante, se han desarrollado diferentes metodologías que intentan establecer, ya sea por modelos matemáticos o por caracterización hidrobiológica, un caudal mínimo o de reserva que compatibilice el aprovechamiento hídrico con su conservación.

Las conclusiones que nuestra corta experiencia nos ha suministrado en el seguimiento de los diferentes métodos, pueden resumirse en lo siguiente:

1. Toda la normativa utiliza para el cálculo del caudal ecológico una relación, bien entre el caudal medio anual, o a través de algún caudal de estiaje natural del río.
2. La enorme variabilidad que presentan nuestros ríos ha ido demostrando a lo largo de los años que no es posible, al menos en apariencia, la consecución de una fórmula matemática que establezca el valor del caudal mínimo a mantener en la red fluvial. Ello nos conduce a afirmar que las normativas que establecen un determinado caudal ecológico en base a una relación matemática habrán de ser revisadas y/o modificadas.
3. Abandonando los métodos matemáticos, parece obvio la realización de estudios técnicos de cada río, en los que se tengan en cuenta aspectos hidrológicos, hidrogeológicos, geomorfológicos y biológicos, tratando de formular una metodología que sirva para todas las redes fluviales, pero que al mismo tiempo sea particular a cada tramo de río considerado.
4. Una vez determinado el caudal mínimo exigible, que garantice la conservación del ecosistema fluvial, se ha de proceder a establecer su obligado cumplimiento.

Por ello, sería necesario que:

- A. La metodología para la determinación del caudal ecológico se recogiera en todos los Planes Hidrológicos de Cuenca.
- B. Este caudal mínimo obtenido se respetase, tanto en el caso de que se otorguen concesiones y autorizaciones para usos privativos, como para el resto de los usos establecidos en el Plan Hidrológico.
- C. Hasta que el Plan Hidrológico de Cuenca no se apruebe, el cálculo del caudal mínimo establecido debe ser exigido en todas las concesiones y autorizaciones para aprovechamientos privativos del agua.
- D. Previo al otorgamiento de la concesión para los aprovechamientos Hidráulicos, exigir un estudio de Impacto Ambiental para evaluar el perjuicio medioambiental que pueda causarse por dicha instalación, para establecer las medidas correctoras y/o compensatorias necesarias para que se preserve en todos los casos el caudal mínimo exigido para el mantenimiento de las características del sistema acuático.
- E. Y, por último, que una vez aprobado el Plan Hidrológico, las concesiones otorgadas previamente actualicen los requisitos exigidos por el Plan en un breve plazo.

Mientras tanto, y hasta que al menos estas premisas no sean de obligado cumplimiento, no podremos dejar de ver la determinación de los caudales mínimos o caudales de reserva como un conjunto de buenas intenciones.

# LA TELEDETECCION COMO TECNICA DE DIAGNOSTICO DE GRANDES MASAS DE AGUA. «El caso de L'Albufera de Valencia»

JOSE LUIS MIRALLES\*

*El presente artículo es un resumen del texto propio que puede consultarse en la documentación del «CURSO DE ORDENACION TERRITORIAL. PLANIFICACION Y GESTION DE CAUCES FLUVIALES» bajo el título «La planificación y gestión de las masas de agua. Una técnica de diagnóstico: la Teledetección. El caso de L'Albufera de Valencia». Este Curso, organizado por el Instituto del Territorio y Urbanismo del MOPT, el Departament d'Urbanisme de la Universitat Politècnica de Valencia y FUNDICOT, se celebró en los meses de marzo y abril de 1992.*

## 1. Introducción

**A** lo largo del presente artículo realizaremos una breve exposición de las posibilidades de la teledetección para el análisis de procesos en aguas superficiales, tanto marinas como dulces. No obstante, a efectos de no levantar falsas expectativas, nos parece oportuno avanzar alguna conclusión sobre el estado actual de las posibilidades de la teledetección como instrumento para el control y seguimiento de determinadas variables Índice (fundamentalmente turbidez y clorofila), caracterizadoras del nivel de calidad de las aguas, tanto marinas como dulces.

Puede afirmarse que las posibilidades de la teledetección respecto a este tema, suponen un campo todavía por desarrollar. Por un lado, se aprecian las ventajas que puede tener la utilización de la teledetección por la facilidad de realizar análisis sistemáticos en cortos períodos de tiempo de grandes zonas. Por otro, la determinación de algoritmos que, aplicados sobre la imagen satélite, proporcionen evaluaciones fiables de las variables detectables por los sensores remotos, es todavía un aspecto a cubrir.

## 2. Aplicación de la Teledetección en el diagnóstico de masas de agua

En el campo de los sensores remotos, los sensores TM existentes en el Landsat-5 son sensibles a las distintas radiaciones del agua clara, el agua turbia y la vegetación. Más concretamente, a la reflectividad producida por la clorofila de la vegetación. Son, por tanto, básicamente estos parámetros los que van a ser perceptibles en las imágenes satélite en principio. Así se manifiestan los distintos autores que han tratado el tema.

---

\* José Luis Miralles es Dr. Ingeniero de Caminos y Director Académico del XVIII Curso de Postgrado de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente de FUNDICOT y la UPV.

En este sentido, los diversos autores que han tratado el tema proponen o establecen índices que están relacionados con estos parámetros. Las principales variables que se tienen en cuenta son la clorofila-a, el índice de Seston, la profundidad del disco de Secchi y la temperatura superficial. De ellos, el índice de Seston y la profundidad del disco de Secchi son indicadores del grado de turbidez del agua. Todos estos índices pueden utilizarse tanto para aguas dulces como para aguas marinas.

Son éstos, por tanto, los principales indicadores que en principio pueden analizarse mediante imágenes satélites. Obviamente, estos índices nos permiten apreciar aspectos como puntos de vertidos superficiales especialmente si son contaminantes, ya que normalmente altas concentraciones de clorofila-a van a venir asociadas a altas concentraciones de materia orgánica y, por tanto, a procesos de eutrofización. Asimismo, los vertidos de aguas residuales suelen presentar un alto grado de turbidez.

No obstante, hay que señalar que evidentemente pueden existir casos de contaminación no asociados a altos niveles de clorofila o de turbidez. Y también puede existir casos de alta turbidez no asociada a procesos contaminantes (puede ser el caso de la turbidez producida por fuertes lluvias con los consiguientes arrastres de partículas limosas o arcillosas que enturbian fuertemente el agua).

Ahora bien, teniendo en cuenta estas consideraciones, por un lado, y teniendo en cuenta, además, que el ciclo de repetición de órbitas de Landsat-5 es de 18 días, en principio es técnicamente posible un seguimiento de las variables señaladas que en general estarán asociadas a procesos de degradación de la calidad del agua.

Las limitaciones van a venir por dos lados. Por una parte, el adecuado desarrollo de algoritmos que permitan relacionar las intensidades apreciadas en las imágenes satélite con los valores reales de concentración de clorofila o de turbidez. Como veremos en nuestra experiencia de L'Albufera, esta limitación puede ser muy importante. Por otro, las limitaciones provenientes de las condiciones climáticas, ya que la existencia de nubosidad impide, obviamente, la recepción de imágenes por los sensores del satélite. Esta condición puede disminuir notablemente el número de imágenes recibidas con calidad suficiente para el análisis por teledetección.

### **3. El caso de L'Albufera de Valencia**

En el Laboratorio de Teledetección del Departamento de Caminos de la Universidad Politécnica de Valencia, bajo la Dirección de D. Antonio Serrano Rodríguez, y como objetivo secundario en la investigación para el desarrollo de un Sistema Experto de Reconocimiento y Control Territorial, se planteó realizar una contrastación entre la verdad terreno en el medio acuático de la Albufera y a lo largo del litoral y la información facilitada por una imagen satélite, de manera que se tomaran «in situ» una serie de variables del agua haciendo coincidir la toma de muestras con el paso del satélite correspondiente a la imagen que después se iba a utilizar para el análisis en laboratorio.

El objetivo era obviamente contrastar la información aportada por las imágenes satélite en medio acuático con valores reales. El satélite tarda en pasar aproximadamente 5 minutos a lo largo del tramo Valencia-Cullera, en que se tomaron las muestras. El tiempo para la toma de muestras fue un total de 3 horas desde 1:30 antes del paso del satélite hasta 1:30 minutos después del paso. Se realizó mediante tres equipos. Dos de ellos en el lago siguiendo dos itinerarios complementarios. Un tercero en el mar, aunque se esperaba que los resultados en el agua marina fuesen de peor calidad por efecto del oleaje.

Se tomaron las siguientes medidas:

- Temperatura.
- pH (grado de acidez).
- Salinidad (conductividad).
- Turbidez.
- Profundidad del disco de Secchi.
- Materias en suspensión.
- Clorofila-a.
- Índice de Margalef.

La temperatura, pH, salinidad y disco de Secchi se tomaron directamente en los puntos de muestreo. Para el resto, se tomaron muestras de agua que se congelaron para minimizar los cambios de clorofila que pudieran producirse hasta el momento del análisis de la muestra. Además, se tuvieron en cuenta otros parámetros, como la concentración de amonio o de nitratos que pudieran servir para complementar los análisis del estudio.

La comparación entre los datos obtenidos en campo y los valores de la imagen satélite fueron decepcionantes. La primera contrastación consistió en correlacionar cada una de las distintas variables con las intensidades de la señal espectral de cada banda correspondientes a los puntos de muestreo. El objetivo era comprobar la existencia de correlaciones lineales entre cada banda y las distintas variables consideradas. Todas las correlaciones fueron muy poco significativas (las mayores correlaciones entre variables y bandas proporcionaban coeficientes de regresión de 0,400).

Ante estos resultados, se empezó a contrastar los valores reales con índices obtenidos por combinación de bandas según aportaban distintos autores, pero los resultados no mejoraron significativamente. Llegados a esta situación y, siendo ésto un objetivo secundario en el marco de la investigación que se estaba realizando, se abandonó la búsqueda de un algoritmo que expresara adecuadamente la relación entre las variables seleccionadas y la información de la imagen satélite.

La situación con que nos encontramos a modo de conclusión, es que la imagen satélite efectivamente ofrece distintas intensidades de radiación de las masas de agua, especialmente para las bandas 1, 2 y 3 en relación con la turbidez; y 4 y 5 en relación con la clorofila, pero falta investigar más sobre los algoritmos correctos a utilizar para traducir dicha información en índices o parámetros medidos sobre la superficie.

## BIBLIOGRAFIA:

- BARRTON, R., *Manual de Teledetección*, Sodipe, S.A., 1978.
- CORVELLE, B., *Spot des yeux braqués sur la terre*, Presses du ONRS, 1989.
- CRACKNELL, A. P., *Remote Sensing Applications in Marine Science and Technology*, NATO ASI series, Dundee, Tayside, 1982. ISBN: 90-277-1608-0.
- FRAYSSE, G., *Remote Sensing Application in Agriculture and Hidrology*, A.A. Balkema, Rotterdam, 1980. ISBN: 90-6191-081-1.
- GIRARD, M.C. - GIRARD, C.M., *Teledetección aplicada*, Masson, 1989.
- JAIN, A.K., *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentiss Hall, 1989.
- MATHER, P.M., *Computer Processing of Remotely Sensed Images*, John Wiley-Sons, 1987.
- MIRALLES, J.L., *La planificación y gestión de las masas de agua. Una técnica de diagnósticos: la Teledetección. El caso de L'Albufera de Valencia*, Artículo contenido en el «Curso de Ordenación Territorial, Planificación y Gestión de cauces fluviales», realizado en Madrid en marzo de 1992.
- VARIOS AUTORES, *2ª Reunión Nacional del Grupo de Trabajo en Teledetección*, Ministerio de Industria y Energía, Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial CEOTMA, Valencia, 1987.
- VARIOS AUTORES, *Tratamiento digital de imágenes y sus aplicaciones*. Editado por Antonio Santisteban, Centro de Investigación PAM-IBM, Madrid, 1986.

# **SOLUCIONES NO ESTRUCTURALES EN LA PREVENCIÓN DE INUNDACIONES: EL CASO DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO**

FELIX PRIMO SAIZ\*

## **1. Introducción**

**E**l territorio del País Vasco cuenta con una importante población que tradicionalmente se ha concentrado en torno a los principales ríos, extendiendo también su actividad por montes y laderas: viviendas, industrias, autopistas, embalses, cultivos, pastoreo, ...

Esto ha provocado el establecimiento de un equilibrio artificial entre hombre y medio que ha alterado profundamente el paisaje natural.

Todas estas situaciones están alterando el discurrir natural de los ríos. Es por esto que, conociendo los factores que intervienen en las inundaciones, y aplicando las medidas no estructurales que aquí se plantean, se puede diseñar para el futuro una ordenación más armoniosa para el territorio vasco.

Si bien, son los medios no estructurales (actuaciones para impedir o reducir los daños por inundaciones), como la cartografía temática, los modelos, la teledetección, el S.A.I.H. y la zonificación y normativa existentes al respecto, el objeto del presente estudio, es inevitable la referencia a los medios estructurales (obras realizadas en los cauces, embalses de laminación, corrección de cuencas ...) por estar ambos en estrecha relación.

## **2. Medios No Estructurales**

### **Cartografía**

La cartografía temática en España sobre riesgos de inundación no resulta lo detallada y fiable que sería deseable. Por una parte, esa cartografía suele aparecer junto a información de otros riesgos y, en ocasiones, a escalas demasiado pequeñas, factores ambos que no permiten estudios de detalle. Junto a esto, la cartografía temática de base utilizada para su elaboración es, en ocasiones, insuficiente, por lo que pueden quedar aspectos poco tratados o incluso sin estudiar.

---

\* Felix Primo Saiz es Geógrafo diplomado en Ordenación del Territorio.

## **A. Bases para una cartografía de inundaciones**

Se exponen a continuación las sucesivas fases que hay que superar para elaborar un Mapa de Factores de Riesgo (Ver Fig. N° 1).

**Fase 1: Conocer la Infiltración.** Como cartografía básica, los mapas Topográficos (datos sobre pendientes, sus orientaciones y porcentajes) permitirían extraer una primera visión de la zona objeto de estudio.

Dentro de la cartografía temática, se utilizaría cartografía sobre Edafología, de la que serían útiles datos como los referidos al tipo de suelo o la potencia de éste. Se necesitaría también información sobre Vegetación, que se podría obtener, por una parte, de cartografía de vegetación (zonas forestales y especies que existen, zonas agrícolas, pastizales, etc.) y, por otra, de datos sobre índices de cobertura, evapotranspiración y entramado radicular. Se incluirían también datos de Hidrogeología, principalmente acerca del punto de saturación. Esta primera fase se completaría con información acerca de la Litoestratigrafía, aportando datos sobre la posición de los estratos, porosidad de la litología y permeabilidad.

Los índices de Infiltración nos indican el porcentaje de agua que puede ser retenido por el suelo.

