

Nuevas presas a realizar en España para completar el aprovechamiento integral de los recursos hidráulicos



Por Prof. A. ALVAREZ
Prof. A. DEL CAMPO

1. INTRODUCCION

En este último tercio del siglo XX puede afirmarse con razón que la Técnica de Presas ha alcanzado su madurez. Es mucho lo que se ha avanzado en los últimos decenios, y cualquiera que sean las condiciones de la cerrada y ambientales se sabe cómo construir la solución de presa más económica, cumpliendo las debidas condiciones de seguridad.

En particular en España, son más de 700 las grandes presas actualmente en servicio, siendo 42.000 millones de metros cúbicos su capacidad conjunta de embalse; además están en construcción otras 36 presas importantes.

En esta situación surgen preguntas tales como:

¿Siendo ya numerosas las presas construidas, se pueden y se deben construir otras nuevas?

¿Será necesario llegar a agotar todas las posibilidades?

¿Qué repercusiones ecológicas añadirán las nuevas presas a las ya existentes?

En los apartados siguientes tratamos de establecer los parámetros del problema y contestar a estas preguntas.

2. PLANIFICACION DE LOS RECURSOS HIDRAULICOS

Analizaremos primeramente los recursos hidráulicos aún no aprovechados con objeto de enjuiciar la evolución que puede esperarse en un futuro próximo de la política de construcción de presas.

2.1. Limitación del volumen de agua dulce en la tierra frente a un consumo creciente de ella.

En tiempo pasado, cuando el uso del agua se limitaba al empleo doméstico acarreándola en cántaros, y a regar huertas de extensión reducida, era lógico considerarla como un bien público con reserva inagotable.

Hoy día el panorama ha cambiado. El número de seres humanos crece de modo constante, y frente a un consumo por persona y día antiguamente de sólo unos litros, ahora hay que contar con dotaciones no lejanas del metro cúbico. Los riegos se extienden, pues además de frutos vegetales, hay que producir proteínas animales. Las industrias, pese a los esfuerzos para disminuir su porcentaje, requieren cantidades de agua muy importantes. Aunque no sea de uso consuntivo está el empleo del agua en producir energía. Finalmente, hasta que pueda generalizarse la depuración eficaz de las aguas residuales (fecales, etc.), todavía limitada por razones económicas, hay que contar con agua para diluir o "digerir" las sustancias contaminantes que núcleos urbanos e industriales vierten en los cauces públicos.

Todo lo anterior lleva a la realidad de que el agua en la naturaleza es un bien escaso, y no siempre localizado en el espacio y en el tiempo, de acuerdo con sus necesidades de utilización. En consecuencia, hacen falta obras más o menos importantes para retener o encauzar el agua, cuando puede producir daños, para almacenarla en épocas de abundancia y para conducirla a las zonas en las que ha de ser utilizada.

Por la escasez del agua y por la importancia de las inversiones necesarias para disponer con garantía de agua para diversos usos, es muy importante establecer las directrices de una política de infraestructura hidráulica, en la que se consideren las necesidades previsibles de agua para diversos usos, los recursos hidráulicos naturales y las posibilidades económicas para su utilización más o menos acelerada, o de su empleo para fines alternativos.

Puede surgir la incompatibilidad de usos alternativos, pero, siendo muchos de ellos no totalmente consuntivos, se debe tratar de coordinar el desarrollo y la explotación de los recursos hidráulicos para diversos fines. La decisión del destino del agua debe tender a proporcionar la máxima utilidad a la comunidad, considerando los beneficios producidos, los efectos marginales (positivos y negativos) de su utilización y la aplicación óptima de los recursos económicos, siempre escasos.

2.2. El ciclo del agua, aguas superficiales y aguas subterráneas.

El concepto del agua subterránea como un recurso minero más, debe desecharse, pues aunque en alguna zona exista gran volumen de agua subterránea, éste no es inagotable.

Hay que fijar claramente la idea de que sólo se debe extraer cada año la cantidad que se reponga de modo natural, y considerar en su conjunto el ciclo natural del agua, esto es, mar, lluvia, superficie, subsuelo, cauces, mar.

En general, el agua subterránea extraída en un punto, se quita a un cauce público situado a menor cota, salvo que se extraiga de freáticos situados junto al mar.

En España, de los estudios realizados se deduce que sólo el 3 por 100 del total de las aportaciones de agua (lluvia caída menos evaporación) alcanza directamente el mar desde acuíferos subterráneos sin pasar por cauces superficiales.

