

# El subsector hidráulico (\*)

Por FRANCISCO BENJUMEA HEREDIA

Ingeniero de Caminos, C. y P.

*El propósito de este artículo es animar a la gente joven por un tema, que habiendo sido hasta hace poco apasionante, ha ido perdiendo actualidad, vengo a defender a mi amigo "el río". Pero no en el sentido bucólico, que bien se lo merece, sino en el que afecta a su salud, que en definitiva supone la de la Humanidad.*

Mucho se está hablando ahora de esa gran epidemia que tantos estragos está ocasionando a los cursos fluviales y a los mares, la contaminación; pero está menos de moda la preocupación

por el cuidado de su medio ambiente, del terreno que atraviesa, del uso que de él se hace.

El río puede y desea servir a todos, pero se siente impotente ante el abuso de poder que unos

y otros lo sometemos, nos pide que nos pongamos de acuerdo, que no seamos exclusivistas, que cediendo todos un poco y teniendo presente su modo de ser y actuar, seremos todos atendidos.

Y con este preámbulo, que les ruego me disculpen, empiezo a formular la idea, para mí fundamental, de que los saltos de agua en sistemas debidamente coordinados y regulados, así como las instalaciones que tienen por base la generación y consumo de energía por desplazamientos del agua entre embalses, constituyen las instalaciones más eficientes, pudiera

(\*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta Revista, hasta el 31 de mayo de 1979.

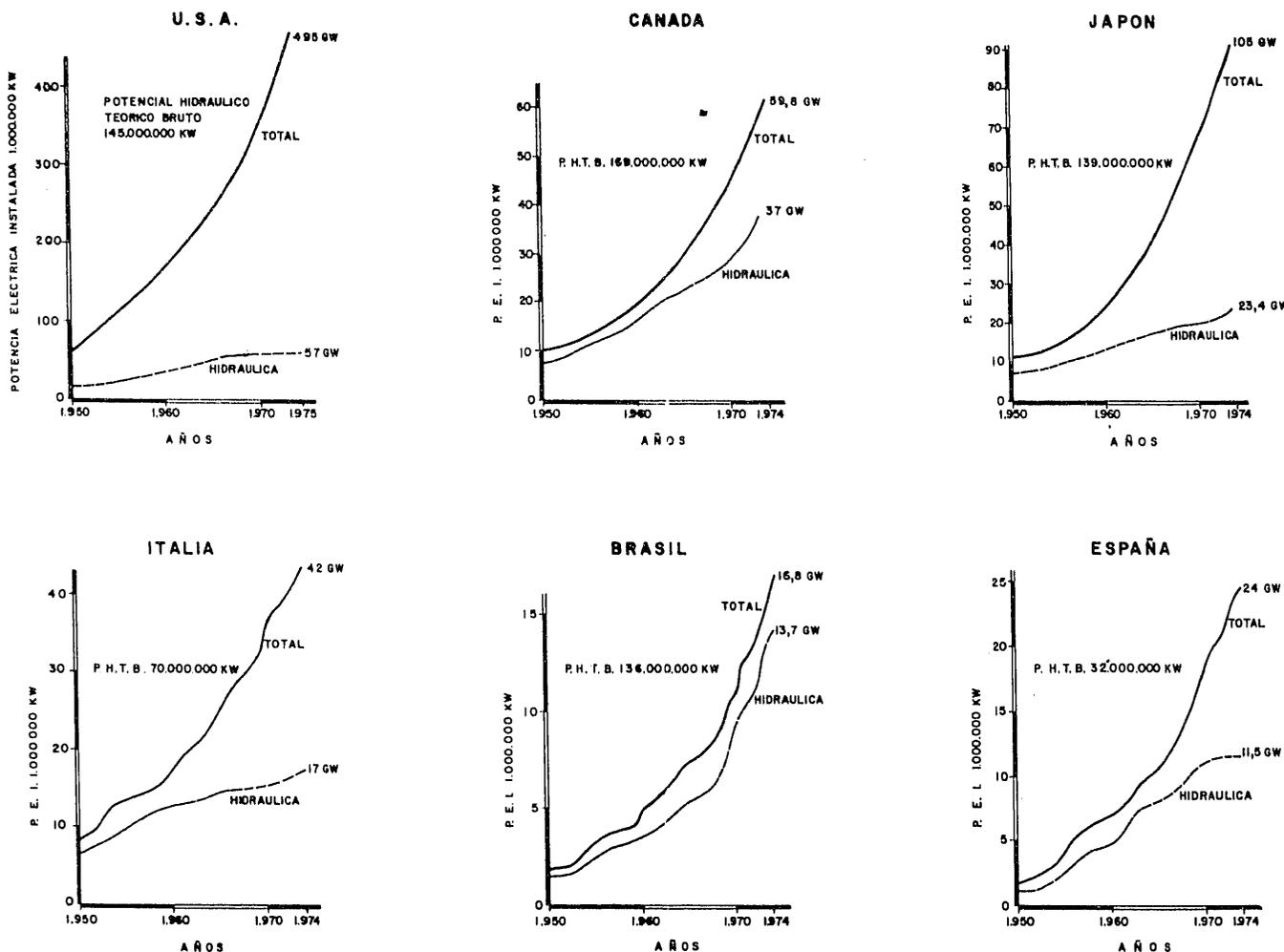


Fig. 1.—Potencia de generación eléctrica.

# EL SUBSECTOR HIDRAULICO

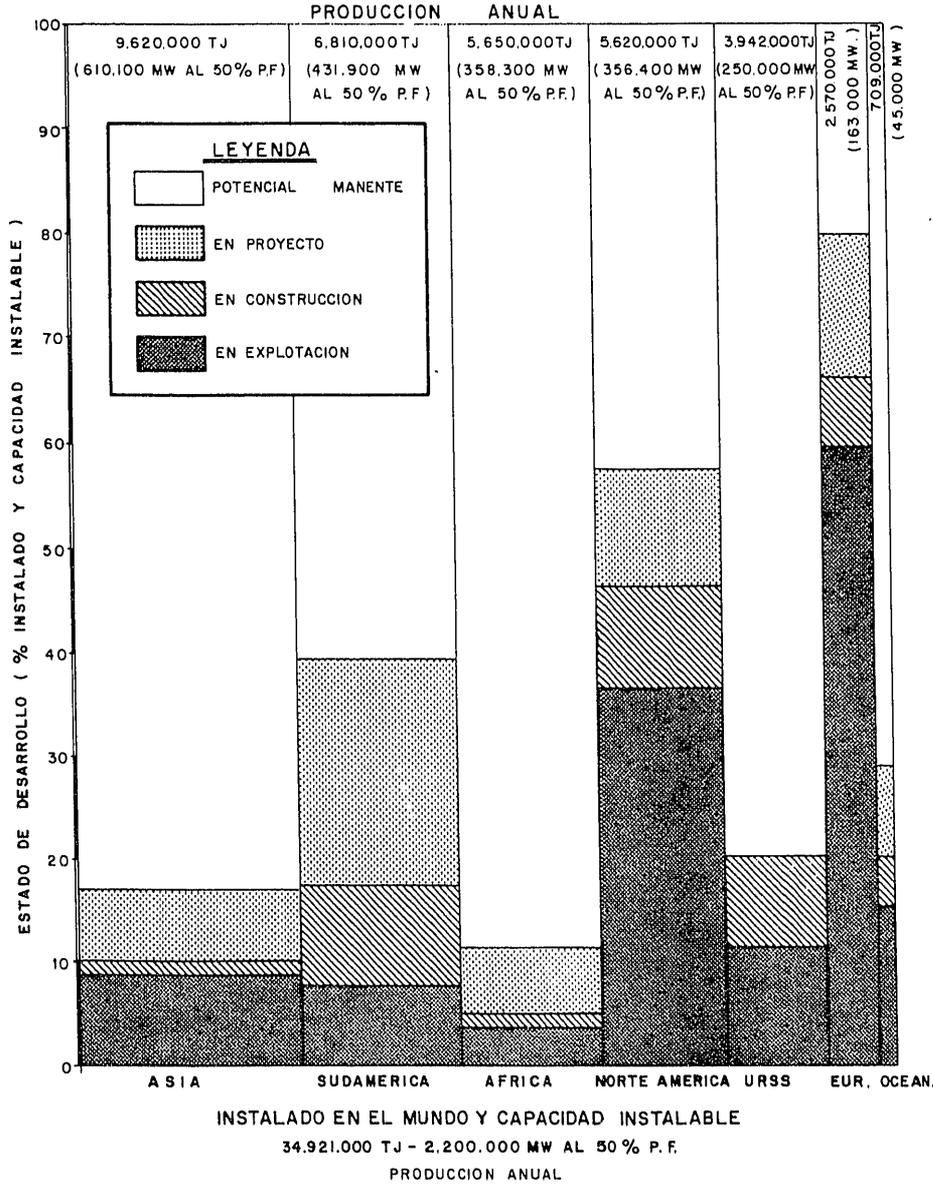


Fig. 2.—Reservas hidráulicas mundiales.