**Fase 2: Datos de Caudal.** En el siguiente paso se trataría de obtener datos sobre Climatología, resultando interesantes básicamente las precipitaciones y su distribución espacio-temporal, para lo que se utilizarían mapas de isoyetas, hidrogramas de diferentes puntos de la cuenca, etc. Estos datos, junto a los obtenidos sobre Infiltración, darían como resultado una aproximación al Caudal del curso de agua.

**Fase 3: Una Primera Zonificación.** En esta fase se localizarían las áreas de mayor o menor riesgo de inundación. Para ello, y junto a los datos sobre el Caudal, sería necesaria información acerca de la Cuenca Hidrográfica, en la que se incluirían: (1) Secciones del cauce realizadas cada 300 ó 500 metros, intervalos que permiten el conocimiento de la morfología de éste; (2) Información de las obras e infraestructuras existentes en el cauce; y (3) Datos sobre la red de medida. Esta información ayudaría a catalogar cada cuenca como de «respuesta lenta» o de «respuesta rápida», en función de la rapidez de la avenida en su tiempo de concentración. En el País Vasco, debido a las características de la mayoría de sus ríos, cortos y con pendientes importantes, una gran parte de las cuencas serían de respuesta rápida.

En segundo lugar, resultaría necesario conocer los procesos de erosión de vertientes y sedimentación que pudieran tener lugar con el fin de observar el posible comportamiento del cauce durante la avenida, por lo que se tendría que utilizar una cartografía sobre Geomorfología. Por último, el conocimiento de los Datos Históricos, tanto series históricas sobre inundaciones como localización de paleocauces, meandros abandonados, antiguos «levees», formas de migración de meandros, etc., junto a las formas de erosión y sedimentación de inundaciones anteriores, terrazas fluviales y superficies aluviales

antiguas, aportan información acerca de los posibles niveles que el agua podría alcanzar en determinadas circunstancias (Martínez Goytre, J. et al; 1987). Todo ello, puesto en relación con diferentes períodos de retorno, ayudaría a terminar de confeccionar esta Primera Zonificación.

**Fase 4: El Mapa de Riesgos Potenciales.** A continuación, se tendría que unir a la información anterior la referida a Usos del Suelo y Vías de Comunicación. La información sobre Usos del Suelo contendría datos sobre la distribución espacial del suelo urbanizado, el urbanizable y el no urbanizable, así como sobre los usos y actividades en ellos desarrollados.

La información sobre Vías de Comunicación resulta importante, ya que es indispensable tener buenas vías en caso de que fuera necesaria la evacuación de un área, así como para facilitar los accesos de las ayudas a las zonas de riesgo. Por otra parte, su presencia puede suponer un mayor riesgo de inundación al actuar estas infraestructuras como obstáculos artificiales frente al discurrir de las aguas.

El Mapa de Riesgos Potenciales obtenido, si bien se aproxima al objetivo perseguido, no constituye aún el producto definitivo que se espera obtener.

**Fase 5: El Mapa de Factores de Riesgo.** Así, una vez aplicado el modelo de prevención considerado como mejor para cada cuenca al Mapa de Riesgos Potenciales, y después de analizar los resultados obtenidos para diferentes períodos de retorno, se deberían barajar una serie de **Alternativas**:

a) **A los Usos del Suelo.**- Se trataría de plantear las modificaciones oportunas, entre otros aspectos, en la tipología de la edificación; la creación de zonas no sensibles que actúen como «cauces» en caso de inundación; el alcantarillado, para que presente la suficiente capacidad de evacuación; la rugosidad y permeabilidad del suelo y otras superficies, con el fin de reducir la velocidad del agua y evitar su concentración masiva en un punto del cauce; la ocupación del suelo junto a la llanura de inundación. En relación con este último aspecto, cabría hacer una zonificación que reflejara la sensibilidad de las diferentes actividades ante una inundación. En ningún caso deberían localizarse en áreas inundables instalaciones vitales en caso de catástrofe (bomberos, policía y hospitales), puntos peligrosos por la contaminación que pueden generar (vertederos, gasolineras ...) o puntos de concentración de personas (escuelas, asilos ..).

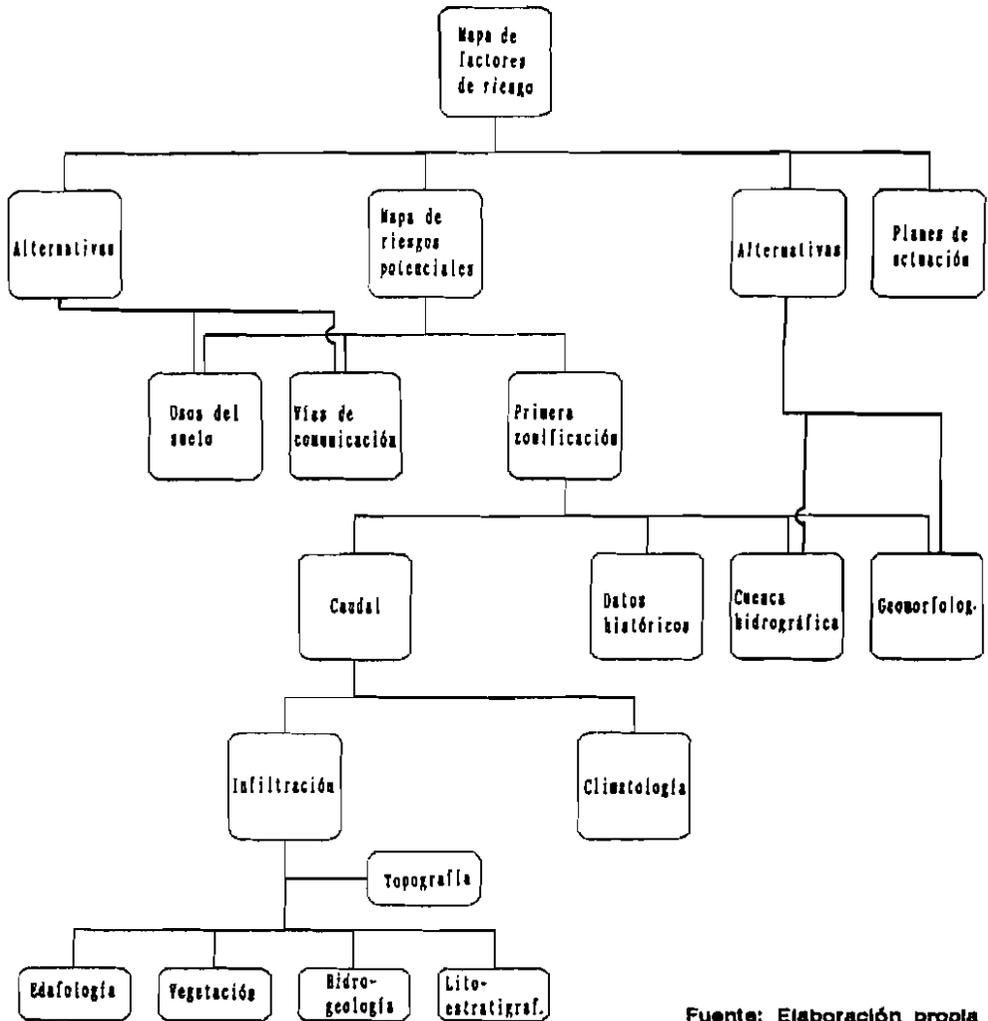
b) **A las Vías de Comunicación.**- Sería necesaria la elaboración de estudios de impacto para evitar el que podría denominarse «efecto presa», perpendicular o paralelo a la corriente, planteando alternativas a esas vías (generalmente orientadas a aumentar la capacidad de evacuación), así como para proteger taludes u otras medidas correctoras localizadas junto a ellas para evitar aportes de materiales que actúen como presas. Al mismo tiempo, habría que comprobar su eficacia como vías de evacuación de población y vías de acceso para los servicios de ayuda en aquellas zonas que presenten un mayor riesgo de inundación.

c) **En la Cuenca Hidrográfica.**- En este punto se plantearían, por una parte, alternativas para aquellos puntos negros que supusieran un incremento en el riesgo de inundación de

# MAPA DE FACTORES DE RIESGO

## Bases para su elaboración

Fig. N° 1



Fuente: Elaboración propia

una zona: puentes, canalizaciones y encauzamientos y el control de las presas, ya sean o no de laminación. Junto a ésto, se estudiaría la posibilidad de llevar a cabo las medidas correctoras necesarias, tanto desde el punto de vista de la planificación como unidades de obra, en aquellos puntos que así lo requiriesen, con el fin de reducir los riesgos. Además, una vez analizada la red de medida existente, habría que proponer las mejoras que fueran necesarias para su mayor eficacia o afrontar la instalación de puntos de control donde resulte necesaria su presencia.

d) En aspectos geomorfológicos.- Aquí se plantearían soluciones a los procesos de erosión de vertientes para reducir el aporte de materiales al cauce y la velocidad del agua y para evitar su concentración masiva en un punto del cauce. Esto se podría hacer por medio de repoblaciones forestales bien planificadas y controlando su posible aprovechamiento: las laderas ocupadas por una adecuada masa forestal y con cultivos apropiados tienen mayor capacidad de infiltración al permitir el desarrollo de los distintos niveles del suelo, al mismo tiempo que protegen al suelo de la erosión y del consecuente aporte de materiales al cauce (Martínez Goytre, J. et al; 1987).

Para llevar a cabo esta labor, es necesario superar las condiciones adversas motivadas por la ausencia de suelo o tierra vegetal, pendientes elevadas, poca insolación, posibles efectos de la vegetación sobre estructuras, existencia de sustancias químicas, presencia de plantas introducidas, abundancia de materiales gruesos frente a finos o viceversa suelos muy compactos, los incendios forestales, etc.

La inclusión de estas alternativas en el modelo de prevención para comprobar su validez en diferentes períodos de retorno, así como el conocimiento y valoración de los Planes de Actuación de próxima aplicación existentes, nos darán como resultado final el Mapa de Factores de Riesgo. Este mapa definitivo necesitará, sin embargo, una continua actualización para adaptarse a todas las posibles modificaciones que se vayan produciendo en el cauce y sus márgenes.

### ***B. Cartografía de base existente: ejemplificación en el País Vasco***

El País Vasco es probablemente una de las comunidades autónomas que cuenta con un mayor volumen de información cartográfica. Las diferencias de escala que presenta la cartografía obligarán a desechar algunos mapas o bien a adaptarlos a la escala en la que estemos trabajando, siempre que se supla el nivel de detalle con información complementaria. Se puede ver, asimismo, que la cartografía existente resulta insuficiente o no existe para algunos de los factores a tener en cuenta, por lo que la elaboración de una cartografía temática de inundaciones requeriría la obtención por otros medios de esa información, generalmente la elaboración propia. En determinados casos, podría incluso resultar más interesante elaborar una cartografía especial diferente a la ya existente para determinados aspectos y/o zonas con un riesgo considerable.

En cuanto a la cartografía de riesgos por inundación en sí, existen varios estudios realizados para el País Vasco de diferente calidad y validez. Junto a ello, el Gobierno

Vasco ha realizado recientemente el Plan Integral de Prevención de Inundaciones (P.I.P.I.). Este plan, realizado a escala 1:25.000, se presenta como uno de los estudios al respecto de mayor calidad elaborado hasta este momento en el País Vasco.

En la actualidad se está intentando que la CE establezca unas directrices para elaborar mapas de riesgos por inundación, solicitud presentada por Francia, España e Italia, países muy castigados por este fenómeno.

### 3. Modelos

El proceso de elaboración de una cartografía temática sobre inundaciones necesita simular las posibles respuestas que puedan presentar los diferentes parámetros utilizados para diversos periodos de retorno, para lo cual se hace necesaria la utilización de los modelos. Los modelos constituyen una técnica que permite conocer el comportamiento del caudal de un río en una cuenca mediante el uso de una serie de parámetros. Estos parámetros hacen referencia, entre otros, a aspectos edafológicos, litológicos, de vegetación, meteorológicos, de infraestructuras, topográficos, hidrogeológicos, etc.

En la actualidad se están utilizando varios modelos sobre procesos de escorrentía, como por ejemplo el modelo de Síntesis de Caudal y Regulación de Reservas de Agua (S.A.R.R.), el modelo de Lichty, Dawdy y Bergman, el modelo Stanford Watershed IV o el Hydrocomp Simulation Model. Los resultados obtenidos no se presentan siempre de un modo que haga posible evaluar la eficiencia relativa de estos modelos, como tampoco parece haber un acuerdo sobre el método para desarrollar y comprobar la validez de un modelo para una cuenca o grupo de cuencas. Además, estos métodos no parecen capaces de asimilar una evolución para aumentar su eficacia.

En muchos casos, la complejidad de un modelo hace difícil su aplicación. Es por esto por lo que parece necesaria una simplificación de los modelos, pese a la posibilidad de disponer de un importante apoyo informático.

Aunque es necesaria la simplificación del modelo para una cuenca, especialmente en términos de variabilidad a lo largo del área, sería deseable que el modelo reflejara la realidad física lo más fielmente posible, para que dicho modelo fuera versátil y adaptable a otras circunstancias. Estas necesidades parten del conocimiento de las leyes físicas, basándose en la relación entre los parámetros del modelo y las características de la cuenca. Estas dos características, junto a la simplicidad, nos exigen aceptar nuevos parámetros y, por lo tanto, mayor complejidad en el modelo sólo si ésto permite que los resultados obtenidos se aproximen más aún a la realidad (Nash, J.E. y Sutcliffe, J.V.; 1970).

Una vez que el modelo ha sido elaborado y sus parámetros optimizados y estabilizados, debe comprobarse la eficiencia de cada una de sus partes por separado para, al final, llegar a la eficiencia del modelo en su conjunto. En este apartado deben incluirse las actuaciones previstas por protección civil y/u organismos que sean competentes en caso de inundación.

A partir de este punto se pueden introducir nuevos parámetros y optimizarlos, siempre y cuando su eficiencia sea comprobada y aprobada. La necesidad de introducir nuevos parámetros puede establecerse comparando los resultados obtenidos de la aplicación del modelo con los hidrogramas observados. Dado que no todos los modelos permiten un incremento en su complejidad, sería necesario comparar dos o más modelos de similar complejidad, lo cual podría hacerse comparando su eficacia.

#### **4. Teledetección**

Para algunos investigadores, ningún método de los utilizados en la predicción de inundaciones se muestra tan útil para la predicción en tiempo real como el empleo de la teledetección. La necesidad de conocer una serie de parámetros indispensables en el proceso de elaboración de una cartografía sobre inundaciones, así como para el funcionamiento de un modelo (morfología de la cuenca, precipitación, etc.), podría ser, asimismo, satisfecha mediante el empleo de sistemas de teledetección. Algunos de los parámetros utilizados en la predicción pueden obtenerse midiendo la radiación electromagnética emitida o reflejada por la superficie y el agua. Estas mediciones se realizan principalmente mediante el uso del radar y las imágenes de satélite. Aquí se pretenden definir las mediciones necesarias para la predicción hidrológica mediante la teledetección y exponer las posibilidades de ésta.