A título de ejemplo puede citarse la zona próxima a Palma de Mallorca, donde la excesiva extracción de agua ha hecho que se salinicen muchos pozos, al descender el nivel freático por debajo del nivel del mar. Esto ha creado un problema importante.

Muchos son los casos donde el freático desciende cada año, haciendo cada vez más difícil la explotación de los pozos, y en otros se ha provocado la mezcla con aguas yesíferas inapropiadas para el consumo.

Finalmente, cuando se hablaba del freático de la Mancha albaceteña, en lugar del trasvase Tajo-Segura, se olvidaba que gran parte de este freático va al Júcar y allí contribuye al riego de su huerta.

2.3. Desalinización del agua del mar.

A lo expuesto sobre escasez del agua dulce se puede argumentar que hoy día está resuelto el problema de desalinizar el agua del mar, resultando a precios que no son prohibitivos. Pero hay que tener en cuenta:

a) Desalinizar el agua del mar, además de los costes de instalación de equipos, requiere gran consumo de energía.

b) Otro gasto de energía importante es necesario para elevar y conducir el agua desde el mar hasta los lugares de consumo, por ejemplo, la Meseta Castellana.

c) La energía escasea, y hay que ahorrarla hasta tanto se consiga que el aprovechamiento de la energía solar resulte a precios adecuados.

Por eso hoy día, en bastantes casos, en lugar de montar instalaciones de desalinización del agua del mar, resulta preferible transportar agua dulce mediante barcos petroleros.

Se ha pensado incluso, en conducir grandes bloques de hielo desde los casquetes polares a las zonas deficitarias de agua. Creemos no es desaminada la idea que tuvo J. Torán de transportar agua dulce en grandes recipientes flexibles, flotando sobre el mar, gracias a la menor densidad del agua dulce.

2.4. Regulación interanual para compensar los ciclos de pluviosidad.

El aprovechamiento integral del agua dulce lleva a planteamientos distintos de los usuales hasta el ayer inmediato. Más que de garantía de caudal utilizado debe hablarse de utilización total.

En los periodos de años húmedos, con pluviosidad superior a la media, debe almacenarse agua para usarla en los años secos.

Acabamos de pasar dos años de lluvias abundantes en que por falta de capacidad de los embalses se han tirado al mar, sin ser utilizados ni siquiera para producir energía, bastantes miles de millones de metros cúbicos.

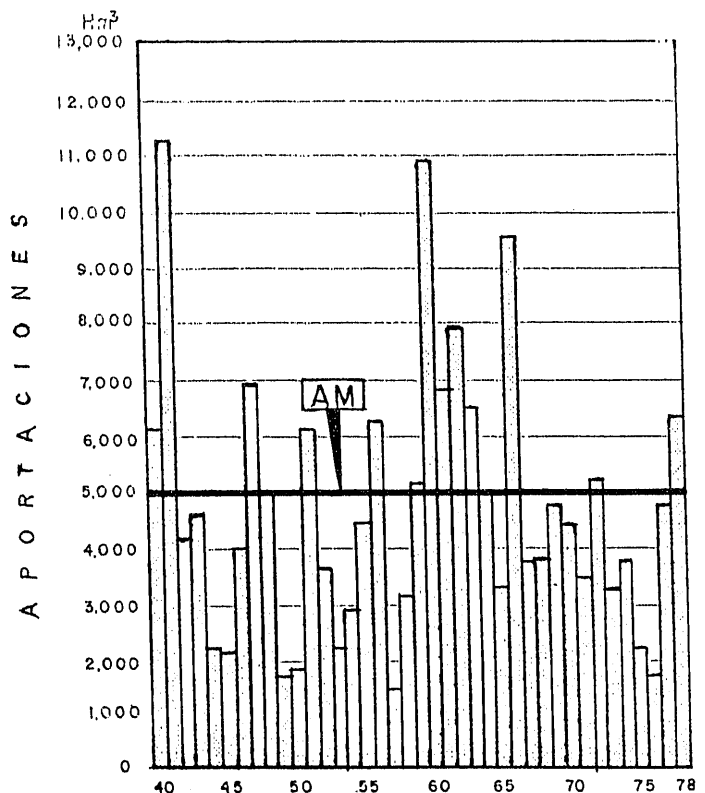


Figura 1.