## 1. La utilización de la energía hidráulica e inventarios de sus recursos.

A escala mundial tomo la siguiente información de un trabajo presentado por el doctor L. Armstrong, de U.S.A., en el Congreso Mundial de la Energía celebrado en setiembre de 1977 en Estambul: La producción hidráulica mundial representa el 23 por 100 de la generación total de electricidad; en los gráficos de la figura 1 se representan las producciones hidráulicas y totales en diversos países en el período 1940-1975 y, salvo en Brasil con extraordinarias posibilidades, se aprecia una disminución del crecimiento a finales de los años 60, para empezar a recuperarse al término del período considerado, quedando España como el país más rezagado; y en la figura 2 aparecen

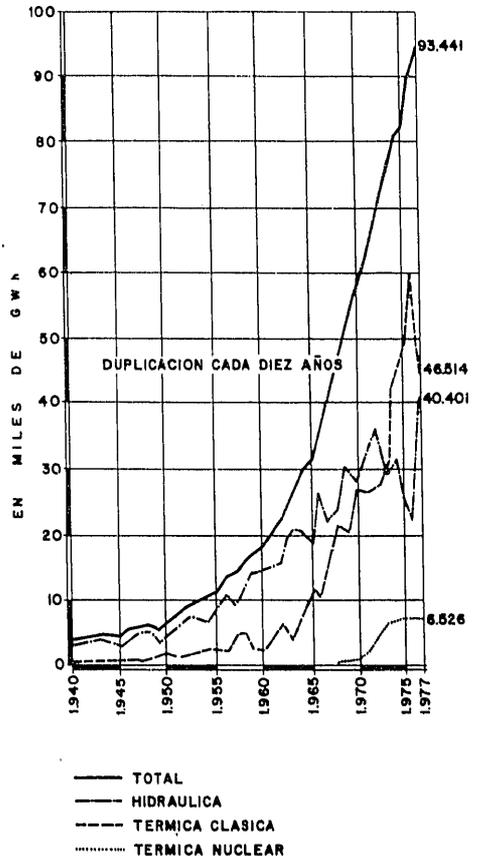


Fig. 3.—Producción anual de energía eléctrica en el período 1940-1977 (total de España).

decirse indispensables, para prestar un buen servicio eléctrico.

En los sistemas clásicos, o sea, en los saltos establecidos en el curso de los ríos, esto se consigue generando electricidad; en cambio, en las soluciones de bombeo se consume. La elección entre unos y otros es un problema económico y dependerá del coste de las instalaciones y del valor de la energía de otra procedencia que se utilice en el bombeo, pudiendo también influir la falta de infra-

estructura de nuestros ríos, así como las normas adecuadas sobre los usos múltiples del agua.

Otra idea que creo debe quedar clara es que no se precisan ríos caudalosos para poder disponer de sistemas hidroeléctricos capaces de proporcionar potencias importantes para utilizar en casos de emergencia, problema cada día más grave por los trastornos que ocasionan los cortes en el suministro y las dificultades para su reposición en las centrales térmicas y más en las nucleares.

los recursos mundiales, destacando su importante utilización en Europa y en segundo lugar en U.S.A., así como lo mucho que queda por aprovechar en otros continentes y los grandes planes de Sudamérica.

En cuanto a España, en la figura 3 se indican las producciones hidráulica, térmica y nuclear entre los años 1940 y 1977, apreciándose que la primera ha sido superior hasta el año 1973, pero a partir de dicha fecha pierde su preponderancia, al principio por tratarse de años secos, pero continúa incluso en el año 1977, que fue lluvioso.

Respecto al potencial hidroeléctrico español considero que no existe un estudio serio sobre el que poder apoyarnos, ya que la publicación de la Jefatura de Servicios Eléctricos de Obras Públicas, cuya última edición es de 1976, con datos hasta 1973, sólo da la estadística de los saltos que están en explotación, construcción o tienen solicitada su concesión sin diferenciar los convencionales de los de bombeo, señalando que la producción alcanzable en año medio sería de 66.658 GWh, lo que se aproxima al doble de la producción de 1977 con lluvias medias, que hubiera sido de 35.400 GWh. Teóricamente la producción po-

sible debería ser superior a la inventariada, pues algún tramo de río no habrá sido solicitado, pero tampoco puede afirmarse que todos los proyectos registrados pueden realizarse, ya que en muchos casos estas peticiones se tramitaban sin un estudio serio. En otro lugar se dice que el potencial hidroeléctrico bruto es de 192.000 GWh y que el grupo de trabajo de Recursos Hidroeléctricos del IV Plan de Desarrollo estimó el técnicamente explotable en 77.000 GWh que representa el 47 por 100 de aquél.

## 2. Instalaciones para la regulación de cargas y de reserva de potencia.

Como en un futuro previsible la mayor parte de la producción eléctrica se obtendrá de las centrales nucleares, que tienen poca flexibilidad en su funcionamiento y es compleja su puesta en marcha, se precisan instalaciones complementarias que suplan esas deficiencias, siendo todavía más necesarias con otras nuevas fuentes de energía y refiriéndonos concretamente a la solar, que es la que parece tener mayor interés en nuestro país, a continuación transcribo parte de las declaraciones de

don Juan Tembury, director del Centro de Estudios de la Energía: "En el caso de plantas como Almería, destinadas a producir energía eléctrica no hace falta almacenar la energía que se produce, porque para eso están los embalses".

"Cuando tenemos un exceso "X" de energía solar, lo que hacemos es utilizarla como sustituto de la hidráulica, dejando esta última para el tiempo nublado o las noches, en que la energía solar no puede funcionar".

Para que los saltos de agua puedan cumplir con eficacia las funciones de regulación diaria y semanal, así como atender a las variaciones instantáneas de potencia y actuar como reserva para casos de emergencia, es necesario construirlos en sistemas coordinados utilizando los tramos de ríos comprendidos entre los embalses superiores que regulen los caudales y los inferiores o de cola que permitan adecuar sus desagües a las demandas de los riegos. La disposición expuesta se aclara en la figura 4, en la que se representa a la izquierda un esquema hipotético de un río con la disposición antes indicada y a la derecha los gráficos representativos del régimen de caudales de cada tramo también imaginario, y referido a medias semanales el central.

Con esta disposición, siempre que los saltos queden solapados, no tengan canales y si hubiera alguna discontinuidad el embalse correspondiente al salto inmediatamente siguiente cuente con suficiente capacidad para suplir el caudal que demanden las turbinas mientras llega el agua procedente del salto anterior, se pueden prestar indistintamente los servicios de que venimos tratando, variando según los casos el régimen de explotación y las características de la maquinaria. Así, para la regulación de cargas, como las variaciones están prácticamente

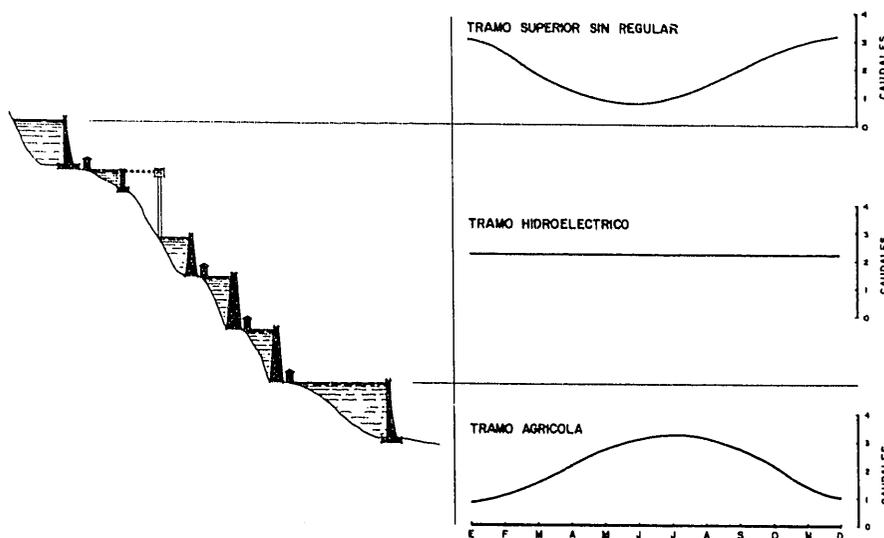


Fig. 4.—Perfil longitudinal de un río con sus diferentes aprovechamientos.

## EL SUBSECTOR HIDRAULICO

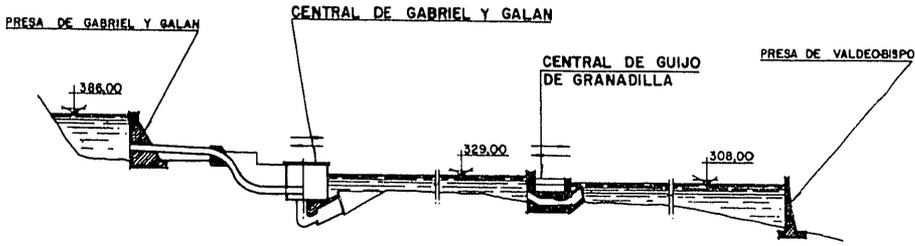


Fig. 5.—Sistema hidroeléctrico del río Alagón entre los embalses de Gabriel y Galán y Valdeobispo.

programadas, los grupos pueden irse conectando y saliendo de servicio de forma que trabajen prácticamente con la potencia correspondiente a su máximo rendimiento y con la holgura que aconseje las variaciones instantáneas de la carga; pero en cambio, para actuar como

potencia de reserva es preciso que los grupos estén acoplados a la red trabajando con la menor carga compatible con un rendimiento aceptable, de forma que inmediatamente puedan alcanzar la potencia máxima. Por ello, en este segundo caso conviene la instalación de turbinas

con una curva de rendimiento muy aplanado (normalmente Kaplan) y sacrificar el rendimiento a plena carga, dado el escaso tiempo de funcionamiento a este régimen.