Los parámetros necesarios en un modelo que pueden obtenerse por medio de la teledetección son:

##### **1. Parámetros «estáticos»:**

- Área con superficie impermeable (observable mediante satélite y fotografía aérea).
- Área cubierta por agua; áreas de contaminación (satélite y fotografía aérea).
- Cubierta vegetal (satélite y fotografía aérea)
- Volumen máximo de intercepción (satélite LANDSAT).
- Coeficiente de rugosidad en el cauce (satélite LANDSAT y fotografía aérea de gran altitud).
- Longitud del cauce (fotografía aérea de gran altitud).
- Pendiente del cauce (fotografía aérea obtenida por satélite o avión o radar altimétrico)

##### **2. Parámetros «dinámicos»:**

- Área cubierta de nieve y fracción de radiación incidente reflejada por la nieve (satélite y modelos).
- Humedad del suelo (satélite, radar de superficie y modelos).
- Evaporación (modelos usando aproximaciones al balance térmico).
- Precipitación (satélite y radar de superficie).

Sin embargo, estos parámetros no aportarían toda la información necesaria, en particular en lo que respecta a las medidas de precipitación. Así, no aportar información acerca de la distribución espacial de las precipitaciones puede derivar en datos erróneos sobre el volumen de agua que se acumula en cada punto de la cuenca. Lo mismo ocurre con la

distribución temporal de las precipitaciones, factor especialmente importante en cuencas pequeñas como son la mayor parte de las existentes en el País Vasco. Ante tales situaciones, el conocimiento de la distribución de las precipitaciones en espacio y tiempo resulta de gran importancia (Collier, C.G.; 1985).

Una de las técnicas que más ha progresado en los últimos años ha sido el radar de superficie. Son muchas las técnicas que se han propuesto para el uso del radar, si bien el método más extendido es el basado en el uso de la medición de la reflectividad del radar. Se puede aplicar en cálculos de precipitación, resultando operativo a distancias que pueden superar los 100 Km y a diferentes altitudes, ya que el radar puede moverse sobre su eje vertical. Sin embargo, las mediciones efectuadas con radar presentan una serie de posibles fuentes de error (Collier, C.G.; 1985), derivadas de situaciones tales como variaciones en la relación entre la energía reflejada y el volumen de precipitación en el haz del radar, cambios en la intensidad actual de precipitación debido al aumento de tamaño de las gotas o a la evaporación, variaciones en el funcionamiento del sistema del radar, atenuación de la señal de radar debido a lluvia intensa a lo largo del haz del radar y a efectos del agua sobre el radome (utilizado para proteger el radar del hielo y el viento), o por señales de radar producidas por la superficie.

La utilización de satélites o, en algunos casos, de aviones que vuelan a gran altura permite mediciones hechas directamente de fotografías aéreas de adecuada resolución. Sin embargo, los parámetros «dinámicos» necesitan datos de otras longitudes de onda o pueden dar falsas informaciones, debiendo apoyarse en el uso del radar.

Los resultados obtenidos de la utilización de satélites muestran que la estimaciones más precisas se dan en medianas y grandes cuencas, con áreas de aproximadamente  $10^3$  Km<sup>2</sup>, aunque algunas técnicas pueden aplicarse en cuencas pequeñas en torno a los 50 Km<sup>2</sup> (Collier, C.G.; 1985). Sin embargo, para algunos investigadores las imágenes de satélite resultan inservibles a la hora de realizar un estudio de detalle, ya que sólo permiten trabajar a pequeñas escalas, como pudieran ser 1:400.000 ó 1:200.000 (Martínez Goytre, J.; 1987).

Los principales problemas que debe afrontar el uso del satélite son, aparte de los ya citados, que la lluvia tiene variaciones, tanto en períodos cortos de tiempo, como en el espacio.

Como se puede ver, pese a los inconvenientes que presentan estas técnicas (altos costes, tecnología compleja, errores en algunas estimaciones), radares y satélites pueden suponer un elemento muy útil en la predicción de inundaciones.

## **5. Sistema Automático de Información Hidrológica**

Actualmente, la gestión de los recursos hidráulicos y, en concreto, la prevención de inundaciones exigen una red de medida que aporte la información necesaria en tiempo real,

información que a su vez resulta útil para la elaboración de una cartografía sobre inundaciones.

Hasta hace muy poco tiempo, la red de medida era muy heterogénea y así, por ejemplo, en el País Vasco los datos eran aportados por siete organizaciones diferentes, cada una con su propia red. Esto hacía que resultara difícil recoger los datos y que, además, éstos fueran diferentes para el mismo punto. Frente a esto, había puntos que no contaban con ningún tipo de control. Por lo tanto, una de las primeras medidas que se deberían tomar sería la de homogeneizar la red de medida para obtener la información deseada. Estos puntos de control, en número adecuado, estarían localizados en los lugares considerados estratégicos de los cursos de agua, contando con los medios necesarios para su buen funcionamiento.

Con el fin de alcanzar esos objetivos, la Dirección General de Obras Hidráulicas redactó en 1983 el proyecto del sistema Automático de Información Hidrológica (S.A.I.H.), que comenzaría a aplicarse en 1985.

Los objetivos que se pretendían eran (Milla Riera, A.; 1987):

- a) Gestión de los recursos hidráulicos (abastecimientos y regadíos).
- b) Previsión y actuación en avenidas.

Por medio de la consecución de estos objetivos, se conseguiría:

- c) Mejorar la información hidrológica.
- d) Perfeccionar los medios y dispositivos de seguridad en las presas.

Con ello se quería tener el máximo posible de información sobre la red hidrográfica para gestionar mejor dichos recursos, así como reducir al máximo posible los inevitables daños ocasionados por las inundaciones.

Una vez establecidos los objetivos y con una red de medida y centros de tratamiento adecuados (todo ello con un sistema de telecomunicaciones apropiado), el sistema resulta ya operativo. Las funciones básicas que debería sumir el S.A.I.H. son (Milla Riera, A.; 1987):

- a) Captación automática de datos por medio de sensores.
- b) Control, elaboración y almacenamiento de estos datos, mediante microprocesadores.
- c) Transmisión de datos elaborados a través de una red adecuada.
- d) Interpretación de estos datos, elaboración de la información y ayuda a la toma de decisiones por medio de sistemas informáticos.

El País Vasco se encuentra englobado en la Cuenca Hidrográfica del Norte de España, si bien, por razones de operatividad, ese ámbito territorial se ha subdividido en tres zonas, quedando comprendida la comunidad autónoma vasca, junto a Navarra, en la zona Cantábrico Oriental.

La problemática que presenta la aplicación del S.A.I.H. en esta zona viene dada por las características de las cuencas y de las avenidas (Díaz Ortiz, J.M.; 1987), por lo que este sistema tendría, en principio, una utilidad orientada a controlar la calidad de las aguas:

1. Ríos cortos y torrenciales.
2. Cuencas pequeñas con tiempos de concentración cortos.
3. Alta posibilidad de lluvia intensa sobre la superficie.
4. Lluvias torrenciales, que originan escorrentías superficiales de ladera con fuertes aportes de materiales al cauce.
5. Ocupación prácticamente total de la llanura de inundación por actividades humanas, viéndose afectadas por los períodos de retorno más cortos.
6. Obras en ríos que disminuyen la capacidad de desagüe de éstos.
7. Caudales de avenida que en ocasiones han alcanzado valores imposibles de soportar por los cauces.
8. Ineficacia de los sistemas de previsión y alerta utilizados hasta este momento para este tipo de cuencas.

## 6. Zonificación y Normativa

Todos los medios no estructurales para la prevención de inundaciones aquí expuestos, están interrelacionados y deben aplicarse conjuntamente. Un primer paso para su integración sería que existiera una legislación que diera a la prevención de inundaciones la importancia que realmente tiene en la Ordenación del Territorio, donde se contemplase la necesidad de utilizar estos medios y se normalizara su uso.

En España, al contrario que en algunos países, no existe una legislación específica sobre inundaciones, si bien se ha redactado una Normativa Urbanística para zonas de riesgo, que entró en vigor en abril de 1992. Pese a esta carencia, existen al menos algunas normas que, ya sea de forma directa o indirecta, se pueden aplicar. Estas normas están contenidas en la Ley 7/85, de 2 de abril, de Bases de Régimen Local y en los artículos 5.2, 6, 7.1, 9.1, 10, 14, 126.1a) y 237.1 de la Ley 29/85, de 2 de agosto, de Aguas.

Dentro de la Comunidad Autónoma del País Vasco la situación es similar, con grandes carencias legislativas. En la actualidad, se está planteando la realización del *Plan Territorial Sectorial de Ordenación de las Márgenes de los Cauces Fluviales Superficiales de la Vertiente Cantábrica*. La finalidad concreta del presente plan se reduce a desarrollar las determinaciones de las Directrices de Ordenación Territorial recientemente presentadas por el Gobierno Vasco, siendo uno de los objetivos planteados concretar y materializar los criterios que emanan del P.I.P.I. en cuanto a la protección a otorgar a los cauces en orden a evitar las inundaciones en las diferentes avenidas de agua: se definirá un ámbito territorial todos los terrenos que, de acuerdo con el P.I.P.I., pudiesen verse afectados por las máximas avenidas según un período de retorno de 500 años; se darán las pautas de Ordenación Territorial para cada tramo, en concreto a las condiciones de urbanización y edificación si procediera; se definirá el impacto y las implicaciones territoriales que las actuaciones del tipo de ingeniería hidráulica que para corregir las deficiencias del sistema actual fuesen propuestas por el P.I.P.I.

## 7. Conclusión

De lo expuesto en este trabajo se desprende la necesidad que existe de utilizar todas las técnicas aquí presentadas en todo su potencial y de la forma más integrada posible. De este modo se contribuirá, por una parte, a llevar a cabo una prevención de inundaciones lo más efectiva posible y, junto a ésto, a obtener una información que resulta de gran utilidad a la hora de realizar una adecuada ordenación del territorio vasco.

Resulta, por tanto, indispensable superar las deficiencias que presentan algunas de estas técnicas:

1. La cartografía sobre inundaciones debe apoyarse para su elaboración en una cartografía de base e información adicional más detalladas y completas que las actuales.
2. Se debe establecer qué modelo resulta más adecuado para las características de cada cuenca, actualizando constantemente los parámetros empleados e incluyendo otros que aumenten la eficacia del modelo, siempre que ésto no complique en demasía su funcionamiento.
3. La teledetección ofrece unas posibilidades muy amplias aún infrautilizadas, pero no por ello se deben emplear sin tener en cuenta los problemas y limitaciones que puede presentar la información que aportan.
4. La aplicación del S.A.I.H. supondrá la aportación de un gran volumen de información que facilitará la prevención de las inundaciones, para lo cual se debe dotar de los medios técnicos adecuados y deberá superar los obstáculos que la propia morfología de la cuenca oponga a su aplicación.
5. Por último, resulta necesaria, bien una legislación específica sobre inundaciones, o bien una revisión de la normativa al respecto existente, que contemple su predicción y prevención.

## BIBLIOGRAFIA

- COLLIER, C.G., «*Remote Sensing for Hydrological Forecasting*», en Rodda, J.C., *Facets of Hydrology. Volume II*, Ed. J.C. Rodda, pp. 1-21, Londres, 1985.
- DIAZ ORTIZ, J.M., «*Problemática debida a las avenidas e implantación del S.A.I.H. en las cuencas de la Confederación Hidrográfica del Norte de España*», pp. 481-490, en Berga, L. y Dolz, J., *Avenidas: sistemas de previsión y alarma*, Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1987.
- DIPUTACION FORAL DE VIZCAYA, *Inventario de información cartográfica de Vizcaya*, Ed. D.F.V., Bilbao, 1989.
- INGEBA, *Inventario cartográfico de Alava*, Ed. Gobierno Vasco, San Sebastián, 1989.
- INGEBA, *Inventario cartográfico de Guipúzcoa*, Ed. Gobierno Vasco, San Sebastián, 1988.
- MARTINEZ GOYTRE, J. et al, *Avenidas e inundaciones*, Ed. M.O.P.T., Madrid, 1987.
- MILLA RIERA, A., «*Programa general de seguridad y explotación de las presas del Estado: Sistema Automático de Información Hidrológica (S.A.I.H.)*», pp. 286-299, en Berga, L. y Dolz, J., 1987.
- NASH, J.E. y SUTCHIFFE, J.V., «*River flow forecasting through conceptual models. A discussion of principles*», *Journal of Hydrology*, 10, pp. 283-290, Amsterdam, 1970.

# CUADERNOS

## DE ORDENACION DEL TERRITORIO

---

SEGUNDA EPOCA Nº 2

INVIERNO 1993

---

### MADRID

ESTIMADO AMIGO,  
LOS CUADERNOS DE ORDENACION DEL TERRITORIO  
TE OFRECEN SUS PAGINAS  
PARA QUE PUBLIQUES ARTICULOS ORIGINALES  
QUE SINTETICEN  
MONOGRAFIAS, INVESTIGACIONES, PROPUESTAS,  
ANALISIS, REFLEXIONES, DISQUISICIONES, ENTREVISTAS, RESEÑAS  
Y  
TODO AQUELO QUE TU CREAS  
QUE ALGO TIENE QUE VER CON LA  
ORDENACION DEL TERRITORIO,  
EL MEDIO AMBIENTE  
Y EL URBANISMO

La extensión de estos artículos no sobrepasará las 7 páginas DIN-4 o los 10 mil caracteres mecanografiados a doble espacio y por una sola cara. Por limitaciones técnicas, se reducirá al mínimo el uso de dibujos y gráficos. La numeración de los diferentes apartados del artículo se hará con caracteres arábigos. Las referencias bibliográficas se situarán al final del artículo, según el siguiente modo: AUTOR (Apellido, nombre); (año); Título del libro, número de edición, editorial y lugar. Para el caso de artículos: AUTOR (año): Título del artículo, en: título del libro o revista, volumen y número, página, editorial y lugar. Los artículos deben ser remitidos a Cuadernos de Ordenación del Territorio (FUNDICOT), Graí. Arrando, Nº 38-28010 Madrid, Tfno. y Fax: (91) 308.50.29.

## DESASTRES NATURALES (II): LA FURIA DEL AGUA

SILVIA JAQUENOD DE ZSOON<sup>\*</sup>

*La relación del hombre con las aguas ha sido desde siempre íntima, estrecha y ambigua a la vez. En este vínculo ha permanecido desde tiempos remotos una permanente oscilación entre el temor a las consecuencias catastróficas de los períodos de sequía y el espanto por el alcance desastroso de las inundaciones.*

Conocido como la «Aflicción de China», el Río Amarillo ha sido protagonista de situaciones que han conllevado graves consecuencias sociales y económicas. Por ello, los chinos han tratado de contener la fuerza de este río ideando un sistema de diques de lodo reforzados con grandes fardos de tallos de sorgo que, al retener el cieno, contribuyen a formar una barrera casi compacta.