NUEVAS PRESAS A REALIZAR EN ESPAÑA

En la figura 1 se representa la evolución, durante los últimos cuarenta años, de las aportaciones anuales del Duero, que puede considerarse representativo de los ríos españoles más importantes. Se observan las fuertes desviaciones de las aportaciones anuales con respecto a las aportaciones medias, lo que exigiría la construcción de embalses explotados en régimen interanual, para utilizar una proporción creciente de las aportaciones medias.

El rendimiento de los embalses, es decir, la proporción entre los volúmenes de agua garantizados por la regulación y las capacidades de embalse para ello necesarias, decrecen al aumentar la cantidad de agua aprovechada (fig. 2); durante los períodos deficitarios, el caudal marginal utilizado, debe proceder en su totalidad de embalses; cuanto mayor el producto de tales períodos de tiempo por el caudal, mayor el volumen marginal de embalse necesario para atender el consumo de agua. En consecuencia, con la utilización progresiva de los recursos hidráulicos, será necesario construir mayor capacidad de embalse por cada metro cúbico de agua garantizado anualmente. Cuando se precisaba menos agua que las aportaciones medias anuales, bastaban embalses estacionales para cubrir los déficits de estiaje que duran tres o cuatro meses, mientras que al aumentar la demanda, los embalses deben cubrir el déficit de un año seco más el estiaje del siguiente (dieciocho o veinte meses), e incluso los de varios años secos consecutivos.

Por otra parte, las aportaciones de muchos ríos no se conocen bien hasta que se construyen embalses en ellos, pues siempre es difícil lograr precisión en los aforos durante las avenidas. Ahora bien, dado el carácter torrencial de muchos ríos españoles, el volumen de avenidas representa una parte importante de su aportación total, y ésta suele quedar subestimada. Por eso en diversos casos han resultado pequeños, embalses de los cuales se llegó a pensar al principio que nunca llegarían a llenarse.

2.5. Evitación de daños de crecidas.

Los ingenieros españoles no prestamos suficiente atención a divulgar los beneficios reportados por las presas al evitar o laminar las avenidas.

Los recientes daños en Valdepeñas podrían haberse evitado con una presa de coste menor que las pérdidas evaluadas.

En las crecidas sufridas hace años en el Sureste sólo en la cuenca del Adra las pérdidas se estimaron en 1.000 millones de pesetas. Este era

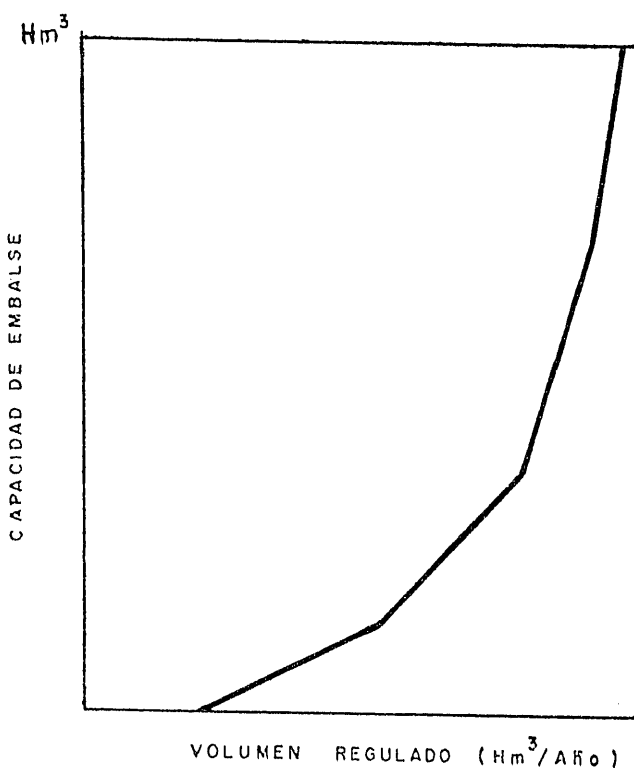


Figura 2.

entonces el presupuesto de la presa de Benimar, que de haber estado terminada hubiese evitado la casi totalidad de tales pérdidas. Es decir, con sólo aquel servicio, se hubiese amortizado su construcción.

En muchos casos más eficaz (e incluso económico) que construir canalizaciones y muros de defensa, resultan los embalses para absorber las crecidas.