Con este esquema pudiera, también, invertirse el sentido de la corriente, instalando grupos reversibles, absorbiendo energía en las horas de valle para restituir el agua al embalse superior y conseguir más producción en las horas de punta. Esta es la solución adoptada por Hidroeléctrica Española en el tramo del río Alagón, comprendido entre los embalses de Gabriel y Galán y Valdeobispo (donde se deriva para los riegos), que se representa en la figura 5, mereciendo destacar el importante

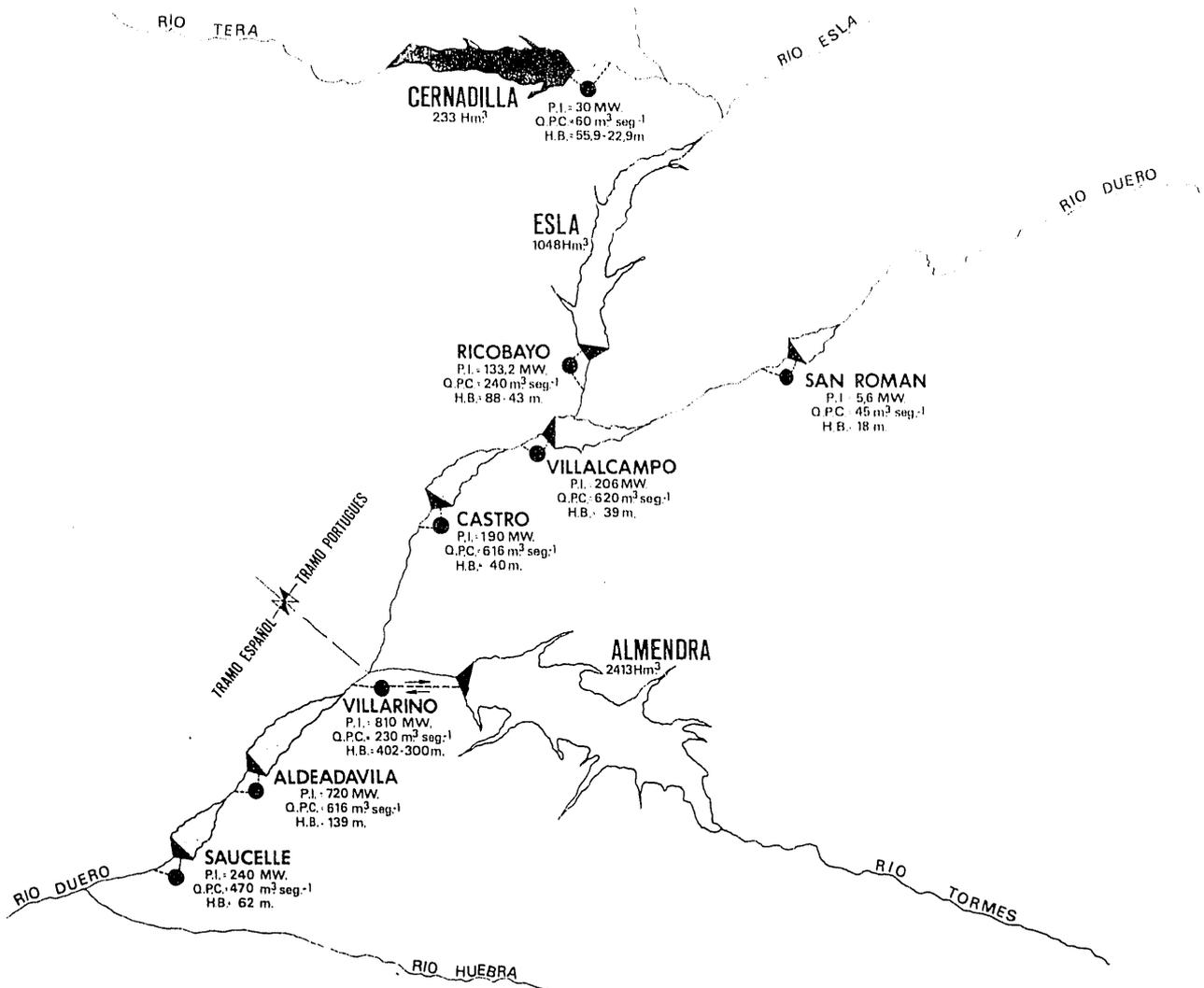


Fig. 6.—Sistema Duero.

## EL SUBSECTOR HIDRAULICO

rendimiento que se le puede sacar a un río no muy caudaloso buscando soluciones ingeniosas para disponer de una gran potencia, compatible con una buena utilización de la energía del agua rodada.

Cuando no es posible disponer de un embalse inferior cabe la solución de construir un embalse lateral ubicado en un afluente. Este es el caso de la disposición adoptada en el sistema Duero (fig. 6), mereciendo destacarse que gracias al favorable acuerdo a que se llegó con Portugal en 1927 para la utilización del tramo internacional la energía que se puede reservar en el embalse de la Almendra alcanza la importante cifra de 3.300 GWh.

Las funciones de que venimos tratando pueden conseguirse, también, de forma más artificial con centrales reversibles. Las primeras, como la del Rhin al lago Titissee en tres escalones, contaban con turbina y bomba acopladas a un alternador-motor, pero posteriormente se consiguió que la misma turbina trabaje como bomba, cambiando el sentido de giro, lo que vi por primera vez el año 1957 en la central auxiliar del salto de Niágara (lado canadiense), cuya disposición está representada en la figura 7, que permite hacer compatible una toma a caudal constante del lago Erie con atender a las variaciones de potencia que demande la carga.

Son ya varias las instalaciones reversibles de bombeo que existen en España destinadas exclusivamente a la regulación diaria y semanal, como la de La Encantada de Sevillana de Electricidad (fig. 8), que considero no precisa explicación. En otros casos se aprovechan elevaciones precisas para trasvases de cuenca, como es el caso de la central de Bolarque (fig. 9), de Unión Eléctrica, en el acueducto Tajo-Segura, que por tenerse que adaptar a su trazado tiene la conducción más larga. En

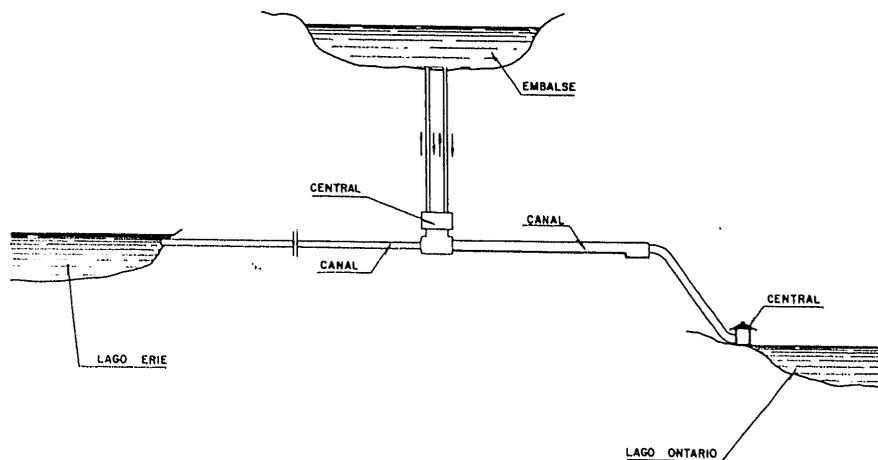


Fig. 7.—Aprovechamiento hidroeléctrico del Niágara con embalse lateral alimentado por bombeo desde el canal.



Fig. 8.—Central de acumulación por bombeo "Tajo de la Encantada". Río Guadalhorce. Málaga.

## EL SUBSECTOR HIDRAULICO

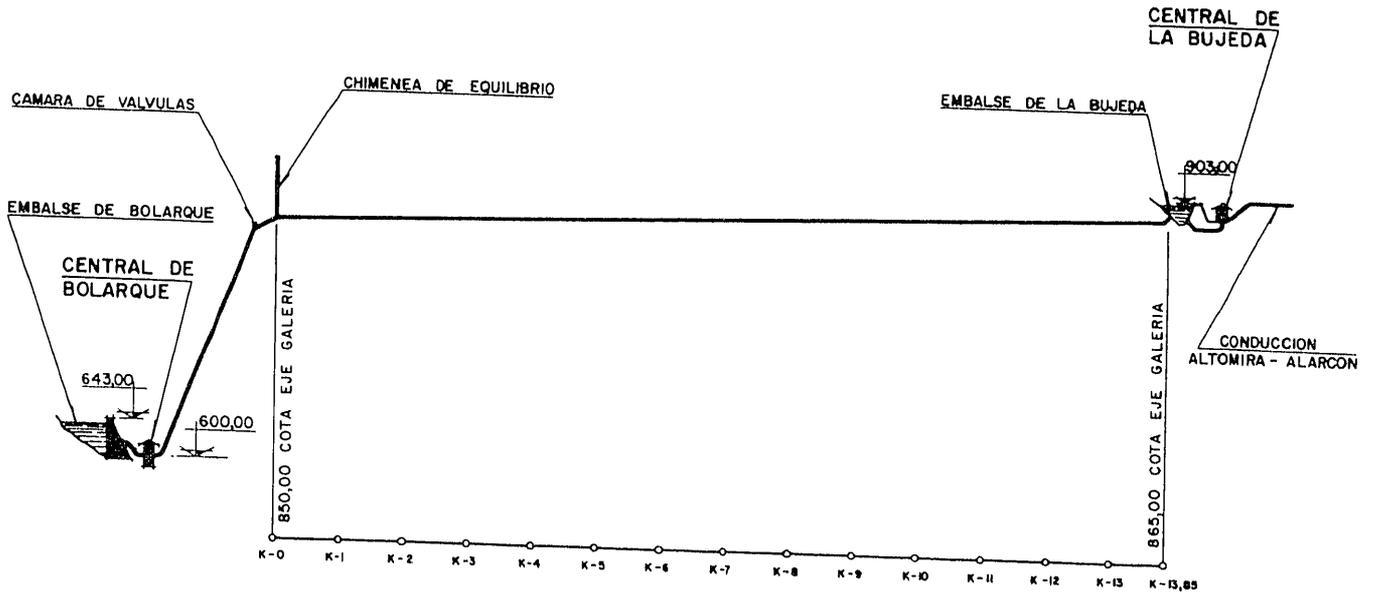


Fig. 9.—Central reversible con bombeo de Bolarque en el Acueducto Tajo-Segura.

este último tipo de instalaciones es sensiblemente superior la energía consumida a la generada, ya que gran parte del agua elevada continúa por el acueducto.