Este sistema obligaba a que los diques fuesen cada vez más anchos y altos, puesto que el lecho del corredor ascendía con cada inundación y, por otro lado, los fardos de sorgo requerían anualmente costosas reparaciones, puesto que se deterioraban rápidamente y con facilidad. Y, aunque los diques fueron construidos hasta unos diez kilómetros de ambas riberas, con el propósito de evitar que se desbordase más allá del amplio corredor, nunca anegó la llanura norte de China como a fines de 1877. El lecho del río se convirtió en lodo cuando surgió con entera libertad; en cuestión de minutos las casas se llenaron de cieno y desaparecieron poblaciones enteras (alrededor de 1500). Un ingeniero estadounidense informó que pudo apreciar «un lago cuya extensión equivalía a la del Lago Ontario».

Siguieron años de privaciones y enfermedades, y se reconstruyeron los diques del río Amarillo, pero ello no significa que la Aflicción de China deje de desbordarse como viene haciéndolo desde hace unos 3000 años.

Hay muchos ejemplos de impresionantes inundaciones como la citada en diferentes partes del Planeta. Una de las más espectaculares fue, quizás, la del poderoso Mississippi, que, entre 1858 y 1922, rompió los diques unas once veces; pero los desastres de éstas fueron apenas un preludio a la catastrófica inundación en 1927.

---

<sup>\*</sup> Silvia Jaquenod es Dra. en Derecho. Este escrito constituye la segunda parte del artículo «Desastres Naturales (I): un caso de contaminación transfronteriza de origen natural», publicado en el N° 0 de Cuadernos de Ordenación del Territorio.

Las tribus indígenas, acostumbradas a los ciclos de desbordamiento del río, lo llamaron el «Padre de las Aguas» o «Gran Río»; pero los colonizadores europeos se propusieron domarlo.

Con el fin de controlar las inundaciones, en el Bajo Mississippi se construyeron una serie de diques en los siglos XVIII y XIX, y en 1879 el Congreso estableció la Comisión del Río Mississippi para que, junto con el cuerpo de Ingenieros del Ejército, se organizara un plan de control de las inundaciones de este río.

La obra quedó terminada hacia 1900, y consistía en una doble barrera de tierra que se extendía a ambos lados del río y a lo largo de 1600 kilómetros; esta barrera sólo se interrumpía para dar paso a los grandes afluentes. Pero el Mississippi siguió desbordándose. Y a mayor empeño por parte de los Ingenieros que hacían levantar diques cada vez más altos, aún mayor era la fuerza del Gran Río.

Este río, el más grande de Estados Unidos de Norte América, con un caudal importantísimo para la vida de este país, ha causado muchas inundaciones desde 1927, tal vez nunca como aquella desafortunada vez; y recordando a Mark Twain: «Quien conoce el Mississippi, sabe -aunque sin decirlo en voz alta- que ni diez mil Comisiones Fluviales, con el respaldo de todas las minas del mundo, pueden domar esa corriente desahogada».

Puede preguntarse: ¿Por qué suceden estas catástrofes?. ¿Es, acaso, obra de la Naturaleza, o consecuencia de siglos de civilización que han acabado con la mayor parte de los más necesarios e importantes bosques?.

Enfadado, el río Arno, desde el trágico paso por Florencia en 1333 que destruyó el original Ponte Vecchio, ha seguido con sus esporádicas inundaciones. La de 1966 aún se recuerda; fuertes cataratas de una mezcla perniciosa de agua, lodo y petróleo invadieron todo a su paso: sótanos, bodegas, casas, y dejó una huella inequívoca en estatuas, lienzos y obras de arte de valor singular.

En Argentina, uno de los mayores desastres que se recuerden desde hace unos cincuenta años, ha sido provocado por un torrente de agua que arrasó casi la totalidad de un pueblo serrano. El dantesco «espectáculo» ocurrió en enero de 1992 en San Carlos Minas, un apacible pueblo del noroeste de la provincia de Córdoba, distante unos 200 Km. de la ciudad capital. Un alud de agua, barro, piedras y arena pasó fugaz, pero intensamente, dejando señales de sufrimiento y dolor. Más de 29 muertos sepultados por barro y escombros y 26 desaparecidos hasta ese momento, y un total cercano a las 2330 personas afectadas. La producción de la zona rural ha bajado un 75%, numerosas vías de comunicación intransitables, interrumpidas o anegadas totalmente y casas arrancadas desde los cimientos.

El curso hídrico del río Noguinet, afluente del río Candelaria, no siguió la curva trazada antes de la construcción del pueblo, la había desbordado, y con fuerzas incontenibles

arrasó todo a su paso. Hay que reconocer que San Carlos Mina fue construida sobre el paleocauce (cauce antiguo) del arroyo Noguinet; por tanto, al recibir la avenida recuperó su antiguo curso y cubrió cuanto tenía por delante. Puede que hayan influido en la creciente factores antrópicos que indujeron al desastre, tales como los efectos negativos sobre la cobertura vegetal de la cuenca o la indiscriminada tala en la zona.

En la misma provincia de Córdoba, pero esta vez en la turística ciudad de Villa Carlos Paz, a unos 30 Km. de Córdoba capital, las aguas enfurecidas de los ríos San Antonio y Cosquín asolaron el Valle de Punilla, los torrentes de agua hicieron aumentar el nivel del Lago San Roque, esta vez hasta alcanzar los tres metros por encima del nivel máximo.

Los daños fueron de magnitud en las inmediaciones y, semejante a lo ocurrido en esos días en San Carlos Minas; los caseríos fueron arrasados o se inundaron hasta el nivel de los techos, y la población evacuada por centenares. La destrucción, según entendidos, es la mayor desde 1975; el balneario El Fantasio se inundó hasta el 80% de su altura y sauces de 20 metros de altura fueron arrancados de raíz.

Podría pensarse que, en principio, se trata de serias falencias de planificación, en la planificación urbana o, quizás, una irresponsable e improvisada acción en la ocupación para uso residencial de las tierras que rodean al Lago San Roque; ciertamente, puede que haya habido buenas dosis de improvisación y otras tantas de errores, pero no menos cierto es que las normas vigentes no se respetaron, o bien, se las interpretó y aplicó con cierto grado de negligencia.

El conjunto de obras realizadas desde 1952 a 1969 se construyeron por debajo del nivel máximo (35 metros) y son, precisamente, las áreas que se han visto seriamente afectadas por la inundación; existe un Decreto de la Dirección Provincial de Hidráulica que fija una cota mínima de 36 metros, con todo lo cual se puede afirmar que en esa Villa se construye por debajo del nivel de Lago, con las consiguientes repercusiones ambientales «inducidas», que conllevan desastres de riesgo «provocados» por la falta de cumplimiento de las ordenanzas.

También hay que considerar que, en épocas que el Lago no tenía casi agua, se vendieron terrenos muy por debajo de la cota establecida; no obstante, hay que tener presente que el Código de Edificaciones y Urbanismo establece una cota mínima de 36 metros, con una franja libre entre el lago y la edificación, pero esta norma no se ha hecho cumplir, y he allí las consecuencias. Ya desde la década de los cuarenta se aconsejaba una cota de 42 metros, pero, al no tener el Gobierno Provincial suficiente respaldo económico para hacer frente a las numerosas expropiaciones y/o los juicios que seguramente surgirían, la cota se fijó en esos 36 metros.

Los ciclos naturales de la Cuenca del Plata, río Paraná y río Uruguay, representan un fenómeno natural de consecuencias catastróficas o desastrosas lamentables, a causa del entramado humano que se ha tejido en las márgenes de ambos ríos y, especialmente, de

la falta de precaución, prevención y demasiada negligencia. Si bien las inundaciones son fenómenos naturales, éstas se intensifican y agravan sus consecuencias debido a prácticas agrarias expoliadoras, talas descontroladas y falta de gestión adecuada o ausencia de ésta.

Existen numerosas crónicas de viajeros que relatan con detalle y sorpresa sus travesías; así, el General J. Miller comenta que hacia 1817 en uno de sus viajes por la región de Chascomús (Provincia de Buenos Aires), durante muchos kilómetros, a causa de grandes extensiones cubiertas por agua, ésta le rozaba la cincha de su caballo.

Sucesivamente fueron alternando períodos prolongados de sequía y de interminables inundaciones. Las lluvias de 1839 facilitaron que una embarcación a vela de gran porte surcara las aguas del río Salado, y en 1857 la inundación permitió que un barco de vapor con ruedas laterales llegara a la ciudad de Chascomús. En el libro «Viaje a caballo por las Provincias argentinas», Williams Mc.Cann describe el paso por el río Samborombón: «El agua durante el invierno cubre casi la mitad del distrito y en verano los pastos se secan a causa del calor».

Según un Informe de la UNESCO, en los últimos veinte años los desastres como consecuencia de fenómenos naturales han conllevado la muerte de cerca de tres millones de personas y más de ochocientos millones de damnificados en todo el mundo, siendo las inundaciones el fenómeno más perjudicial. En la Carta de los Suelos del Consejo de Europa (1972), dentro del principio 5 «Los suelos deben ser protegidos contra la erosión» se afirma:

«El suelo está expuesto a los agentes atmosféricos, es erosionado por el agua, el viento, la nieve y el hielo. Las actividades humanas emprendidas sin **precaución** aceleran la degradación de la estructura del suelo y disminuyen su resistencia normal a los agentes erosivos.

En todas las situaciones conviene adoptar medidas físicas y biológicas apropiadas para proteger los suelos contra toda erosión acelerada. Medidas particulares deben ser adoptadas para las zonas sometidas a **inundaciones** y avalanchas».

La Cuenca del Plata es una de las más grandes del mundo, con una extensión de 3.200.000 Km<sup>2</sup> compartidos entre Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay. En Argentina, dos terceras partes del territorio tienen déficit hídrico, mientras el tercio restante se pierde bajo agua; el 75% de la población vive en la Cuenca del Plata y allí se llevan a cabo las más importantes actividades económicas.

En los últimos meses los principales ríos de la Cuenca, Paraná y Uruguay, con un régimen de ascenso y descenso totalmente diferente al de crecidas anteriores, han experimentado un extraordinario aumento del caudal, provocando ésto una serie de desastres con cuantiosas pérdidas cualitativas y cuantitativas sobre población y recursos naturales. Borlaug, N., Premio Nobel de la Paz 1973, en relación a la Cuenca del Plata, dijo sobre la gravedad de la erosión del suelo en Brasil: «Brasil se está yendo al mar por el río de la Plata».

Hacia fines de junio de 1992, el río Paraná había crecido 19 centímetros en tan sólo 24 horas. Hace algunos años penetraba en la tierra el 40% del agua caída; en la actualidad, sólo vuelve a la tierra un 20%, siendo de 10% en algunas zonas.

El sector forestal de la provincia de Entre Ríos, por ejemplo, es uno de los más afectados; en el área del Delta los árboles en pie se perderán por el proceso de asfixia de la raíz; paralelamente, se ha perdido la posibilidad de plantar unos dos mil ejemplares de álamo y de sauce. En cuanto a los animales, han tenido que ser desplazados, desde La Paz a Victoria, en un número que supera las 57.000 cabezas.

Si bien el aumento del número de masas de aire húmedo y cálido que entran por el nordeste incrementa el número de precipitaciones en frecuencia e intensidad, no es el único factor determinante de las inundaciones. Hay que tener presente también el estado de los suelos, los cuales, por su mala gestión integral, se están degradando de forma permanente. Este debilitamiento implica, por un lado, menor permeabilidad y penetración, y por otro, mayor escurrimiento de aguas y, por tanto, anegamiento de extensas áreas.

Los efectos de las lluvias sobre un suelo debilitado y degradado son ciertamente negativos; se genera un alto coeficiente de escurrimiento, se incrementa la velocidad de las aguas caídas y con esto último se arrastran importantes nutrientes de los suelos.

Pero hay un factor determinante en el caso de las inundaciones en Argentina: es el desmonte de las regiones tropical y subtropical de Brasil, donde hay Estados y Departamentos que han sido talados hasta límites insospechados. Más acelerada e intensa ha sido la tala de los bosques en los Estados de Río Grande del Sud, Santa Catarina, Paraná, Minas Gerais y San Pablo. Baste mencionar que en este último la cobertura vegetal llegaba al 79,7% en 1854 con 20 millones de hectáreas, al 44,8% en 1920, al 18,2% en 1952 y, actualmente, la selva apenas cubre el 3% del Estado con 750.000 hectáreas (Ver Cuadro N° 1).

La alarmante deforestación de la masa boscosa de Brasil, que a la par de amortiguar el impacto de la lluvia sobre el suelo, evapora gran cantidad de líquido, hace que el escurrimiento, al ser más veloz, llegue con mayor rapidez a los cursos hídricos.

En una cuenca sin vegetación, el coeficiente de escorrentía aumenta cinco veces, produciendo una crecida de sus aguas cinco veces mayor; así, la deforestación por sí sola no causa directamente la crecida del caudal de los ríos, pero ayuda considerablemente a ello. Por tanto, si bien la deforestación de Brasil no es la causante directa de las graves inundaciones en territorio argentino, contribuye, junto con la insuficiente información y falta de gestión global adecuada, al aumento de los caudales de las principales arterias hídricas del país.

Todo, en conjunto, va en detrimento directo del medio integralmente concebido; sembrados de arroz, tabaco y algodón se pierden y el panorama de los campos de

pastoreo es realmente desolador. Si bien en ciertas regiones de Argentina (Formosa, Chaco), las inundaciones son parte del entramado socioambiental y representan un comportamiento normal de la naturaleza, cuando los desastres provocados alcanzan umbrales catastróficos, es necesario replantear la activación de varios principios fundamentales.

Prioritario es el principio de información, a través del cual podrían adoptarse medidas precautorias y preventivas oportunas, como el prevaciado de las presas; dados los principios de información, precaución y prevención deviene, necesariamente, el principio de cooperación que, junto al principio de solidaridad, enmarcan la responsabilidad internacional en el sentido y alcance más amplio y generoso de las interpretaciones.

Son innumerables los ejemplos de fallas en la conducta humana en cuanto a la ocupación del suelo, sea por improvisación absoluta en la gestión o por negligencia o desconocimiento (hay que recordar los casos del Levante español, Bilbao, entre otros), por la gestión inadecuada del recurso hídrico y del forestal y, lamentablemente, por equívocos en la administración y gestión racional y eficaz de los bienes ambientales.

Por ello, la ordenación del territorio, diseñada y ejecutada con total respeto hacia los sistemas y procesos naturales, la aplicación correcta de la norma ambiental en el caso concreto y la puesta en acción del conjunto de principios, especial y prioritariamente los de precaución y prevención, es la mejor prudencia contra los desastres cuyas causas se culpan a la naturaleza.