El pasado año Amposta y Tortosa hubiesen sufrido una verdadera catástrofe de no haber sido por los embalses de Mequinzenza y Ribarroja.

Asimismo, conviene recordar que Entrepeñas y Buendía hacen no se produzcan las inundaciones anuales que antes había en Aranjuez, con cortes de carretera y ferrocarril.

2.6. Trasvases y regulación intercuenas.

Aunque encontrarán obstáculos y oposiciones (en algunos casos invencibles) en el futuro habrá que realizar más trasvases de un río a otro de distinta cuenca, pues el crecimiento de población obligará a no considerar aisladamente cada región. Pensamos resultará ventajoso llevar agua a los lugares donde el terreno y el clima sean favorables, trasvasando también poblaciones en caso conveniente.

3. CONSIDERACIONES ECONOMICO-POLITICAS PRESAS GRANDES O PRESAS PEQUEÑAS

Hoy día la construcción de nuevas presas encuentra creciente oposición en las expropiaciones, y por ello con carácter de urgencia se debían reservar los posibles vasos, impidiendo en ellos nuevos asentamientos de casas, fábricas, etc. Ejemplo para meditar es el de la presa de Recas, en el río Guadarrama, cuyo proyecto se ha terminado hace poco, pero donde la creación de una urbanización en el vaso va a hacer imposible la realización de la presa.

En cambio, a favor de las presas está que la escasez y carestía de la energía hace que el suministro con agua superficial rodada sea, en general, preferible a la extracción de agua de pozos.

Por otra parte, las situaciones de inflación pueden hacer no rentables (e incluso no posibles) las inversiones a largo plazo, cual son normalmente las obras hidráulicas. Frente a ello se debe hacer un planteamiento a escala nacional, buscando el beneficio futuro, no sólo el presente, y procurando utilizar los medios del país, para fomentar las producciones propias, en lugar de importar equipos ya manufacturados.

Opinamos que, es preferible mantener un ritmo continuo en la actividad de construcción de aprovechamientos hidráulicos, en lugar de iniciar planes ambiciosos; estos pueden producir, como consecuencia de la falta de recursos económicos o por haberse adelantado a la demanda del agua para sus diversos usos, la infrutilización de los recursos empleados y ocasionar discontinuidades en la actividad de los diversos equipos dedicados a las obras hidráulicas.

Respecto a la utilización del agua para fines agrícolas, pensamos es conveniente conceder preferencia a la puesta en riego de pequeñas zonas regables dispersas por todo el ámbito nacional y que en pocos años pueden alcanzar su plena producción, antes que pensar en grandes planes de regadíos, cuya plena utilidad sólo se conseguiría a muy largo plazo. En la actualidad, las posibilidades de elevación de agua por bombeo y el empleo del riego por aspersión, permiten prescindir de la construcción de largos tramos muertos de canal, destinados a conducir el agua a las zonas regables, así como también de las extensas redes de acequias requeridas para la distribución del agua a todas las parcelas.

En España, puede decirse que la mayor parte de las presas de características singulares o grandes dimensiones, están ya construidas, pero como consecuencia de lo indicado, habrá que construir muchas presas de dimensiones modestas y también recrecer o reformar muchas de las ya existentes.

4. LA ENERGIA HIDRAULICA EN RELACION CON OTRAS FUENTES ENERGETICAS

Gran número de presas, tanto en España como en todo el mundo, están destinadas total o parcialmente a la producción de energía hidroeléctrica. En un pasado próximo, el abaratamiento relativo de la energía procedente del petróleo, más que el agotamiento de los recursos hidroeléctricos utilizables, truncó los planes de aprovechamiento integral de la energía hidráulica. Ahora, en cambio, las perspectivas de agotamiento de los combustibles fósiles líquidos y su rápido encarecimiento, deben promover la utilización de un recurso energético autóctono y limpio como es la energía hidráulica, cuya flexibilidad de producción proporciona la enorme ventaja de complementar e integrar en las curvas de demanda la energía procedente de otros medios más rígidos de producción. Sin embargo, el deseo de paliar y disimular los efectos de la rápida escalada de los precios de los combustibles, ha sido causa de la implantación de subvenciones y compensaciones a favor de los combustibles y de precios políticos para la energía, que en lugar de favorecer el desarrollo de nuevas instalaciones hidroeléctricas, los ponen en competencia con otras fuentes energéticas, a cambio de que el conjunto nacional haya de realizar desembolsos mayores.