Por ser de actualidad el tema y tener repercusiones importantes en el aspecto energético, me

refiero a continuación al traspase proyectado Ebro-Pirineo Oriental, que comparo con el que sugiero Segre-Cardoner. En la figura 10 se representa el perfil longitudinal del primero, que arranca con una elevación de 240 m para un volumen de agua de 1.400 Hm<sup>3</sup>, con un consumo

de más de 1.000 GWh; y en la figura 11 aparecen las plantas de las dos soluciones, resultando la que propongo de una longitud inferior a la quinta parte del proyectado y en la que puede conseguirse el consumo a las horas de valle y la generación en las de punta sin invertir el

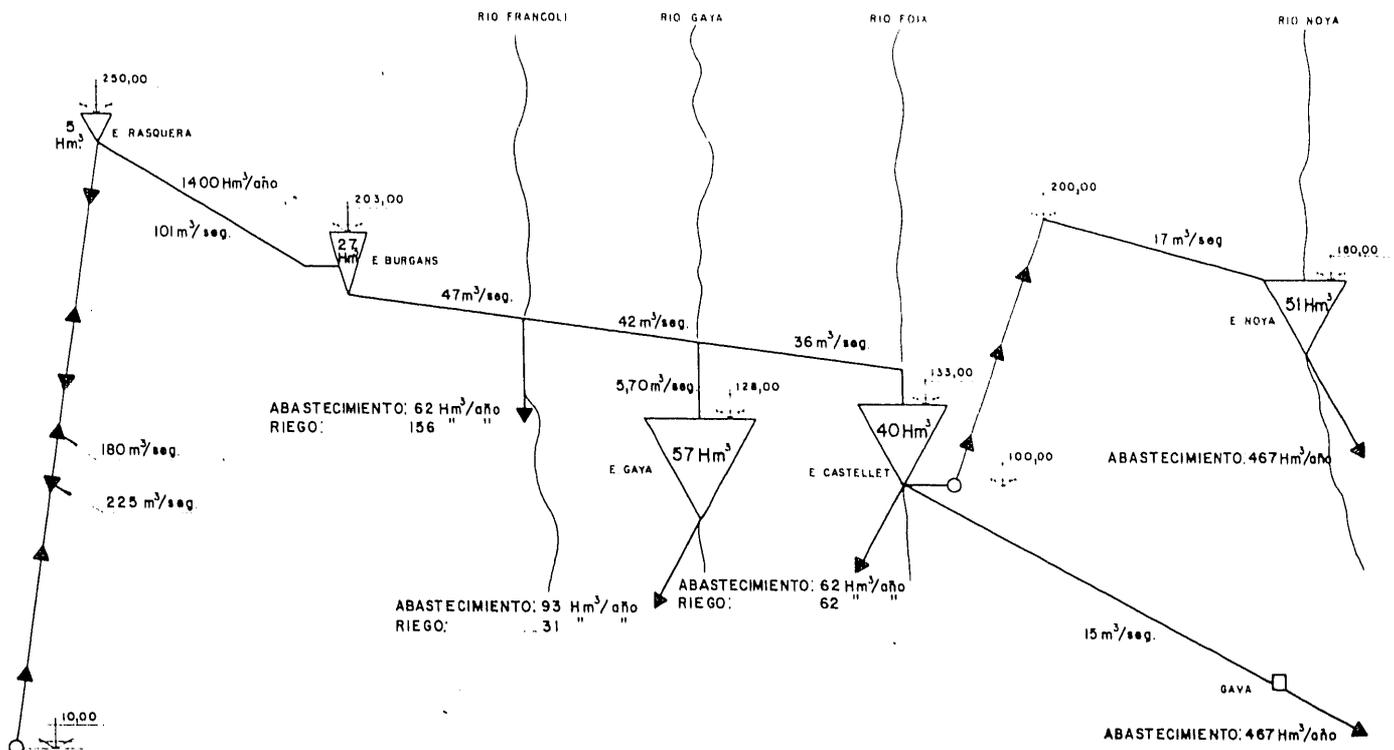


Fig. 10.—Acueducto "Ebro-Pirineo Oriental". Perfil longitudinal esquemático.

# EL SUBSECTOR HIDRAULICO

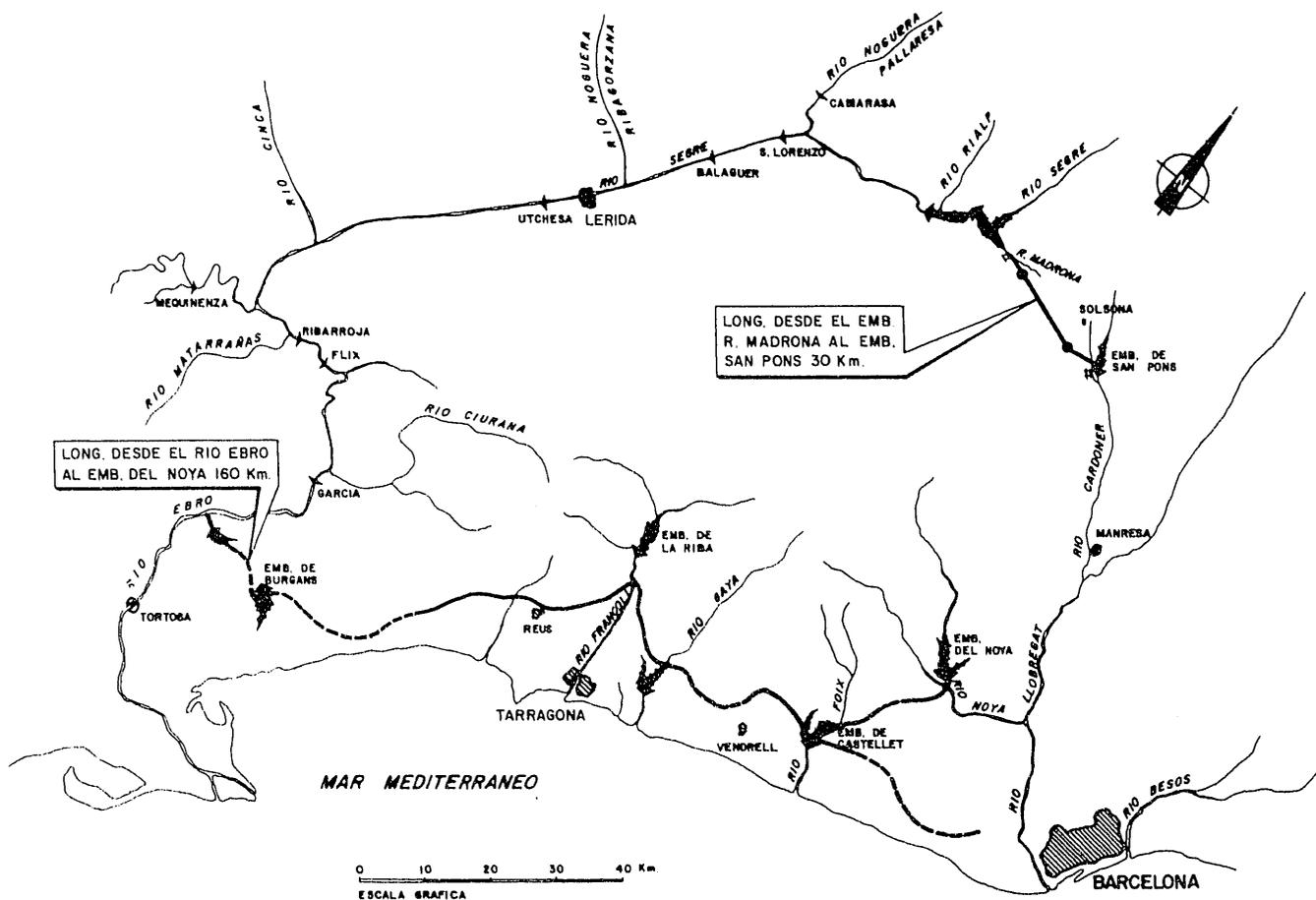


Fig. 11.—Posibles instalaciones hidroeléctricas con bombeo en los trasvases "Ebro-Pirineo Oriental" y "Segre-Cardener".

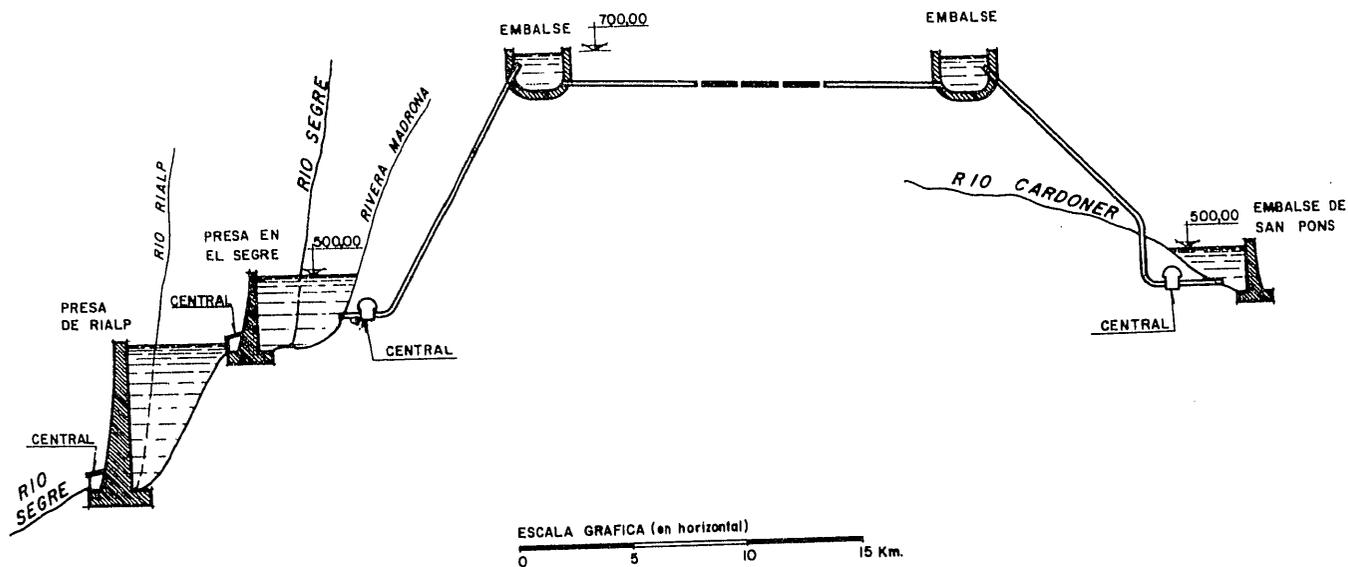


Fig. 12.—Trasvase "Segre Cardener".