**CUADRO N° 1: CUENCA DEL PLATA. DEFORESTACION**

PAIS	PERIODO	DEFORESTACION HAS.	REFORESTACION HAS.
Argentina . . . . .	1900-1979	1.300.000	78.000
Bolivia . . . . .	1950-1980	450.000	0
Brasil . . . . .	1930-1980	45.000.000	4.650.000
Paraguay . . . . .	1972-1979	850.000	0
Relación . . . . .	1900-1980	47.600.000	4.728.000

La autora de este artículo agradece la especial colaboración del Ingeniero Don Hernán Marcos J. Depiante.

## LLOVERA, ¿Y DESPUES?

TERESA VILLARINO VALDIVIELSO\*

**C**ontaba, con la simplicidad que exige la televisión, el Secretario para las Políticas del Agua y Medio Ambiente del MOPT, las medidas que se iban a tomar a corto plazo para el abastecimiento de agua a las ciudades, «¿Y después?», preguntó el locutor. «Después lloverá».

Pero, ¿y después de llover?, digo yo, y me contesto: no sólo ni exactamente se llenarán los embalses, las primeras lluvias arrastrarán millones de litros de agua y toneladas de tierra, a veces vegetal, al mar, a los ríos y a esos embalses, que con tanto primor y dinero hemos construido, para agravar su aterramiento, al que ya están predestinados. ¿Y eso por qué?, pues porque llevamos mucho tiempo preparando ese tobogán pendiente y lustroso para que esas aguas se deslicen rápidas y dañinas, y además creyendo que se puede coger agua con cesto; y porque en esto del agua hay que empezar más atrás. La secuencia no es: lluvia - llenado de embalses - disponibilidad de agua. Entre la lluvia y los embalses está el territorio.

El lunes pasado, día 10 de enero, tuve el mejor momento de mi «vida ambiental» (rehuyo adrede el pleonasma «medioambiental», tan socorrido, vicioso y de moda), porque no hubo momento del día en que no se oyera hablar del agua: radio, prensa, televisión, políticos, empresarios, barrenderos, pollos-pera ... Todo a mi alrededor era consternación, pero yo, tan contenta, pensaba ¡al fin! Al fin hay algo del medio que atañe y duele a todos. Fué «linndo» oírles, todos a una y cada uno a su interés.

Enseguida empezamos a buscar culpables, que lo hacemos como nadie, y también a lucir el plumero.

La administración echaba culpas a los ecologistas porque no dejan anegar valles; los partidos a los gobiernos, por no querer inaugurar pantanos al estilo pasado; los vecinos al casero por ser manirroto; los urbanistas a los del campo por despilfarrar el agua en el riego, cuando es mejor comprar fuera y evitar los mosquitos y las ortigas; los del agro a los de la ciudad por ser tan ridículos con el aseo y abluciones; los geólogos porque no les hacen caso cuando hay mucha agua en el subsuelo; los médicos porque ya decían ellos que sin agua hay más neuróticos; los prácticos porque hay que llevar la industria a donde hay agua y no al revés, donde además de industria hay recreo y campos de golf. Los ilustrados, dicen que era algo cantado echando mano de Jovellanos, Joaquín Costa y

---

\* Teresa Villarino Valdivielso es Dra. Ingeniero de Montes.

hasta de Juan Benet. Incluso los roñosos rumian que si ahora trasvasar se llama solidaridad. Ciertas regiones dicen que producir agua no cuesta y otras, poniendo las barbas a remojar, al oír lo del reparto generoso, alegan que el agua no sobra en ningún lado y que, para eso, el que tiene agua no tiene sol, ni confort, ni turismo.

Todo el mundo estaba muy revuelto y preocupado agrupándose en colectivos de resistencia. Pero poco tiempo ha pasado y ya nos estamos tranquilizando.

Los responsables toman medidas urgentes; los técnicos buscan soluciones; los del poder dicen que se harán las infraestructuras suficientes para aprovechar el agua; los ambiguos que el tema es racionalizar el uso del agua; los ciudadanos que nos dejen de cuentos, que la sequía es para el campo, que aquí embalse, tubería y grifo, y ya está todo solucionado; y los del campo, que les paguen, que les compensen; los creyentes hacen rogativas, los del estraperlo se han puesto a sustituir botellas de aceite por botellas de agua y, por fin, el ministro del ramo acaba de decir que ¡ya está!, que el problema no es de gobiernos autónomos, sino de cuencas hidrográficas, de organización física del territorio nacional (otra alegría y fin del desarrollo caótico; ya era hora).

Parece que todo está controlado, las intenciones en marcha, las inversiones volando, las aguas volviendo a su cauce; incluso mis hijos han dejado de protestar por el escaso chorrito que se les permitía y han vuelto al chorro gordo y a quejarse porque no sale bien calentita.

Y no, no, y menos cuando llueva. Porque estamos en España, territorio que hemos ido desertizando, en ocasiones con premeditación y alevosía y más cuando tengamos que abandonar tierras y otros mandatos de la CE. Qué razón tiene el ministro Borrel, cuando en la tele dice «quizá haya que hablar más de España y menos de individualidades». Pues eso, vamos a hablar del territorio, de España, claro. Del medio sobre el que lloverá, y que está antes de los ríos y embalses que recogen agua.

Al efecto he de recordar que hay otros ingredientes en esta fórmula magistral, llamada ciclo hidrológico, que se traduce en la disponibilidad de agua. Me refiero a la cubierta vegetal de la que poco se habla, siendo la responsable de que el agua que cae del cielo llegue, o no, en buen estado, a donde tiene que llegar. Pues bien, en España estamos mal de esta cubierta o falta en gran parte, y ésto produce erosión, desertización y que se pierda mucha agua, o llegue cargada de tierra a su destino.

El «Plan Nacional de Lucha contra la Erosión» dice: «La erosión, que provoca la pérdida de fertilidad de los suelos agrícolas y forestales, el arrastre de materiales sólidos y la sedimentación en los cauces y embalses, condiciona la **productividad**, acelera los procesos de **degradación** de la cubierta vegetal, disminuye la **regulación natural de las aguas**, **acorta la vida útil** de los embalses y favorece las **inundaciones catastróficas**». Sobre ello hay cifras asombrosas, con las que no quiero aburrir, pero si no se toman medidas forestales, el coste de oportunidad calculado es del orden de 40.000 millones de pesetas al año, a un ritmo creciente.

En este sentido, un informe de Naciones Unidas indica que el 54% del territorio español está desertizado, y ésto significa, entre otras cosas, que no tiene cubierta vegetal. El Plan antes citado estima que el 43,8% del territorio nacional está afectado por procesos erosivos que superan los límites tolerables universalmente admitidos. Dentro de esta superficie cerca de 10 millones de hectáreas deben de ser tratadas prioritariamente, reconstruir la cubierta vegetal en 2 millones de hectáreas, realizar 6 millones de metros cúbicos de obras de hidrotecnia, conservar el suelo agrícola en 1,3 millones de hectáreas. El coste de estas acciones preferentes es de 400.000 millones de pesetas, que aumentarán a medida que pase el tiempo.

Las superficies forestales, pastizales, monte bajo o bosque arbolado, cumplen un papel singular, ya que pueden mantener esta cubierta todo el año, cosa que no sucede con la agricultura, y suponen 25,6 millones de hectáreas, casi el 50% del territorio.

La erosión se produce, en la mayoría de los casos, por el efecto dinámico del impacto de la gota de agua procedente de las precipitaciones. El bosque hace que ese impacto no tenga entidad o quede reducido al mínimo. Una parte resbala por las hojas, ramas y troncos o al golpear en ellos reducen su energía cinética y, por tanto, su poder erosivo. Parte de ese agua llega al esponjoso suelo vegetal y percola, cuando es posible, a los acuíferos, renovándolos, la otra escurre y puede llegar pausadamente y limpia a su destino.

La masa boscosa es capaz de mantener por adherencia gran cantidad de agua y, si no existe, el agua se desliza rápida, arrastrando materiales y puede anegar valles, destrozar cultivos, provocar daños a la comunidad piscícola, a las vías de comunicación, al hombre, y terminar en el mar, o lo que es peor, aterrando los embalses, que si es verdad que hay alguno al 1% de su capacidad, también lo es que otros, en poco tiempo, ni siquiera tendrán esa cabida útil.

Es conocido el suceso de la presa de Tous, en el que se pudo comprobar que si la cuenca mantuviera la vegetación que tenía antes de un incendio producido con anterioridad a la catástrofe, ésta no hubiera sido tan grave, se habría retrasado la gran avenida y hubiera dado tiempo a levantar la compuerta. El efecto beneficioso que pueden cumplir modestos pinares tiene su ejemplo en el funcionamiento de las cuencas del río Segura en Murcia y del Guadalmedina en Málaga, donde tanto daño causaron las avenidas, a principios de siglo.

Con esto quiero decir que, ciertamente, hay tareas que son de los gobiernos y allá ellos si no las hacen, que las van a hacer. Pero cuando pienso que nadie se siente directamente implicado en el tema y que, como siempre, llegaremos tarde, tiemblo, de pena y de rabia. Los escurridizos dicen a mi alrededor que vaya tontería, que el agua es un problema de Estado, y efectivamente las soluciones pasan por los planes previstos, pero yo pienso que también es tarea de los de a pie, de «fuenteovejuna».

Y, ¿por qué digo esto?, porque si seguimos desconociendo, despreciando y maltratando nuestros bosques, tendremos mucho perdido. Quiero dedicar el espacio que me resta a lo que debemos hacer **LOS QUE NO PODEMOS HACER NADA**, o sea, los que metemos la botella de agua en la cisterna. Y podemos hacer algo, fácil y baratito. Podemos contar, sensibilizar a otros, dar a conocer cada uno lo que sepa, porque al fin y al cabo, casi siempre, la estupidez y la barbarie tienen su base en la incultura y en la falta de formación, por no citar el egotismo; «pensar globalmente, actuar individualmente», es un principio de difícil aplicación. Por eso, y aunque parezca obvio, quiero llamar la atención sobre los valores del monte.

Son muchas las rentas directas que producen los montes: madera, leñas, ganadería, caza, aromáticas, medicinales, culinarias, pero también proporcionan bienes intangibles como son el confort climático, recreo, bienestar, limpieza de contaminaciones, y paisaje, ese incomparable paisaje que se percibe con todos los sentidos. No todas se dan siempre, pero sí una que estimo como la más importante: **LA PRODUCCION DE AGUA**, papel que hay que reconocer a los propietarios. Si se amenaza con «el que contamina paga», ¿por qué no se promete «**EL QUE CONSERVA COBRA**», y por tanto, una rentabilidad inducida por la simple existencia del monte?. Ello no significa «no hacer nada», sino una exigencia de buen manejo. Esto, en vez de inquietar a los gobiernos, puede ser una oportunidad, un grano más para el bolsillo de los que deben quedar en el agro para que pueda haber ese imprescindible equilibrio territorial, del que tanto se habla: El hombre rural guardián de la naturaleza.

Para respetar y mantener este espacio, conviene empezar desde pequeños y para eso deberíamos contar a los niños, como antes, cuentos que se desarrollen en bosques encantados, en ríos cantarines, y alguno menos en naves espaciales o en territorios calcinados por la guerra. Hacerles oír, además de «No me tires a la cloaca que llevo chanclas», el «Care selve» (Queridos bosques) de la Atalante de Haëndel. Enseñarles el placer de dibujar un frondoso castaño, un potente roble o un campo de amapolas, además de los consabidos robots, guerreros, etc. Y llevarles a pasear, además de la vista por el ordenador, por el campo, por el paisaje.

Después, de mayorcitos, les haremos ver que si van de excursión, es más satisfactorio llevarse un bocadillo de queso y unas almendras, que la parrillada de chuletas.

Y finalmente, habrá que convencer a los propietarios y conseguir de la administración, que en vez de una ínfima parte de las rentas directas, les van a llegar otras por el mero hecho de **mantener** el bosque.

Quizá así evitemos que mucha gente vea el bosque como algo hostil, de lo que hay que huir, o algo inútil que hay que quemar. Recordemos que el 98% de los incendios son directa o indirectamente provocados por el hombre, y en los últimos 30 años ardieron 6 millones de hectáreas. Un centímetro de este suelo calcinado tarda en formarse unos cuatrocientos años; y aunque 1992 fue el mejor año en cuanto a superficie afectada: 100.000 Ha., el número de incendios ascendió a 15.000, el más alto conocido.

Voy a contar una breve anécdota, botón que ilustra el poco aprecio que tenemos por los árboles y cómo se pierden batallas.

En la puerta de la casa de un calcinado pueblo castellano, no hace mucho, habíamos puesto una acacia, creo que la única sombra del pueblo, desde que se murió el olmo de la plaza y le troncharon a un alcalde los chopos de la fuente; y crecía rápida. Después de varios intentos de los vecinos para convencernos de que la cortáramos porque: quitaba el aire, la vista, la alegría del sol, no estaba bien formada, levantaba los cimientos y otras sinrazones, el signo de los tiempos ha podido con ella. Al cementar las calles, antes preciosas calles empedradas, nos han **hecho el favor** de cementar el sitio donde antes crecía el árbol, para lo que se hizo necesaria su corta.

Finalmente, después de varios después, ¿qué?. Pues yo, en plan «ecológico», y puestos a exagerar, recomendaría lavarse en palangana de cintura para arriba y en balde de cintura para abajo, y regar el árbol de la plaza. Por si acaso.

# LA GESTION DE LOS GRANDES SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

ROQUE GISTAU\*

*La sequía y su coincidencia con los primeros documentos de planificación hidrológica en los que se define la estrategia con un horizonte de diez y veinte años, hacen de la gestión del agua un tema de actualidad y debate.*

La escasez del recurso, su regular distribución temporal y espacial, su cada vez mayor valor estratégico y económico, bien merecen esta consideración.

Cuando nos referimos al agua para el abastecimiento a poblaciones, debemos tener en cuenta algunas peculiaridades. La cantidad demandada no es muy importante, pero la claridad de las fuentes debe cumplir condiciones exigentes, la seguridad de disponer del recurso debe ser muy grande y la contaminación del retorno, cuando ha sido utilizado, es desproporcionada con la cantidad utilizada.

A estas características diferenciadoras me voy a referir.

**La garantía.** Entendemos como garantía la capacidad de respuesta del sistema de abastecimiento frente a la demanda, distinguiendo entre la capacidad de disponer del recurso demandado y la capacidad del conjunto y de cada una de las infraestructuras para aportarlo en el mismo instante en que es demandado en todos y cada uno de los puntos de demanda. (Adviértase el rigor de las condiciones).