Esperamos que estos y otros obstáculos, entorpecedores de la utilización integral de los recursos hidroeléctricos, sean eliminados en un plazo prudencial y se planifique la construcción de nuevas instalaciones hidroeléctricas en coordinación con otras fuentes energéticas. A continuación, analizaremos la función que en el futuro debería asignarse a la energía hidroeléctrica y la incidencia de la utilización integral de los recursos hidroeléctricos en la construcción de nuevas presas.

La producción de energía eléctrica en España en el pasado año fue del orden de 100.000 GWh. De esta energía, 42.000 GWh procedieron de centrales hidroeléctricas, en un año en el que las condiciones hidrológicas fueron extraordinariamente favorables para fines energéticos. Se estima en 35.000 GWh la capacidad de producción media anual de las centrales hidroeléctricas actualmente en servicio en España, cifra que representa, aproximadamente, la tercera parte de la energía eléctrica generada. La potencia instalada en la actualidad en centrales hidroeléctricas, asciende a 13.500 MW, es decir, algo menos de la mitad de la potencia total instalada en España.

Es frecuente leer en periódicos y aún en revistas técnicas, que están prácticamente agotados los recursos hidroeléctricos aún sin utilizar en España. Hoy día se conoce con bastante precisión la hidrología de los ríos españoles, así como las condiciones topográficas, geológicas y sociológi-

cas que pueden incidir sobre su aprovechamiento hidroeléctrico, por lo que es posible evaluar con cierta precisión el potencial hidroeléctrico técnicamente utilizable. Según los estudios realizados en época reciente, los recursos hidroeléctricos aún utilizables en España, se pueden valorar en unos 24.000 GWh. Sumada esta posible producción de energía a la que aportan las centrales hidroeléctricas actualmente en servicio, nos acercamos a un potencial hidroeléctrico técnicamente aprovechable del orden de 60.000 GWh.

No será posible alcanzar la utilización total del potencial hidroeléctrico, por incompatibilidad en algunos casos con usos consuntivos del agua, por oposición a la ocupación de los terrenos afectados o por motivos económicos. Es difícil aplicar unos criterios económicos asépticos, que permitan delimitar el potencial hidroeléctrico que económicamente es conveniente aprovechar, ya que los precios de la energía son distorsionados por subvenciones para diversos usos o por compensaciones a favor de los combustibles que utilizan las centrales térmicas, creando unas condiciones artificialmente desfavorables a la utilización integral de un recurso nacional inagotable en el tiempo, pues se repone cada año de modo natural.

Opinamos que, si a la energía hidroeléctrica se le concediesen subvenciones similares a las que recibe la energía procedente de los combustibles nacionales, sería factible utilizar la mayor parte del potencial hidroeléctrico disponible.

Pero aunque los recursos hidroeléctricos sin utilizar sean considerables, sumados a los recursos energéticos nacionales hoy en uso, no alcanzan a resolver totalmente el abastecimiento de energía durante los próximos años, por lo que es necesario pensar en otras fuentes de energía, especialmente la nuclear.

La energía hidroeléctrica beneficiable en los nuevos aprovechamientos hidroeléctricos, representaría un ahorro anual de seis millones de toneladas de petróleo; esto en el supuesto de sustituir con energía térmica los déficits de energía hidroeléctrica, debidos a las irregularidades hidrológicas y a las variaciones de la demanda. Sin duda en el futuro será integrable en el mercado toda la producción hidroeléctrica, por lo que conviene planificar la construcción escalonada de los nuevos aprovechamientos.

Los aprovechamientos hidroeléctricos aunque sean de agua fluyente, reducen el consumo de combustibles y son beneficiosos desde el punto de vista nacional. Con mayor motivo, los aprovechamientos provistos de regulación, presentan ventajas esenciales, y su desarrollo, coordinado con el de otras fuentes de producción de energía, permite regular las diferencias de cada instante entre la demanda y la producción.