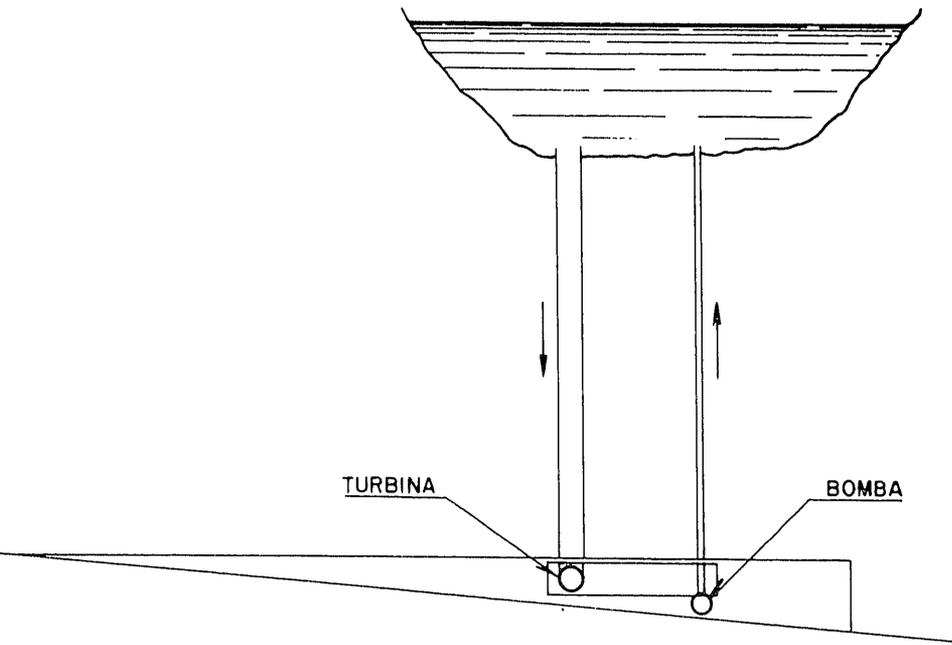


Fig. 13.—Esquema de instalaciones con bombeo para la reserva de potencia.

sentido de la corriente, de acuerdo con el tanteo que aparece en la figura 12, que exigiría un estudio más detallado, pero que a primera vista precisa poco suplemento de energía, siendo de suponer que en el curso por los ríos Cardoner y Llobregat se genere con el caudal trasvasado por lo menos la misma producción que siguiendo el del Segre. Esta segunda solución no permitiría trasvases de la importancia del previsto desde el Ebro, pero podría suplementarse con otros de cuencas paralelas, que darían lugar a instalaciones de regulación de cargas interesantes.

Termino este capítulo proponiendo una solución con bombeo para la reserva de potencia (figura 13), de la que no conozco precedente, y que consiste en el funcionamiento en régimen continuo de una bomba que eleve el agua de un río, de un embalse o del mar a un embalse superior, la cual por una conducción forzada de más sección que la de elevación impulse a una turbina que normalmente trabaje a la carga mínima compatible con un rendimiento

aceptable, de modo que en el momento que hubiera que atender a una demanda extraordinaria tome su máxima potencia y se pare la bomba. En estas instalaciones el embalse superior estará normalmente lleno y no es preciso el inferior o, en todo caso, sería de poca importancia. A efecto constructivo, las dos conducciones se establecerían por la misma galería y posiblemente los fabricantes de maquinaria inventen algún otro dispositivo para reducir pérdidas, a base siempre que el alternador se mantenga acoplado a la red, lo que es esencial para evitar el apagón.

### 3. Criterios para valorar la energía.

El suministro eléctrico puede considerarse una expresión compleja y, por tanto, intentarse deducir su coste en función de componentes más elementales que sugiero sean los siguientes:

- a) Energía continua a potencia constante. Coste centrales nucleares.

- b) Energía de reserva estacional. Coste centrales de petróleo convencionales.
- c) Potencia para la regulación de cargas. Centrales reversibles con bomba.
- d) Potencia de reserva. Centrales con bombeo en ciclo continuo.

De esta forma podremos, también, obtener el valor de la energía generada por un sistema de aprovechamientos hidráulicos.

En un informe de la Jefatura de Servicios Eléctricos del Ministerio de Obras Públicas figuran otros procedimientos para valorar las puntas que se fundan en el principio de que si fuera posible adquirir en dichas horas un complemento de energía sin construir nuevas instalaciones podría venderse mayor cantidad de electricidad sólo al coste de los gastos variables, lo que gráficamente se representa en las monótonas de la figura 14. Por último, se indica en la figura 15 la monótona prevista para 1982, con las aportaciones de los distintos tipos de producciones.

### 4. Influencia de las tarifas eléctricas en la producción hidráulica.

La implantación de las tarifas unificadas frenó la construcción de aprovechamientos hidroeléctricos en determinadas regiones, pues siendo evidente que el coste de esta energía es mucho más elevado en el Sur que en el Norte, la imposición de igual precio de venta hizo recomendable que se construyeran centrales térmicas, aprovechando que estaba entonces muy barato el fuel-oil. Este proceso, amparado por la Administración y con los alicientes de la financiación extranjera, tuvo un espectacular desarrollo. Después vino la subida del petróleo y como consecuencia de ello se han ido autorizando una serie de aumentos de tarifa, algunos estricta-

## EL SUBSECTOR HIDRAULICO

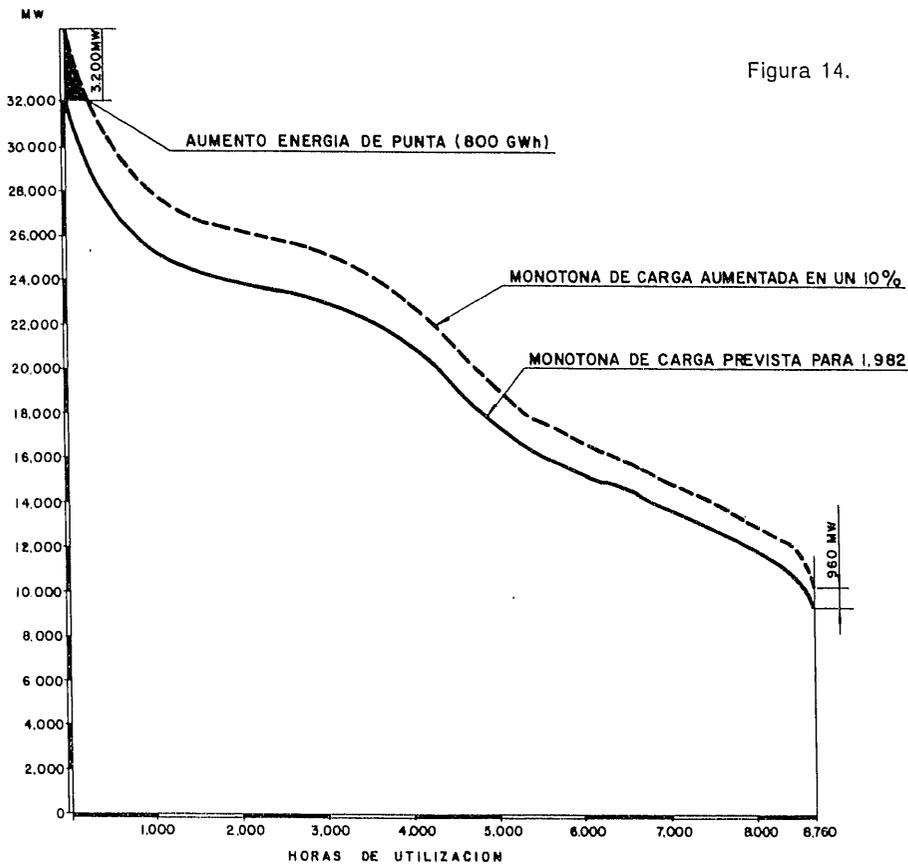


Figura 14.

mente relacionados con su precio, estableciéndose un sistema de compensaciones entre las empresas, que deberá mantenerse mientras persistan las grandes diferencias entre sus estructuras de generación y continúe el régimen de tarifas unificadas.

Una solución, más de acuerdo con la racionalidad de los precios que ahora se predica, sería el suprimir la tarifa unificada, estableciendo para cada empresa tarifas referidas a sus verdaderos costes. De esta forma se podría satisfacer correctamente los encarecimientos de cada una y también las expectativas de la revalorización de la producción hidroeléctrica.

Aunque parece razonable que la tarifa que se aplique en cada lugar corresponda a sus costes, supuesta una buena planificación de los medios disponibles, teniendo en cuenta que la Administración ha sido la principal responsable de que se hayan planteado los problemas existentes y que estas diferencias irán disminuyendo a medida que el porcentaje de producción nuclear aumente, considero que deben arbitrarse soluciones que, sin ser drásticas para evitar perjuicios de importancia a empresas y usuarios, establezcan normas racionales para el futuro que estimulen la construcción de nuevos saltos.