Pues bien, *la garantía de disponibilidad* del recurso se mide con dos parámetros, la duración de los fallos en la oferta y la cuantificación del déficit en el período anterior. Los sistemas deben responder a las premisas exigidas en los planes hidrológicos, y como ejemplo, en los avances de directrices se establece para el abastecimiento el criterio de que la demanda está satisfecha cuando: el 91% de la demanda no presenta ningún fallo. El 9% restante puede presentar los siguientes fallos: el 100% en un año (equivale al 9% de la demanda total), el 150% en dos años (equivale al 13,5% de la demanda total), o el 250% en diez años (equivale al 22,5% de la demanda total).

Cuando el comportamiento de los sistemas responde a estas premisas, la gestión del sistema es correcta, aunque exista déficit porque el mismo había sido previsto y admitido.

---

\* Roque Gistau es Gerente del Canal de Isabel II. Artículo publicado por El País (8.09.1992).

La garantía de infraestructuras exige una sobredimensión en capacidad, de forma que todo el conjunto de instalaciones sea capaz de atender la demanda que se produce en un corto espacio de tiempo. También aquí hay que acotar los fallos de respuesta admisibles, porque, de no ser así, la sobredimensión de las instalaciones no tendría límite (imagínese el lector que *todas* las carreteras de un territorio tuvieran que ser capaces de mantener con fluidez el tráfico de cualquier hora punta de cualquier año). Sin embargo, el sistema debe tener holgura y ser capaz de mantener el servicio, aunque sea con menores prestaciones, en el supuesto de que algún elemento infraestructural quede inutilizado por alguna causa.

**La demanda.** El modelo matemático que representa la demanda es complejo, intervienen muchas variables: población, temperatura, pluviometría, nivel de renta, tipología urbana, tipología industrial, equipamiento doméstico, hábitos sociales, etc. La dotación (agua aportada a un área en un día medio por cada habitante residente en esa área) varía de un barrio a otro dentro de una ciudad, entre ciudades y núcleos urbanos dentro de una región, de una región a la colindante y de un país a otro. La demanda y su evolución debe ser conocida para hacer estimaciones a medio y largo plazo, corregida año a año en base a la evolución real y controlada. Los períodos de fallo y los déficits previstos en las hipótesis de garantía, deben quedar cubiertos controlando la demanda y, por tanto, hay que controlar los parámetros que la condicionan.

**La calidad.** A lo largo del tiempo y a través del abastecimiento, se han atendido diversos usos: domésticos, industriales y públicos (lavado de viales, servicios contra incendios y riegos de parques y jardines), de forma que cada vez el uso doméstico tiene menor peso en la demanda. Resulta evidente que no todos estos usos son igualmente esenciales ni exigen ser servidos con agua de igual calidad. Es más, algunos de ellos es un despilfarro que se sirvan con agua potable, con un alto coste de proceso asociado que nadie aprovecha. Por tanto, resulta evidente que la cobertura de los déficits previstos, cuando llegan, sea iniciada por la supresión de los consumos menos esenciales. En algunos casos, es posible y deseable que estos consumos sean cubiertos por recursos de menor calidad (agua reciclada de depuración o de otras procedencias). Los planes hidrológicos contemplan estas alternativas.

**El coste y el precio.** La disponibilidad de recurso en la calidad y cantidad deseadas con tan alta garantía exige inversiones elevadas y costes de explotación crecientes. El servicio de abastecimiento de agua y saneamiento es un proceso industrial complejo y con algunas características comunes a otros servicios públicos: intensidad de capital y demanda asegurada. El aspecto diferenciador esencial es que el producto servido no se produce, sino que se administra. Sin embargo, su tratamiento, transporte y distribución exige instalaciones complejas y costosas que implican crecientes costes en el servicio. A nivel nacional, este sector genera una actividad económica con gran responsabilidad social.

## Tendencia errónea

El precio promedio debe cubrir los costes del proceso, incluidos los de capital. La tendencia ya superada, de subvenciones con cargo a los presupuestos públicos, se ha demostrado errónea. El Banco Mundial dice a este respecto: «El medio más eficaz de fomentar un uso eficiente del agua es elevar las tarifas y cobrarlas. Como promedio, los hogares de los países en desarrollo, pagan solamente un 35% del coste del abastecimiento de agua. La inmensa mayoría de los residentes de los centros urbanos quieren suministro en el hogar y está dispuesta a pagar la totalidad de su coste. Sin embargo, en casi todos los países se ha dado por supuesto que la gente no puede permitirse pagar el coste total y, en consecuencia, se han usado los limitados fondos públicos para proporcionar un servicio deficiente a un número restringido de habitantes. Con ello se establece un círculo vicioso de servicio de mala calidad y escasa fiabilidad, y de poca disposición a pagar por él. Los pobres son los que más sufren en razón de esas mismas políticas que se supone habrían de ayudarlos. Puesto que están excluidos del sistema formal de suministro, por lo general, pagan por cada litro que compran a los vendedores de agua un precio diez veces superior que el coste que supone la misma cantidad de agua corriente».

Como consecuencia del incremento de los costes del proceso, los precios tenderán a subir los próximos años. Sin embargo, el peso sobre el presupuesto familiar en España (0,3%) es el más bajo de Europa, y lo seguirá siendo. Cuando se estudia la elasticidad de la demanda con el precio, se advierte que es muy baja en el entorno de los precios de hoy. Por otra parte, es necesario laminar los picos de la demanda: no pueden construirse infraestructuras muy costosas para que funcionen algunas horas al año.

En casi todos los abastecimientos se aplican tarifas binomias, con un cuota fija por disponer del servicio y otra variable que es función del consumo, diferenciado, además, éste por bloques de forma que se penalicen los consumos altos.

En la factura del agua, que tiene como base el agua servida y medida por contador, se recaudan alguna o todas las fases del ciclo, desde la captación hasta la colecta y depuración.

Tanto la Administración hidráulica responsable de la planificación, ordenación y concesión del recurso, como los servicios encargados de su gestión, tienen que asegurar las prestaciones deseadas en los plazos previstos y con los niveles de garantía predeterminados. Los planes hidrológicos recogen los planes y programas para ordenar el recurso a diez y veinte años. Las empresas y servicios de abastecimiento y saneamiento deben aplicar la tecnología disponible, los procesos y modelos de gestión adecuados, y así asegurar el nivel de servicio que la sociedad demanda.

# EL PLAN HIDROLOGICO NACIONAL, UNA INICIATIVA POLITICA DE RESPONSABILIDAD Y COHESION

FRANCISCO J. GIL GARCIA\*

**M**uy pocos países podrían compararse con España en su preocupación histórica por el agua. El clima y las características geográficas han llevado a todas las culturas de nuestro país a esforzarse en regular un bien escaso, indispensable para la vida y el desarrollo económico. Pero si esta preocupación se mantiene durante siglos, es precisamente en el siglo XX cuando aparece el intento de planificación. Bajo el impulso regeneracionista de Joaquín Costa, en 1902, se aprueba el «Plan General de Canales de Riego y Pantanos», conocido como el Plan Gasset. Las dificultades para su aplicación ordenada y sistemática conducen primero a la creación, en 1926, de las Confederaciones (Sindicales) Hidrográficas, y después, en 1933, a la aprobación del «Plan Nacional de Obras Hidráulicas», encargado por el Ministro Socialista Indalecio Prieto al Director General de Obras Hidráulicas, Manuel Lorenzo Pardo.

Los datos anteriores sirven para medir la trascendencia del Plan Hidrológico. No es una iniciativa que pueda aparecer o cambiar con cada legislatura. Su elaboración es costosa y su influencia perdura durante décadas.

Los dos planes anteriores (1902 y 1933) tenían como objetivos y criterios básicos la regulación de los recursos y la extensión del regadío, aunque el segundo incorporaba ya elementos de ordenación territorial, especialmente con el diseño del trasvase Tajo-Segura.

Las condiciones han cambiado mucho, y los objetivos del Plan Hidrológico en marcha ya no son combatir la carestía de alimentos, el hambre en suma, como ocurría en el primer tercio del siglo.

Este Plan es una iniciativa política, no sólo técnica, que busca una adecuada asignación del recurso agua y una mayor eficiencia en su utilización.

Plantear la asignación adecuada del agua como recurso escaso significa no considerar sólo cada cuenca aisladamente, sino combinar el Plan Nacional con los Planes de Cuenca, de forma que pueda corregirse el déficit actual, de 2,9 Km<sup>3</sup>. Es cierto que ésto requiere

---

\* Francisco J. Gil García es Director General de Calidad de las Aguas de la Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medioambiente, MOPT. Artículo publicado en Información de Medio Ambiente N° 12, Diciembre 1992.

transferencias de una a otra cuenca (nunca entre Comunidades Autónomas), pero reducir a ésto el Plan Hidrológico es cortedad de miras o demagogia.

Entre sus objetivos están el abastecimiento, la vigilancia y mejora de la calidad ambiental, la defensa contra las inundaciones, el regadío, las necesidades industriales y de refrigeración de centrales, la producción hidroeléctrica, etc.

El Plan Hidrológico no fija las políticas sectoriales, no dice cuál debe ser la política agrícola, o la energética, o la industrial, o la turística, pero las condiciona todas. Por ello, hay que entenderlo como una actuación política del Gobierno, que debe respetar todas las necesidades locales o regionales, pero debe también superar los localismos. El Plan Hidrológico requiere de toda responsabilidad política y, sobre todo, la primacía de los criterios de solidaridad y de cohesión.

La base legal aparece clara en la Ley de 1985 y en los criterios expresados por el Tribunal Constitucional sobre ella. Si es cierto, además, que en materia de infraestructuras hidráulicas se han transferido las competencias a todas las Comunidades Autónomas, salvo en el País Vasco, Ceuta y Melilla, también lo es que prácticamente ninguna Comunidad Autónoma invierte en obras hidráulicas de forma significativa.

Como cualquier otra política, ésta requiere también una Ley (en este caso, el Plan Hidrológico Nacional), una administración y una financiación. Y estos últimos aspectos requerirán algunas correcciones con respecto a la estructura actual. Las Confederaciones Hidrográficas necesitan modificar su régimen jurídico, convirtiéndose en entes públicos del artículo 6º de la Ley General Presupuestaria.

Para su financiación se prevé combinar una programación presupuestaria a largo plazo -se trata de un plan de 20 años- con una política tarifaria que implica el establecimiento de dos cánones que sustituyen en parte a los actuales: un canon por el uso del agua y un canon para regenerar la calidad del agua. Precisamente son los problemas de calidad del agua los que aparecen como un enfoque moderno, que implica ahorro de cantidad y conservación del Medio Ambiente, y por ello, requieren un desarrollo específico en el marco del Plan Hidrológico.

## LOS PLANES HIDROLOGICOS. LA GESTION DEL AGUA EN ESPAÑA\*

*El Plan Hidrológico Nacional, que está previsto sea presentado a las Cortes esta misma primavera, y los Planes Hidrológicos de Cuenca, que el Gobierno aprobará por esas mismas fechas, constituyen un elemento fundamental de la vigente Ley de Aguas, aprobada en 1985. No en vano contienen un conjunto de medidas destinadas a ordenar y gestionar la demanda de agua en España para los próximos veinte años. De ellos dependerá que se pueda proteger lo que queda de nuestros ríos, o que éstos sean definitivamente destruidos.*

**E**l objetivo final, si nos atenemos a las declaraciones oficiales, es conseguir un uso racional de los recursos hídricos de que disponemos. De ellos, el 80% son fluviales y el 20% hidrogeológicos. Suman un total de 114 kilómetros cúbicos, de los cuales aprovechamos el 47%. El déficit actual de estos recursos para usos consuntivos es de 2,9 kilómetros cúbicos al año, y dentro de dos décadas, será del 8,8% si no se produjera ningún incremento de la regulación, ni transferencias entre cuencas.

Estas son las cifras manejadas por los técnicos del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), encargados de elaborar el Plan Hidrológico Nacional, que consideran que un volumen importante de nuestros recursos hídricos -principalmente en las cuencas del Duero, Ebro y Tajo, así como en la Cornisa Cantábrica y en Andalucía Meridional- no están suficientemente regulados. Existirían, por otra parte, acuíferos sobreexplotados en Levante, La Mancha y Almería, que no pueden mantenerse indefinidamente en esta situación y, por el contrario, otros susceptibles de mayor aprovechamiento en el Duero, Ebro y la Cordillera Ibérica.

Otro tipo de problemas tendría su origen en el mal uso y abuso de los sistemas de recursos hídricos de grandes áreas de todo el país, que son causa de grandes impactos ambientales: ríos exhaustos, contaminación, zonas húmedas en regresión, desecación de vaguadas o márgenes y riberas invadidas.

Partiendo de este panorama, el Plan Hidrológico Nacional intenta establecer, al menos sobre el papel, medidas correctoras sobre el déficit y desequilibrio hídrico, la calidad del agua, la defensa contra las inundaciones, la protección del medio ambiente hidráulico, el aumento de los regadíos y la mejora de los ya existentes, la energía hidroeléctrica y la reposición y transformación de infraestructuras hidráulicas.

Entre las actuaciones previstas -que necesitarán una inversión superior a los tres billones de pesetas-, destaca la construcción de trasvases, embalses y encauzamientos, el establecimiento de precios realistas del agua, el control de la contaminación producida por los vertidos urbanos e industriales, la ordenación del dominio público hidráulico y la corrección de los impactos ambientales de las infraestructuras hidráulicas.

---

\* Este escrito es la introducción al Informe sobre Planes Hidrológicos, publicado por la Revista Quercus nº 84 de Febrero de 1993.

## «CUANTAS MENOS PRESAS SEAN NECESARIAS, MEJOR»

*El Ministro de Obras Públicas y Transportes, José Borrell, considera que el Plan Hidrológico Nacional no es un mero catálogo de embalses, sino un instrumento para regular los recursos hídricos disponibles en España. El propósito es construir las presas imprescindibles y, además, será necesario revisar a la baja la superficie de nuevos regadíos declarados de interés nacional. Esta entrevista, concedida en exclusiva a la revista Quercus, fue realizada el pasado 11 de enero por Rafael Serra y José Antonio Montero. Agradecemos a Benigno Varillas su autorización para reproducirla en nuestras páginas.*

**E**l ministerio que dirige José Borrell tiene entre sus cometidos articular la política hidráulica española y velar por la conservación del medio ambiente. Desde la perspectiva del ministro, ambos cometidos son complementarios y el Plan Hidrológico Nacional debe entenderse como una gran operación de Estado a largo plazo.

**Pregunta.** ¿Cuántos proyectos van a ponerse en marcha debido a la sequía y cuántos van a desestimarse por razones presupuestarias? Sin entrar a valorar otras consideraciones como, por ejemplo, las ambientales.

**Respuesta.** El Plan Hidrológico Nacional es un plan a veinte años y, por lo tanto, concebido con una cierta independencia de las consideraciones coyunturales, tanto desde el punto de vista de la sequía como de las dificultades presupuestarias. El problema del agua en España es de tipo estructural y sólo puede tener una respuesta estructural y, por lo tanto, en el medio y largo plazo. Regulaciones y trasvases se pueden seguir haciendo en los próximos tres años con el actual inventario de obras. Es más una gran operación de Estado para resolver un problema endémico que tiene que este país.