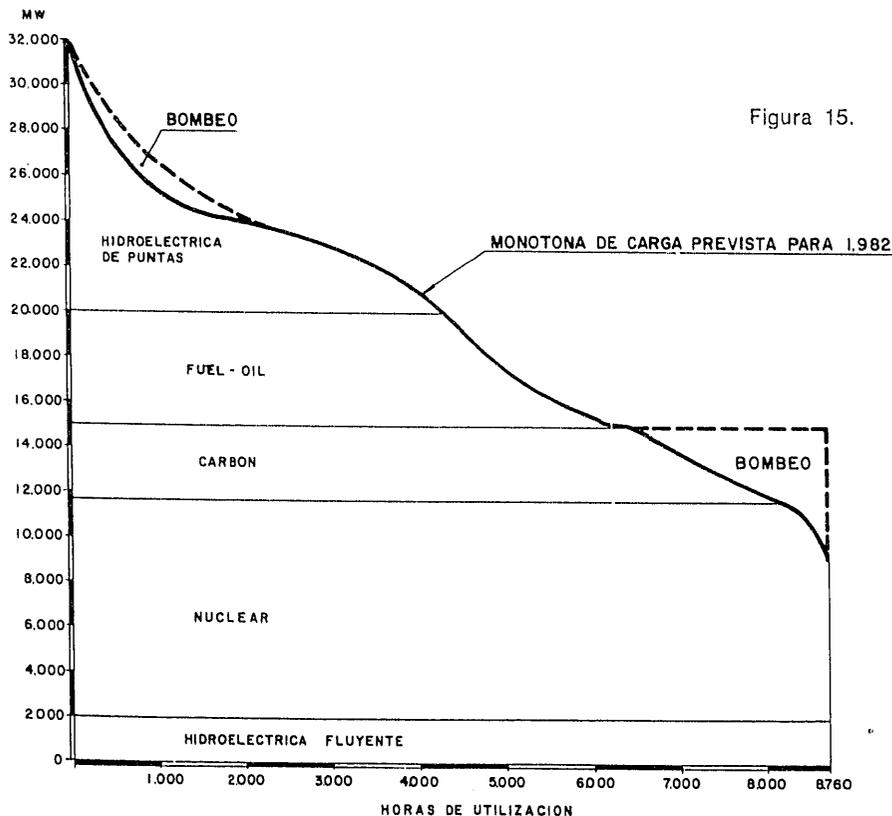


Figura 15.

### 5. Forma de adjudicar los aprovechamientos hidroeléctricos.

La administración debe prestar especial atención a que las concesiones que otorgue sean la mejor solución para el tramo de río afectado. También debe comprobar que exista la infraestructura adecuada para que la obra pueda explotarse durante un largo tiempo cumpliéndose las previsiones que se hagan.

Por ejemplo, si se trata de un embalse debe estudiarse si las aportaciones de material sólido del río son abundantes y existe el temor que se atarquine rápidamente, en cuyo caso no debe de autorizarse su realización hasta que previamente se efectúen las oportunas correcciones de su cuenca alimentadora, pues en caso contrario los perjuicios que se originen no sólo afectan al concesionario, sino, también, a la economía nacional.

Por otra parte, teniendo en cuenta que el principal interés de la energía hidráulica es su flexibilidad de explotación, debe sacarse a concurso, o sólo aceptar peticiones, de tramos de ríos donde puedan construirse saltos coordinados que cumplan esa misión y especialmente los comprendidos entre los embalses de cabecera y los que modulen la demanda de los riegos.

En cuanto a las condiciones de la licitación, considero que al concesionario hidroeléctrico se le debe imponer el pago de una parte de los gastos que realice el Estado en obras de infraestructura, como igualmente deberán participar los demás usuarios de abastecimientos, industrias y riegos, así como los que se beneficien de la defensa contra inundaciones. Por el contrario, se le debe abonar lo que pueda beneficiar a otros usuarios las obras que realice, como pudiera ser la regulación de las aportaciones del río.

No soy partidario que se apliquen cánones de producción por cuanto puedan restar estímulos para conseguir la máxima utilización posible, ni que se establezcan reservas de energía a favor del Estado, gratuitas o a precios bajos, porque con ello se fomentan habilidades para aparentar de buenos negocios lo que aplicando precios reales no lo son, como ocurre con algunas elevaciones que se realizan para riegos.

### 6. Necesidad de un plan general de los recursos hidráulicos para usos múltiples en las diferentes cuencas hidrográficas.

Para conseguir el máximo rendimiento de los recursos de una cuenca hidrográfica es necesario establecer un plan coordinado que atienda a las demandas de las distintas aplicaciones del agua, de forma que en su conjunto se obtenga el mejor rendimiento y, por otra parte, debe procederse con un sistema metódico para que durante el periodo de realizaciones se vayan consiguiendo los mayores beneficios.

La puesta en práctica de estas ideas requiere la colaboración de la Administración con representantes de los diversos intereses afectados para determinar la forma de hacer compatible los distintos usos, salvando, mediante las disposiciones que procedan, las prioridades que establece la Ley de 13 de junio de 1879, vulgarmente llamada Ley de Aguas, cuyo mejor homenaje con motivo de su centenario, sería su actualización, lo que tengo entendido se está estudiando. El artículo 160 de dicha Ley dice: "En la concesión de aprovechamientos especiales de aguas públicas se observará el siguiente orden de prioridades:

1. Aprovechamientos de poblaciones.
2. Abastecimientos de ferrocarriles.
3. Riegos.
4. Canales de navegación.
5. Molinos y otras fábricas, barcas de paso y puentes flotantes.
6. Estanques para viveros o criaderos de peces".

La aplicación de este artículo, sobre todo por lo que se refiere a los riegos que son los grandes consumidores, desvaloriza mucho las instalaciones hidroeléctricas,

ya que los caudales del río quedan afectados por las derivaciones que se efectúan aguas arriba, así como por los embalses exclusivamente previstos para aquella aplicación, cuyos desagües se atienen a lo que demanden los cultivos.

Partiendo de la ingeniosa frase del geógrafo soviético doctor L. Armand "*pocas veces el agua es únicamente inútil; si no es útil se transforma en perjudicial*", debe prestarse especial importancia al estudio de los daños de las avenidas, a la pérdida de capacidad de los embalses, a los rendimientos de cultivos a distintas altitudes y a la producción hidroeléctrica en sus diferentes tramos. Por ejemplo, los riegos en zonas montañosas no sólo restan capacidad energética a los ríos, sino que, además, suelen exigir la roturación del suelo, lo que hace más deleznable y, en consecuencia, causante de perjuicios aguas abajo.

Por lo expuesto sugiero que el orden de prioridades que señala la Ley vigente no se sustituya por otro de forma rígida, salvo en lo que sea necesario para los servicios domésticos y la salubridad pública, sino que se impongan criterios técnico-económicos, para lo que interesa disponer cuanto antes de los estudios pertinentes que sirvan de base para dictar las normas adecuadas a fin de lograr el mejor aprovechamiento de cada cuenca.

Otro punto que es muy importante coordinar es el correspondiente al desagüe de los embalses, que debe intentarse atienda a todas sus posibles aplicaciones, no siendo admisible que la Administración considere el aspecto energético como un asunto privado que no interesa al Estado. Es posible que muchos embalses dispongan de la capacidad justa para la demanda de los riegos, pero en estos casos habría que estudiar la posibilidad de recrecer las presas o

aplicar sistemas de riego que consuman menos agua.

También debe procurarse la Administración, cuando decida construir saltos directamente o por organismos autónomos con control oficial (se trata de casos poco frecuentes si no contamos los realizados por empresas del INI), que se le saque el máximo rendimiento al tramo del río afectado, considerando las necesidades del servicio eléctrico a escala nacional, y no limitarse a atender suministros concretos.

Por lo que se refiere al plan de trabajos a realizar, es evidente que lo primero que debe hacerse con un río es darle estabilidad y, para ello, hay que empezar por la corrección de la cuenca alimentadora, que considero es la principal misión de la Dirección General de Montes, que se mantuvo en el Ministerio de Fomento, después de haberse desprendido de la de Agricultura al crearse en 1928 el Ministerio de Economía, por estimarse que su labor es "elemento preciso a la formación y explotación de los ríos". Yo me atrevería a añadir que las repoblaciones prestan más servicio por la evitación de daños aguas abajo que por la riqueza que en sí representa el árbol.

La erosión de los montes es extraordinariamente perjudicial, pues los pantanos se aterran y los cauces se desbordan por subir su lecho y disminuir la velocidad de la corriente al hacerse el líquido menos fluido. Por eso pienso que a las grandes obras hidráulicas, en las que no se haya prestado atención a la corrección de su cuenca, pudiera aplicarse la frase de "estatua de oro con pies de barro", pues toda la riqueza conseguida puede arruinarse si pierden capacidad los embalses y las vegas se cubren de acarreos.

Para conseguir resultados eficaces debería establecerse una mayor coordinación entre las Confederaciones Hidrográficas y los servicios forestales; y, con

el fin de apreciar el efecto de la labor que se realice, sería muy conveniente llevar una buena estadística de la pérdida de capacidad de los embalses, información que convendría divulgar para mentalizar a la opinión pública sobre tan grave problema.

### 7. Las Confederaciones Hidrográficas.

Cuanto hemos expuesto más o menos se prevé en el Real Decreto de 5 de marzo de 1926 por el que se reglamentaron estas organizaciones, confirmada por el R. D. Ley de 28-5-26, pero con el tiempo se han perdido muchas de sus características fundamentales: de unidad en las actuaciones, representatividad de los intereses afectados y autonomía. Parece que ahora se está considerando por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo este tema, lo que estimo muy acertado.

Veamos lo que sobre el particular se dice en el precioso libro "Guadalquivires" publicado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir con motivo de su cincuenta aniversario. "Hasta el momento de la publicación del mencionado Decreto-Ley de 28 de mayo de 1926, la Administración española se plegaba a la interpretación un tanto cicatera del significado socio-económico de un curso fluvial. En la concepción oficial u oficialista la pieza clave de un río era el embalse, pero concebido casi por exclusividad como un volumen represado de aguas destinadas al riego. De hecho, quedaban como olvidados, o al menos marginados, otros posibles aprovechamientos y, lo más sorprendente, no se alcanzaba hasta sus últimas consecuencias su trascendencia como pieza de un organismo mucho más complejo tal cual es la cuenca hidrográfica. A nuestro entender el acierto principal de la creación de las Confederaciones Hidrográficas nacionales radica en

la importancia que se concede a la cuenca fluvial como unidad espacial de desarrollo". Y más adelante dice: "...como es generalmente reconocido, han ido perdiendo su carácter de administración autónoma para llegar a ser estructura administrativa burocrática..., no conservando de su primitivo carácter más que el ámbito territorial sobre el cual extiende su acción".

Es lamentable que estas organizaciones no tengan toda la vitalidad que se merecen y con este motivo vale la pena recordar que fueron precursoras de la renombradísima "Tennessee Valley Authority" creación del presidente Roosevelt, como parte de su nueva política económica.

### 8. Temas que deberían tratarse para la elaboración de un plan hidroeléctrico.

Como trámite previo para la realización de este plan considero que sería muy conveniente que las empresas eléctricas representadas por UNESA trataran con la Administración sobre las dificultades que encuentran para la realización de los aprovechamientos hidráulicos, tanto en el aspecto económico como por lo que afecta a la eficiencia de su explotación. A mí se me ocurren las siguientes:

1. Modificar las prioridades en la utilización de las aguas.
2. Definir los planes de riego con indicación de las dotaciones que precisen y la posible utilización para ello de las aguas subterráneas que puedan captarse.
3. Determinar las condiciones técnicas y económicas que deban presentarse para la reserva de tramos de río con dedicación exclusiva a los aprovechamientos hidroeléctricos, construyendo los embalses que se estimen para ello necesarios.
4. Estudiar la posibilidad de aumentar la capacidad de los

embalses existentes para dejar cierta libertad de utilización a sus usuarios hidroeléctricos y tratar sobre las capacidades que deban tener los que se construyan.

5. Actualizar criterios sobre las aportaciones de los usuarios a las obras de interés general, así como revisar las condiciones que deben figurar en las concesiones.

6. Dictar las normas que procedan sobre la valoración de los terrenos que hayan de expropiarse. En la actualidad resultan a costos tan elevados que son la principal causa de que no resulten rentables estos aprovechamientos. También debe procurarse agilizar su tramitación.

7. Redactar un Estatuto que regule los derechos y obligaciones de los usuarios hidroeléctricos en el que figuren las indemnizaciones que procedan cuando se modifiquen los caudales para atender aguas arriba a otras necesidades no previstas en la concesión o se varíe el régimen de los desagües de los pantanos; e incluso se establezcan las normas que deban aplicarse para valorar las obras e instalaciones afectadas a la concesión en el supuesto que fueran expropiadas.

También debería tratarse de la forma de determinar el potencial hidroeléctrico de más interesante utilización que sea compatible con otras demandas del agua. Si la Administración se decidiera a realizar estos estudios, bien directamente o a través de Sociedades de Ingeniería considero que antes deberían fijarse las características que interesa reúnan los posibles aprovechamientos para el mejor servicio eléctrico y, a dicho fin, interesa contar con la experiencia de los técnicos de las empresas explotadoras, pues en caso contrario nos exponemos a que las consecuencias que se saquen no resulten del todo útiles, no por falta de capacidad

de los que realizan el trabajo, sino por defecto de programación.

### 9. Dificultades de financiación.

Este es un grave inconveniente que han encontrado las empresas en sus realizaciones hidroeléctricas, precisamente por no dar lugar a ninguna importación, ya que los países industrializados para favorecer sus exportaciones conceden préstamos importantes a los compradores de maquinaria, llegando en algunos casos incluso a financiar parte de las obras.

Para resolver este importante problema pudieran arbitrase créditos especiales para las realizaciones hidroeléctricas, con un carácter similar a los que se conceden para la exportación, pero en mayor cuantía, ya que con las centrales hidráulicas no solamente se anulan las importaciones para su construcción, sino, lo que es mucho más importante, no se precisa materia prima extranjera para su explotación.

### 10. Respeto a la Naturaleza y turismo.

Las obras hidráulicas no sólo deben concebirse con miras al mejor rendimiento económico del conjunto de sus aplicaciones, sino también condicionarse a no deteriorar la belleza del lugar en que se encuentren ubicadas. Los lagos, en general, favorecen el paisaje, pero deben de tomarse medidas para evitar todo lo que pueda afearle, como pueden ser las siguientes:

- a) Que las escombreras de las presas queden dentro del embalse o se cubran con vegetación.
- b) Intentar repoblar hasta donde sea posible con especies arbóreas adecuadas, o incluso cubrir con rocas, las márgenes

de los embalses afectadas por la normal variación del nivel de las aguas en los lugares de mayor interés turístico.

- c) Que las obras de fábrica que se realicen resulten disimuladas dentro del medio ambiente en que estén ubicadas, huyendo de pretensiones arquitectónicas y rodeándolas de arbolado.

Otro aspecto a tener muy en consideración es la riqueza piscícola que con estas obras, debidamente concebidas, debe fomentarse en lugar de empobrecerse y, a modo de ejemplo, sugiero las siguientes actuaciones:

- a) En los saltos de pie de presa cuidar el proyecto y mantenimiento de las escalas de peces.
- b) En los saltos de altura con canal, donde el cauce del río puede quedar seco, crear pozos artificiales, como los que normalmente se realizan para pescar salmones, y dar suelta al agua por los desagües de la presa con la periodicidad necesaria para que los peces puedan desplazarse.

Para lograr los dos objetivos señalados sería conveniente que los proyectos de las obras hidráulicas fueran revisados, en cuanto a estos temas se refiere, por especialistas en la materia, para que aporten soluciones al efecto sin que se encarezca excesivamente el presupuesto de las obras, ni se disminuya sensiblemente la producción hidroeléctrica.

La referencia que hace el doctor Ellis L. Armstrong, antes mencionado, de que en U.S.A. se visitan más los embalses que sus magníficos parques nacionales (alcanzando hasta 600 millones de visitantes por día de

promedio al año) demuestran que estas obras, cuidadosamente realizadas y mantenidas, son centros importantes de atracción turística y deportiva, debiendo crearse para estos fines Patronatos en los que colaboren con funcionarios de la Administración y de las empresas eléctricas, representantes de organismos regionales, provinciales y locales, así como personas que de alguna manera se encuentren interesadas por aquellos lugares, para que controlen el cuidado de las obras, los medios de comunicación y, en general, el mejor mantenimiento de todo su entorno.

### 11. Ocupación de personal en los aprovechamientos hidroeléctricos y su efecto multiplicador en la industria nacional.

Este es uno de los aspectos de mayor interés en circunstancias como las actuales de paro, no sólo por la importancia del número de los que pueden ocuparse, sino muy especialmente por comprender a una amplísima gama de niveles profesionales y distribuirse el trabajo en zonas rurales.

En la explotación también se utilizará más personal que en las centrales térmicas y nucleares, siendo este uno de los principales inconvenientes que encuentran las empresas, por lo que se trata de autorizar los saltos medianos y pequeños, y muchos se están retirando del servicio. Esto, aunque justificado para la economía de una empresa, debería considerarse con miras al interés nacional y tratar de arbitrar fórmulas para que sigan utilizándose, salvo casos excepcionales, y, entre ellas, quizá valiera la pena estudiar la posibilidad de darles un carácter de artesanía familiar, lo que cabría conseguir si el Estado o las empresas eléctricas entregaran a los que pudiéramos llamar colonos hidroeléctricos los

saltos que no resulten rentables con una plantilla de personal fijo, pero que pudiera interesar cuidar a una familia de campo, cuando no precise una permanente vigilancia y pueda hacerse compatible con otra ocupación agrícola. Para que esta idea pudiera prosperar se requieren las siguientes circunstancias:

1. Que toda la energía que se produzca pueda venderse a un precio que resulte remunerador y de fácil liquidación.

2. Que las instalaciones que se entreguen en forma de arrendamiento no presenten dificultades de funcionamiento, ni peligro para personal poco experto.

3. Que las empresas eléctricas faciliten el servicio de mantenimiento y reparaciones.

4. Que disfruten del beneficio de la Seguridad Social.

Esto representaría volver a pensar en una figura tan simpática como la del molinero y, aunque parece paradójico en esta época, considero conveniente prestar atención a cualquier oportunidad de dar ocupación continuada a la gente del campo y utilizar toda la energía disponible. Por otra parte, estimo de gran interés social cuanto estimule a crear iniciativas a nivel personal y no concentrar la atención de la ocupación laboral en los aumentos de plantilla de la Administración o de las empresas privadas, donde más se piensa en reivindicaciones sociales que en el logro de buenos resultados económicos como consecuencia del esfuerzo y eficacia por el trabajo realizado. La tendencia de que toda la Seguridad Social sea sufragada por el Estado facilitaría iniciativas individuales con una concepción más liberal de la vida.

Como precedente merece la pena citar que, según una de las ponencias presentadas en el Congreso Mundial de la Energía

celebrado en Estambul, China pretende instalar 50.000 centrales hidráulicas con potencias del orden de los 35 kW.