**P.** ¿Y no sería más fácil mejorar la gestión del recurso, reducir las pérdidas durante la distribución y fomentar el ahorro?

**R.** Sería un error creer que el Plan Hidrológico Nacional es un inventario de presas y que el objetivo es hacer cuantas más mejor. Al contrario, nos proponemos hacer cuantas menos mejor, porque tienen un coste económico muy elevado y porque tienen efectos secundarios negativos sobre el entorno natural. El ministerio no hace presas por capricho, sino porque es la forma imprescindible de garantizar los suministros. No se van a hacer todas las obras previstas en los proyectos de directrices, unas porque tendrán declaraciones de impacto ambiental negativas y serán sustituidas por otros proyectos menos agresivos. Y otras porque no serán necesarias si somos capaces de llevar a cabo una correcta política de ahorro. Una política de ahorro quiere decir, sobre todo, una política de precios. Es decir, sólo se ahorra aquello que tiene un coste que induce al ahorro. No hay una clara conciencia de que el agua es un bien escaso, económicamente costoso y que haríamos mejor construyendo menos presas y racionalizando el consumo. Quizá habría

que plantearse menos obras de regulación y más abandono de tierras agrícolas. Sería un buen negocio para el país, invertir menos en presas y subvencionar las cosechas que se dejarían de producir como consecuencia de un menor suministro de agua para regadío.

*P.* Sin embargo, según declaraciones del ministro de Agricultura, Pedro Solbes, hay comprometidos muchos miles de hectáreas de regadío declaradas de interés nacional.

*R.* Así es, pero esa previsión tendrá que ser revisada a la baja. En el contexto de la Política Agraria Comunitaria, de los niveles de producción y demanda de los productos agrícolas y de la disponibilidad de agua que hoy tenemos, muchas de estas declaraciones de interés general de regadíos tendrán que ser revisadas en una proporción importante. Tenemos previsto elevar una propuesta al Consejo Nacional del Agua en este sentido. Pero el abandono de tierras tiene también efectos ecológicos negativos, salvo que fuera sustituido por un programa de reforestación, algo que también prevé el Plan Hidrológico Nacional. Ahorraríamos, seguramente, muchas presas en las zonas descarnadas de las vertientes del Júcar y del Segura, zonas de alto riesgo de inundación si las cuencas estuvieran forestadas.

*P.* ¿Por qué no dirigen entonces su política en este sentido?

*R.* Porque las presas se construyen más rápido. Una presa es operativa en cuatro años, mientras que una reforestación efectiva tarda mucho más. Es la contradicción entre el corto y el medio plazo. Por eso, el Plan Hidrológico contempla la recuperación forestal de las cuencas de los ríos.

*P.* Sin embargo, con la Ley de Aguas en la mano, una vez satisfechas las necesidades de abastecimiento urbano, las consideraciones ambientales son prioritarias.

*R.* No hay que olvidar que, para garantizar caudales ecológicos en los ríos, hemos de hacer obras de regulación. El Plan Hidrológico tiene como segundo objetivo conservar las zonas húmedas, evitar la sobreexplotación de los acuíferos y asegurar un caudal mínimo a todos los cauces. El único remedio es la regulación. Hay embalses que han tenido un enorme efecto positivo porque garantizan un caudal ecológico permanente al cauce situado aguas abajo de la presa.

*P.* Pero, precisamente a causa de la irregularidad en las precipitaciones, los cauces y los humedales españoles son fluctuantes, y no se trataría tanto de mantener un aporte estable, como de conservar su dinámica peculiar.

*R.* Para asegurar que los ríos tengan capacidad de dilución de los efluentes, hay que garantizar caudales mínimos. Esos caudales mínimos no existen naturalmente, hay ríos que van secos durante una parte del año. Y no pasaría nada si no se produjeran vertidos. Pero es necesario que haya un flujo con una capacidad de dilución superior a la que se podría necesitar en ausencia de efectos inducidos por las poblaciones colindantes. Sin regulación en cabeceras, no es posible garantizar caudales ecológicos suficientes.

*P.* Pues la regulación del caudal ecológico es uno de los puntos menos explícitos de los planes hidrológicos de cuenca.

*R.* La verdad es que nunca ha habido en España un proceso de participación más largo y más intenso de todos los afectados en el diseño de una política pública. Ningún proceso es perfecto, pero estamos haciendo un gran esfuerzo para recoger las opiniones de todo el mundo.

*P.* Sin embargo, no está prevista la participación de ecologistas en el Consejo Nacional del Agua.

*R.* Tal vez porque en 1985, cuando se elaboró la Ley de Aguas, no había una sensibilidad tan importante como la que existe ocho años después. Pero la preocupación ecológica también se manifiesta a través de los representantes políticos. Parece como si hubiera un divorcio entre los ecologistas, que se ocupan de la ecología, y los electos del pueblo, que no se preocupan de ella.

*P.* Puestos a preocuparse, hay actuaciones previstas que tendrían un enorme impacto ambiental. Tal es el caso, por ejemplo, de la presa de Vidrieros, que afectaría a una zona osera.

*R.* El impacto ambiental de estas presas está siendo minuciosamente estudiado. La Dirección General de Política Ambiental tiene pendiente un informe valorando ese impacto y diciéndome si pueden o no pueden construirse estas obras. No hay nada decidido todavía. Es cierto que el impacto ambiental puede ser elevado, y no es menos cierto que el interés de estas obras de infraestructura es también muy considerable. Vidrieros, por ejemplo, es muy importante para garantizar el abastecimiento de agua a Palencia.

*P.* No obstante, Vd. se ha referido al despilfarro que supuso el embalse de Riaño.

*R.* Yo no dije que Riaño había sido un despilfarro, en absoluto. Lo que argumenté es que teníamos que ser muy coherentes y trabajar de forma muy coordinada en las distintas fases del ciclo hidráulico. Riaño todavía no ha regado ni una hectárea adicional de las previstas, ya que tenemos un atraso importante en las obras complementarias. Pero ha servido para consolidar los regadíos precarios, que no tenían garantizado el suministro.

*P.* Vd. ha insistido mucho en el trasvase de recursos de la España húmeda a la España seca. ¿No sería preferible fomentar sus respectivas potencialidades ambientales?

*R.* Eso supondría abandonar para el asentamiento urbano, la industria turística y la agricultura, zonas muy importantes del país.

*P.* Bueno, tal vez habría que buscar fórmulas de desarrollo acordes con su realidad.

*R.* Es muy difícil imaginar cuáles podrían ser. De hecho, estamos haciendo un gran trasvase, del que nadie habla, y que es el del Ebro al mar, un 30% de su flujo.

De lo que se trata es de reorientar esos flujos excedentarios en beneficio de otras zonas que los necesitan para su desarrollo económico. Hay que conseguir una distribución que, sin perjudicar a nadie, ni cambiando ningún ciclo natural, permitiese continuar con un proceso de desarrollo que beneficie al conjunto del país. Si por defensa del medio natural se entiende dejar las cosas como están, pues sí, estamos afectando al medio natural. Pero una cosa es afectar y otra es atentar. Hay afecciones que no constituyen atentados, hacen las cosas diferentes, pero no necesariamente peores. Decidir no hacer una presa y en su lugar reforestar la cuenca, supone para el responsable político enfrentarse a cuatro inundaciones catastróficas, hasta que la segunda solución llega a ser operativa. En cualquier caso, tendremos que diversificar más las políticas para recurrir a soluciones blandas allá donde sea posible. Prefiero que haya menos superficie regable y menos parajes naturales inundados. No inundaré ningún valle que no sea imprescindible para atender a requerimientos inaplazables.

# **FUNDICOT**

## **ASOCIACION INTERPROFESIONAL DE ORDENACION DEL TERRITORIO**

FUNDICOT es una Asociación que reúne a profesores, licenciados y técnicos superiores que han participado en el Curso de Postgrado de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente, que se desarrolla desde el año 1975. Asimismo, la participación está abierta a todos los profesionales con experiencia laboral y académica en Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Urbanismo. Sus objetivos institucionales son los siguientes:

- Agrupar a los participantes y diplomados de los Cursos de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente y de otras actividades impartidas por la Asociación.
- Promover y desarrollar acciones que fomenten la preocupación institucional y social por la Ordenación del Territorio, a fin de alcanzar una mayor equidad y calidad de vida entre las distintas comunidades autónomas españolas.
- Brindar asistencia técnica; promover la cooperación internacional; y colaborar en la formación profesional de técnicos europeos e iberoamericanos.
- Posibilitar la formación permanente de los miembros de la Asociación; divulgar sus actividades e investigaciones y organizar cursos, seminarios y jornadas con el fin de intercambiar experiencias y conocimientos.
- Representar a sus miembros ante las instituciones y asociaciones nacionales e internacionales relacionadas con la Ordenación del Territorio.

**FUNDICOT**

Gral. Arrando, Nº 38 - 28010 MADRID - Tfno. y Fax: (91) 308.50.29

# ZEALAND. LA BATALLA POR CADA METRO CUADRADO DE TIERRA

ROMAIN ADRIAANSENS Y PETER WOLF\*

*Este artículo sintetiza un caso de estudio presentado en el XXVIII Congreso de la Asociación Internacional de Urbanistas (Córdoba, Octubre de 1992). Los diferentes proyectos sectoriales que están en proceso de ejecución en la provincia de Zealand (Holanda), buscan superar los muchos problemas generados por la sedimentación fluvial y las inundaciones que se desencadenan en el delta de los ríos Rin, Mosa y Scheldt.*

## 1. Introducción

**Z**ealand es una de las doce provincias que componen Holanda; Zealand es mar y tierra, tierra y mar, el delta de los ríos Rin, Mosa y Scheldt. La creación de esta región ha estado marcada por la interminable lucha que sostiene el hombre con el agua.

Para una aproximación estimada, la tierra perdida en las inundaciones desencadenadas desde el año 1200, cubrieron unas 500.000 hectáreas; pero durante el mismo período se han ganado cerca de 550.000 hectáreas. El resultado es una nueva lectura topográfica; una excitante historia de guerra y paz, pero dirigida hacia la sostenida perseverancia de ganar tierras al mar después de cada inundación.

Los planes de construcción, ejecutados desde los años 30, mejoran las barreras marinas; pero fué necesaria la desastrosa inundación del año 1953 para dar inicio al programa actualmente en vigencia. En dicho año, una violenta tormenta asoló el país, rompiendo los diques e inundando unas 130.000 hectáreas, 1.800 personas perecieron ahogadas y se perdieron unas 50.000 cabezas de ganado. Tres semanas más tarde, se creó la Comisión del Delta que, después de un año de estudios, propuso cerrar los estuarios. Esta actuación dará inicio a una de las metamorfosis territoriales más significativas de Zealand.

## 2. Implementación de Planes

Las islas de la provincia de Zealand son principalmente agrícolas, con algún comercio de jardinería. Ellas tienen grandes dificultades de crecimiento y su población registra un franco descenso. En otro tiempo, hubo alguna actividad industrial, pero solamente la actividad pesquera mantuvo una cierta importancia. Ciertas labores agrícolas han sido llevadas fuera, y la infraestructura ha sido de carácter prácticamente igual, de este a oeste.

---

\* Romain Adriaansens y Peter Wolf son Ingenieros de la Agencia Provincial de Planificación de ZEALAND (Holanda). Artículo publicado en versión original en Cases Studies, XXVIII Congreso de la AIU.

Inicialmente, los planes para proteger las islas sólo estiman el cerramiento de los estuarios. Mas, existe el peligro de que el agua de los estuarios podría disminuir su salinidad; sin embargo y frente a esta situación, allí podrían ser imaginadas posibles actividades recreativas, especialmente aquellas relacionadas con los deportes náuticos. Sólo el brazo occidental del río Scheldt podría abrirse para permitir el acceso al puerto belga de Amberes. Este trabajo ya ha sido iniciado, abarcando tanto pequeños como grandes proyectos de ingeniería. En primer lugar, las islas del norte y del sur de Reveland y Walcheren han sido conectadas; la represa del Vire, terminada en 1960, presenta excelentes condiciones para el desarrollo de los deportes náuticos.

En ese momento, la atención fue dirigida hacia el sector norte del proyecto. Grevelingendam y Brouwersdam fueron construidas, cerrando el lago Grevelingen. En el interín, se han producido ciertos cambios de percepción. En primer lugar, ha sido abandonado el modelo de actuación basado en la creación de barreras de seguridad y en los cambios de agua salada dentro del agua dulce; pero, por ahora, es evidente que no sólo la tierra, sino también el agua, debe ser objeto de planeamiento. Agua dulce, salobre y agua salada integran un complejo sistema de alto valor ecológico. Cuando fue definida que la calidad del agua de Grevelingen debía ser recuperada, se decide mantener su salinidad. La protección del medio natural fue considerada con la misma importancia que los equipamientos recreativos.

El tercer proyecto consistió en la construcción de la presa de Haringvliet. Estaba basado en la rápida pérdida de salinidad del Haringvliet a causa de la entrada de agua dulce desde el río Mosa. Las protestas públicas por tal motivo fueron abundantes. Los pescadores y los sectores ecologistas unieron fuerzas, demandando que el brazo oriental del Scheldt permaneciese abierto, en salvaguardia de la industria local y del medio ambiente. La elección que fue hecha era, en igual medida, simple y expansiva: construir una serie de compartimentos en el extremo del estuario y, mirando al mar, construir un sistema de barreras que puedan actuar cerrando el estuario cuando las condiciones climáticas son peligrosas. El sistema marino preservaría sus características de oleaje y salinidad, y la pesca y el medio natural quedarían protegidos.

Entre tanto, las obras públicas del Delta han sido terminadas a un costo de 11 mil millones de florines. Por ahora, queda pendiente la generación de una nueva situación que permita la reactivación de la provincia. Las respuestas están dadas y actualmente se están formulando un buen número de proyectos.

### **3. Delta Medio**

La parte central del territorio del Delta -Delta medio- es un oasis de paz y un vasto espacio abierto. Estas cualidades están en contraste con la acelerada urbanización de la zona circundante. Los valores naturales del Grevelingen están protegidos y la parte oriental del Scheldt ha sido designada «área húmeda», bajo la Convención Ramsar. Allí no debe haber un desarrollo urbano ni las carreteras se transformarán en autopistas, aunque ahora la

infraestructura ha cambiado de norte a sur. La conexión principal entre Rotterdam y Amberes está en construcción en tierra firme, haciendo una curva alrededor de este área.

#### **4. Zonas Urbanas**

La zona urbana de Flushing-Middelburg, con sus áreas industriales «The Slóe» (cerca de 2.300 hectáreas, tres cuartas partes ya vendidas), y la antigua área industrial del Canal entre Ghent y Termenzen, son las principales zonas urbanas de la provincia de Zeeland.