Por lo que se refiere a su efecto multiplicador hay que considerar que todos los equipos mecánicos y eléctricos que estas instalaciones precisan se fabrican en España, así como la maquinaria para la ejecución de las obras. También reactivaría la industria del cemento y el consumo siderúrgico.

### 12. Intereses para la defensa nacional de disponer de energías autóctonas.

Es de sobra conocido que la primera medida que debe tomarse para la defensa de un país es poder suplir con producciones propias determinadas importaciones y, entre ellas, por su extraordinaria relevancia se encuentra el petróleo y, en segundo lugar lo estará el combustible nuclear, aunque este último podríamos conseguirlo en propias instalaciones; y, ante esta situación, sólo se cuenta, por el momento, con las térmicas de carbón y las hidráulicas, teniendo de su ubicación sólo en determinadas zonas, ser costosa su explotación y vulnerables las centrales por su gran concentración de potencia y la dificultad de su camuflaje. Sería lógico, por tanto, que el Ministerio de Defensa prestara una especial importancia al desarrollo de la energía de origen hidráulico, que no sólo tiene la característica de ser totalmente nacional (en España todos los ríos nacen en nuestro país), sino que, además, presenta tres grandes ventajas en el orden estratégico: su dispersión por todo el país; ser autónomas en su funcionamiento y poder trabajar en condiciones precarias. Esto último tiene verdadera importancia en casos de emergencia y, así, cuando no se dispone de suficiente potencia para atender el suministro

tro con regularidad, cabe prestarlo en condiciones más precarias, bajando la frecuencia y el voltaje, con lo cual puede evitarse el apagón. Otra de las ventajas que ofrecen las centrales hidráulicas es la posibilidad de dividir la red en pequeños sectores con funcionamiento independiente.

### 13. Imagen de futuro del aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

Como síntesis de los objetivos expuestos para la mejor utilización del agua que discurre por el suelo terrestre, considero conveniente definir una imagen ideal, que pudiera servir de modelo o guía de las futuras actuaciones, que resumo en las siguientes ideas:

1. Unos montes repoblados y con sus torrentes corregidos para que las aguas sean claras y transparentes, propicias para atender a los abastecimientos de núcleos urbanos y la vida de los peces.

2. Unas praderas altas destinadas principalmente a la ganadería.

3. Embalses de cabecera con aguas claras y sin temor de aterramiento, que sean fuente de riqueza en riegos y energía, y lugares atractivos para la pesca y el turismo.

4. A continuación de estos embalses una serie de aprovechamientos hidroeléctricos solapados, con gran potencia instalada con relación a la media disponible.

5. Al término del principal tramo hidroeléctrico se establecerán los contraembalses destinados a modular los caudales de acuerdo con las necesidades de los riegos.

6. Aguas abajo de los mismos las zonas de regadíos.

7. Se completa la panorámica base señalando que además de los tramos hidroeléctricos fundamentales, existirán saltos

sin regulación de caudal en las cabeceras de los ríos y otros dependientes de los riegos en los tramos bajos; y, por último, multitud de plantas de bombeo que darán lugar a preciosos lagos en los lugares elevados de las montañas.

### 14. La producción hidroeléctrica en el plan energético nacional y en la organización del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Celebro que en el plan de referencia remitido por el Gobierno a las Cortes se preste más importancia que en el anterior a la producción hidráulica, previéndose para el año 1987 que alcance los 47.000 GWh, que representa el aumento de un tercio aproximadamente de la que se hubiera generado en el año pasado con aportaciones medias; siendo mayor, como es natural, el porcentaje en potencia que con sus 5.700 MW representa algo menos del 50 por 100 de la actual; pero, según mis noticias, no se abordan los problemas fundamentales para la debida utilización de la energía hidráulica, que son la coordinación de los usos múltiples del agua y la creación de la debida infraestructura de las cuencas hidrográficas, sin cuya solución previa no considero recomendable imponer un ambicioso plan hidroeléctrico. En consecuencia, estimo que debería completarse, por lo que se refiere a la energía hidráulica, poniendo especial énfasis en la resolución de los problemas señalados y la coordinación de las realizaciones para su más perfecto y eficaz desarrollo.

Muy relacionado con lo anterior es la dependencia administrativa de los servicios hidroeléctricos que, según el R. D. que organiza el M.O.P.U., corresponde a la Subdirección de Explotación de la Dirección General de Obras Hidráulicas, lo

que considero representa darle poca importancia al tema. En mi opinión esa misión debería estar encomendada a un cargo de más alto rango, como pudiera ser un Subdirector de Aprovechamientos Hidroeléctricos, dependiendo directamente de la citada Dirección General.

Creo que con la creación del cargo que propongo se conseguiría que la Administración contemplara el tema hidroeléctrico de forma conjunta y no sólo bajo el aspecto de explotación. Además, su existencia permitiría que este sector estuviera debidamente representado en el organismo que controle el conjunto de las energías y, por otra parte, sería el encargado de defender los intereses hidroeléctricos en las Confederaciones Hidrográficas y otros servicios de la Dirección General de Obras Hidráulicas.

### 15. Conveniencia de mentalizar al país sometiendo el tema a debate.

Dada la complejidad de coordinar todos los intereses afectados en la utilización de los recursos fluviales, así como la determinación de la participación más conveniente de los distintos medios de producción eléctrica, considero que debería someterse el tema a debate público, pero siguiendo un determinado orden para centrar bien los problemas. A mi juicio, el proceso debería ser el siguiente:

1. Solicitar un dictamen a una comisión, constituida por representantes de las Direcciones Generales de la Energía, Obras Hidráulicas, Agricultura y Montes, así como por las Cámaras Agrícolas y las empresas eléctricas, sobre las normas aconsejables para dar la estructura adecuada y la legislación conveniente a cuanto se relacione con la protección de las cuencas fluviales y su utilización en usos múltiples.

## EL SUBSECTOR HIDRAULICO

2. Someter el plan de referencia a información pública, remitiendo el mismo a entidades oficiales y privadas, así como divulgándolo por la prensa.

3. Como consecuencia de este debate, que sirva para mentalizar a todos los afectados sobre las posibles soluciones a adoptar, el Gobierno debería designar una ponencia que diera forma definitiva al plan y propusiera las disposiciones oficiales que lo hicieran viable, las cuales, previa aprobación en Consejo de Ministros, deberían ser sancionadas por las Cortes, como una parte importante de la nueva Ley de Aguas.

La consecuencia principal de este plan sería la reestructuración de las Confederaciones Hidrográficas y de las Comisarias de Aguas (si se estima que deben continuar independientes) y por lo que se refiere a la producción hidroeléctrica, debe quedar potenciada la participación de representantes de la Dirección General de la Energía y de las empresas eléctricas en dichas organizaciones, en defensa de la mejor programación y explotación de los recursos energéticos de los ríos.

### Conclusiones.

1. La escasez y elevado coste del petróleo, la conflictividad de la energía nuclear, las pocas posibilidades de disponer a corto plazo de otras fuentes de energía y la conveniencia para la independencia nacional de contar con el mayor porcentaje posible de energías propias, aconsejan prestar especial atención a la producción hidroeléctrica, que es continuamente renovada.

2. Los aprovechamientos hi-

droeléctricos pueden prestar, además, otros servicios de mayor importancia, como son: atender a las variaciones instantáneas de potencia y a las puntas de la curva de cargas, así como actuar de reserva en casos de emergencia.

3. También puede atenderse a las prestaciones indicadas en el párrafo anterior con desplazamientos de agua entre dos embalses a distinto nivel, contando para ello con energía de otra procedencia.

4. El aprovechamiento de la energía potencial de nuestros ríos exige un plan general y coordinado con las otras aplicaciones de los recursos hidráulicos, a cuyo efecto es preciso que se dicten disposiciones para su correcta realización, no siendo entre tanto conveniente lanzarse a un gran plan hidroeléctrico que pueda resultar equivocado y antieconómico.

5. Interesa disponer de una estadística en la que figuren por separado los posibles aprovechamientos hidroeléctricos convencionales y los de bombeo; y otra sobre la capacidad real de los embalses, deducidos los aterramientos.

6. Hacer compatible la mejor utilización de los ríos con el respeto a la Naturaleza y la riqueza piscícola.

7. Además de la planificación general a que hago referencia anteriormente, interesan las siguientes medidas para estimular la iniciativa privada en la construcción de nuevos saltos y mejora de los existentes:

a) Concursar grandes tramos de río de especial interés hidroeléctrico, como los comprendidos entre los embalses superiores e inferiores, con clara definición de los caudales de

que puede disponerse en función de las aportaciones.

b) Facilitar las expropiaciones haciéndolas más económicas.

c) Crear la infraestructura de las cuencas hidrográficas, prestando especial atención a la conservación del suelo.

d) Que repercutan en las tarifas del suministro eléctrico los costes de la producción hidráulica, según fórmulas que deben figurar entre las condiciones de la concesión.

e) Que se definan las compensaciones que se otorgarán a los concesionarios si se les reduce los caudales por derivaciones no previstas en el pliego de condiciones y se determine la forma de valorar estos aprovechamientos en casos de expropiación.

f) Facilitar el crédito oficial para estas construcciones.

g) Que para aumentar la producción de los saltos en explotación con gran desnivel se considere la posibilidad de reducir el consumo en regadíos aguas arriba y en los saltos de pie de presa se deje la máxima libertad posible al concesionario para utilizar las potencias disponibles en casos necesarios.

Y, para terminar, considero conveniente hacer llegar estas preocupaciones a los políticos, tan interesados en los problemas energéticos y en crear puestos de trabajo; a los militares, por cuanto ayuda a la independencia nacional reducir la dependencia exterior del servicio eléctrico, y a los ecologistas para que consideren, como yo creo, que estos planes hidráulicos, debidamente ejecutados y mantenidos, favorecen el medio ambiente.