En la actualidad, dos desarrollos tienen la mayor prioridad:

- a) Construcción de un enlace fijo a través del brazo occidental del Scheldt para reemplazar la inadecuada conexión mediante ferry-boat. Con su localización ya decidida, se espera que para fines de 1992 las fundaciones estén ya instaladas para continuar con las fases siguientes del proyecto, puesto en funcionamiento a fines del presente siglo.
- b) Remodelación de la zona urbana del canal, donde el conflicto entre la industrialización y la urbanización se ha agudizado. La rehabilitación de algunos barrios y la elaboración de normas de usos del suelo, abrirán nuevas posibilidades para la expansión del área.

#### **5. Equipamiento Turístico**

El límite superior de las islas tiene su propio desarrollo, principalmente turístico (la más reciente estadística da para Zeeland aproximadamente 15 millones de pernoctaciones anuales, y proporciona empleo para unas 10.000 personas, de una población total de 360.000 habitantes). En el presente, los esfuerzos están dirigidos a coordinar y optimizar la existencia de sus equipamientos turísticos, protegiendo el medio natural. El proyecto denominado «Zeeland Boulevard» está próximo a alcanzar su desarrollo pleno.

#### **6. En permanente cambio**

Y la naturaleza sigue proporcionando sorpresas. Los cambios del borde costero, como resultado de la rápida formación de bancos de arena, pueden generar pequeñas islas y unir el borde de las islas del norte del mar de Wadden. Es evidente que la formación de este delta secundario ofrecería una amplia suerte de nuevas opciones. Por ahora, una política de usos del suelo está aplicándose para proteger el potencial de los valores naturales de la zona. Traducción JFS.

# CIUDADES Y AGUA

JAVIER ECHENAGUSIA\*

**P**ara Ibn Abi Zar «una ciudad debe reunir las cinco condiciones siguientes: agua corriente, tierras fértiles para la siembra, un bosque cercano que proporcione leña, murallas sólidas, y un jefe que mantenga la paz y la seguridad de los caminos». Y de todas ellas, es el agua la más primordial, fertilizando la tierra y haciendo posible el bosque.

Todas las grandes civilizaciones surgen al amparo de algún gran cauce o a orillas del mar. Nínive en el Tigris, Babilonia en el Eúfrates, Tartessos en el Guadalquivir. El Nilo es a Egipto, lo que el Ganges a la India, o el Gran Río Amarillo a China. La civilización azteca no dudó en asentar Tenochtitlan sobre las aguas del Texcoco, desecando el lago y reinventándolo después. Las culturas de la América norteña tienen en la gran cuenca del Mississipi su mejor referente histórico. El Mediterráneo acunó en sus riberas cultura tras cultura, que lucieron ciudades emblemáticas: Knosos, Atenas, Tiro, Sidón, Biblos, Cartago, Alejandría, Roma ...

Hay distintas formas de relacionarse. Venecia, como Amsterdam, son ciudades de agua entera. Lisboa, Londres, Nueva York o Buenos Aires, de dos aguas, una atlántica y otra con denominación de Tajo, Támesis, Hudson o Plata. Barcelona, Génova, San Francisco, Sidney o Sanghai son de mar a secas. Singapur o Hong Kong han hecho del mar su razón de ser. A París, Sevilla o Hamburgo les llega puntual su rumor a través del Sena, el Guadalquivir o el Rin. Viena, Praga, Budapest, Moscú, Pekín o Nueva Delhi se ordenan al hilo de grandes cauces fluviales, llámense Danubio, Volga, Amarillo o Ganges.

Casi siempre el agua como determinante, que si primero cuenta como factor de asentamiento urbano, a renglón seguido lo es de comunicación. Las ciudades están ligadas a las rutas. Su sabia es el intercambio, el mestizaje de cosas, gentes y culturas. Su pálpito los ritos de la llegada o la partida de caravanas y flotas. Cuanto más dilatado el horizonte, mejor.

## Madrid Oasis

«Fui sobre aguas construida, mis muros de fuego son». Madrid, avanzadilla del moro en previsión del cristiano, se alzó sobre una atalaya atenta a dos cosas: defenderse y subsistir. Ni siquiera soñaba entonces con que el acierto o el capricho de un monarca habría de convertirla en metrópoli de un imperio a la vez ultramarino y continental.

---

\* Javier Echenagusía es periodista y director de la Revista Alfoz. Este escrito reúne tres artículos publicados en la Revista M.D. Madrid N° 1, Noviembre de 1990.

Lejos del mar y huérfana de río con suficiente prosapia, Madrid ha reinventado el agua sacándola de sus entrañas, aprovechando al máximo cauces ocultos, ríos menores, arroyos y regatos. Se nota en esto la impronta árabe, esa cultura del mínimo, capaz de mantener ciudades en el desierto, en las que siempre acompaña el sonido del agua discurriendo por cauces inventados. La ausencia agudiza el ingenio, enseñando a mimarla sabiéndola un bien escaso y frágil.

En la implacable meseta interior Madrid se viste de oasis. Lo es, de forma natural, en las estribaciones de la sierra. Y no sería raro que Felipe II la escogiera más por ésto que por otras razones, que no debía ser fácil elegir un emplazamiento placentero para El Escorial, a medio camino entre Flandes y la flota de Indias, atento por igual a lo que sucedía en Portugal y en el Reino de Aragón.

Pero hay mucho más de oasis en este Madrid. La propia ciudad se precia, con razón, de ser una de las metrópolis con más parques urbanos del planeta. En tiempos, y aunque ahora sea más historia que presente, la finura de sus aguas era celebrada por viajeros y paisanos. Se ha sido capaz de resucitar un río moribundo para, en el futuro, convertirlo en parque fluvial.

Y aún está ese otro oasis que toma cuerpo en algunas ciudades debidamente fronterizas y zarandeadas por la historia. Es el que se alimenta de la tolerancia, el hacer del extraño un vecino y la ausencia absoluta de prejuicios. Nadie es forastero en Madrid, se ha dicho siempre, y lo repiten una y otra vez los hagiógrafos de la Villa y Corte. En esto también el oasis ha vencido al desierto.

### **Manzanares, de aprendiz a río inventado**

Decía Angel Fernández de los Ríos, en el siglo pasado, que lo único que el Manzanares traía a Madrid eran epigramas. Y por cierto que de buena pluma, pues desde Quevedo y Lope de Vega hasta Dumas, todos han tenido por necesario zaherir en uno u otro costado al achacoso y magro Manzanares. La fortuna escrita de este río infortunado tan sólo alcanzó cierto tono épico merced a aquella noticia publicada en *El Monitor*, según la cual los invictos soldados de Napoleón habrían cruzado el Manzanares con el sable entre los dientes, se supone que para preservar el armamento de los dañinos efectos del polvo. Incluso en la última, y ya cada vez más lejana guerra incivil, Madrid no se defendió en su río, como mandan los canones, sino en los pabellones de la Ciudad Universitaria.

El agua del Manzanares, por lo escasa, ha vertido tanta tinta como cualquier otro río capitalino de mayor envergadura y traza. Los ajenos por su sorpresa de allegarse a una capital renombrada y no tropezarse con un caudal de agua suficiente. Los propios por cubrir sus vergüenzas por medio de la chanza. Apostaríamos a que si Aristóteles hubiera sido ribereño de este arroyo de apellido enorme, nunca le hubiera quitado el sueño el enojoso problema de por qué razón, si todos los ríos vierten al mar, éste no sube constantemente de nivel.

La cuestión ahora no es el agua que trae el río, sino la que se lleva una vez superada la ciudad. Y en este punto habría que decir que estamos ante el río más cosmopolita del universo. Visto así, el Manzanares es, sobre todo, una metáfora urbana. Tan sólo hay que atenerse a los datos: el 80% de su caudal proviene de los vertidos que, convenientemente depurados, arroja la ciudad. Allí conviven los orines y las deposiciones de gentes llegadas de todo el planeta. Dá lo mismo que implacables depuradoras las rehabiliten tras ser hermanadas por los colectores. El caso es que los principales afluentes de este Manzanares camuflado tienen todos un origen común, la gigantesca vejiga urbana que todo confunde y mezcla. Mayor ecumenismo no cabe.

Los nuevos tiempos han terminado por enlazar con la vieja cultura árabe del agua mínima. Se trataba de tener un río con aspecto de tal, no una cloaca a cielo abierto. No importa que para ello el hecho sea totalmente artificial, de forma que los ingenieros han debido ingeniárselas para procurar refugios prefabricados a las carpas que últimamente allí habitan. O que, a efectos prácticos, este Manzanares urbano sea una sucesión ininterrumpida de represas, en realidad una hilera de estanques fluviales. Hay fauna, cierto, pero se trata de auténticos mutantes que durante largos meses son bombardeados por todo tipo de gérmenes, hasta que prueban la debida resistencia al medio. En este sentido, y sólo en éste, son auténticamente madrileños. Pero como todo es, al fin, la imagen que proyecta, el Manzanares tiene patos y peces, y los otros madrileños lo toman como una palpable muestra de que lo que ayer fue sucio, hoy es limpio, y a las pruebas se remiten.

Hubo un tiempo en que se pensó en hacerlo navegable. Fueron varios los intentos. El primero con Felipe II, y el segundo y último con Carlos III, incluso se llegaron a realizar algunas obras. En tiempos de Felipe II fue el ingeniero Antonelli quien propuso al adusto monarca unir Madrid con Lisboa a través de un canal que enlazara el Manzanares con el Tajo a través del Jarama. Casi dos siglos más tarde el proyecto volvería a cobrar carne de papel por obra de los hermanos Brunemberg. A la vista está que nunca se llevó a efecto la utopía, por más que en algún grabado aparezca tan robusto como el Danubio, con embarcaciones de cierto porte surcando sus aguas.

La distancia entre la vieja atalaya defensiva madrileña y el Manzanares privó a éste de maravillas de la ingeniería hidráulica árabe como aquella albolafia del Guadalquivir, que surtía de agua al Alcázar real, ingenio que por cierto, fue demolido debido a que el ruido que producía le causaba un malestar insoportable a la Católica. Pero a falta de ingenios hidráulicos, nuestro Manzanares luce puentes sobre el lomo. Y vaya puentes, ya lo decía Tirso de Molina:

«Y aunque un arroyo sin brío  
os lava el pie diligente  
tenéis una hermosa puente  
con esperanzas de río»

Cuando la realidad resulta canija, siempre queda la imaginación. Pocos ríos habrá tan vestidos en su escaso caminar urbano, repleto de presas y represas, con graciosos y anacrónicos chapiteles herrerianos coronando sus compuertas. Y ya dejó de ser navegable en calesa y a caballo, pudiendo serlo en piragua. Este Manzanares modesto y apañado, suplantador de otros caudales más recios, guarda sólo crimen en su conciencia: le ha impedido a Madrid, su dueña y señora, coronar su vocación cosmopolita con un auténtico barrio chino.

## ALGUNAS REFERENCIAS RECIENTES SOBRE EL TEMA (Publicaciones Periódicas)

1. Diario El País:
  - Temas de Nuestra Epoca N° 139 (12.07.1990), *España seca, España húmeda.*
  - Temas de Nuestra Epoca N° 144 (16.08.1990), *Alta Mar.*
  - Temas de Nuestra Epoca N° 190 (04.07.1991), *El Mediterráneo.*
  - Temas de Nuestra Epoca N° 238 (11.06.1992), *La lucha por el agua.*
2. Revista Ciudad y Territorio, N° 88 (Primavera 1991), *Número monográfico sobre el agua.*
3. Revista Conocer, N° 121 (02.1993), *Edición Especial Sequía.*
4. Revista Ingeniería Civil, N° 82 (12.1992), *XXIV Congreso Internacional de la IAHC.*
5. Revista M.D. Madrid, N° 1 (11.1990), *Número monográfico sobre el agua.*
6. Revista Quercus, N° 84 (02.1993), *Informe: Los Planes Hidrológicos y Gestión del Agua en España.*

# **CURSO TEORICO-PRACTICO DE ACTUALIZACION EN LEGISLACION Y DERECHO AMBIENTAL**

**19 al 30 de abril de 1993  
(17 a 20,30 horas)**

---

## **ORGANIZA:**

**FUNDICOT**

Asociación Interprofesional  
de Ordenación del Territorio,  
en Convancio con la Universidad  
Politécnica de Valencia

## **COLABORA:**

**A.I.D.A.**

Asociación Iberoamericana  
de Derecho Ambiental

## **INFORMACION GENERAL:**

**Plazo de pre-inscripción:**

**hasta el 15 de marzo de 1993**

**Plazo formalización inscripción:**

**hasta el 16 de abril de 1993**

**Lugar de celebración:**

**Madrid**

**Plazas: 40 alumnos**

**Horas lectivas: 30 horas**

**Coste de matrícula: 75.000 ptas.**

**Alumnos XVIII COT: 50.000 ptas.**

**Socios FUNDICOT y AIDA: 10% Descuento**

**Diploma:**

**TITULO PROPIO DE LA U.P.V.**

**Dirección académica:**

**Silvia Jaquenod de Zsögön**

**Secretaría:**

**FUNDICOT: c/General Arrando, 38**

**28010 Madrid**

**Tel. y Fax: (91) 308-50-29**

---

# CUADERNOS

## DE ORDENACION DEL TERRITORIO

SEGUNDA EPOCA Nº 2

INVIERNO 1993

### MADRID

2

PRESENTACION

3

PLANIFICACION Y GESTION DE CAUCES FLUVIALES  
DOMINGO GOMEZ OREA Y TERESA VILLARINO

11

LA REGULACION DE LOS CAUDALES MINIMOS O CAUDALES DE RESERVA  
RAOUL SERVET Y FRANCISCO RIVERA

15

LA TELEDETECCION COMO TECNICA DE DIAGNOSTICO  
DE GRANDES MASAS DE AGUA  
JOSE LUIS MIRALLES

19

SOLUCIONES ESTRUCTURALES EN LA PREVENCION DE INUNDACIONES  
FELIX PRIMO SAIZ

31

DESASTRES NATURALES (II): LA FURIA DEL AGUA  
SILVIA JAQUENOD

37

LLOVERA ¿Y DESPUES?  
TERESA VILLARINO

43

LA GESTION DE LOS GRANDES SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
ROQUE GISTAU

47

EL PLAN HIDROLOGICO NACIONAL  
FRANCISCO J. GIL GARCIA

49

LOS PLANES HIDROLOGICOS: LA GESTION DEL AGUA EN ESPAÑA  
JOSE ANTONIO MONTERO Y RAFAEL SERRA

54

ZEALAND: LA BATALLA POR CADA METRO CUADRADO DE TIERRA  
ROMAIN ADRIANSENS

57

CIUDADES Y AGUA  
JAVIER ECHENAGUSIA

### FUNDICOT