Conviene recordar algunas de las características específicas de la energía hidroeléctrica.

a) La producción de energía eléctrica ha de seguir instantáneamente las fluctuaciones de la demanda; no es posible almacenarla en forma de electricidad, pero, en cambio, es factible su almacenamiento indirecto en embalses de agua. Estos se aplicaron inicialmente a corregir las irregularidades estacionales del caudal mientras que hoy día, deben servir para corregir cualquier desviación entre la potencia demandada y la producción. Las centrales cuya energía resulte a coste moderado, y las que implican dificultades al parar y arrancar, deben funcionar en base, es decir, de modo casi constante, reservando las hidroeléctricas para las puntas, por lo cual han de estar dotadas de una capacidad de embalse idónea.

b) La posibilidad de disponer grupos reversibles (aptos para generación y bombeo) en centrales situadas entre dos embalses, permite reponer los volúmenes de agua en el embalse superior, mediante el bombeo, utilizando excedentes de energía producidos en horas de bajo consumo. La rigidez en la explotación de las centrales nucleares y el escaso costo marginal de combustible por kilovatio-hora adicional producido, así como la producción forzosa de energía por razones técnicas en otras centrales térmicas, harán que se disponga de considerables cantidades de energía que mediante bombeo, podrán retenerse para ser utilizadas cuando exista mayor demanda de energía, aunque ello implique pérdidas en el proceso de bombeo-generación.

c) La potencia adicional instalada en grupos de gran potencia que utilizan desniveles medios o altos, resulta a costos muy inferiores a los correspondientes a las centrales térmicas, si se exceptúan las turbinas de gas. El coste marginal por kilovatio hidroeléctrico, viene a representar el 30 por 100 del coste del kilovatio instalado en centrales nucleares, el 50 por 100 del coste en centrales de carbón y el 60 por 100 del kilovatio instalado en centrales térmicas de fuel-oil. La comparación resultaría más favorable a favor de las centrales hidroeléctricas si la valoración se aplica sobre la potencia garantizada, tomando en consideración las indisponibilidades. En consecuencia, no será conveniente sobreequipar el parque térmico para atender a demandas o sustituciones como reserva de escasa duración, papel que mucho más económicamente pueden satisfacer la potencia hidroeléctrica adicional instalada en nuevos aprovechamientos hidroeléctricos, en centrales de bombeo o ampliando la potencia en saltos de agua ya existentes.

d) La potencia aportada por los grupos hidroeléctricos alimentados por embalses, puede rápidamente adaptarse a las variaciones de la deman-

NUEVAS PRESAS A REALIZAR EN ESPAÑA

CURVA DE POTENCIA MEDIA HORARIA

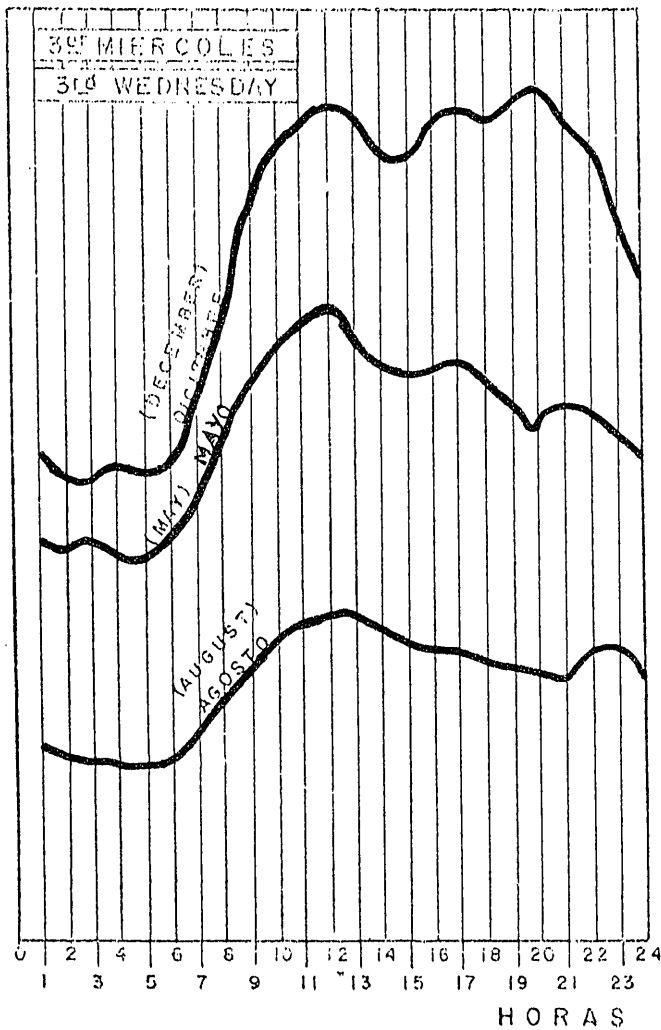


Figura 3.

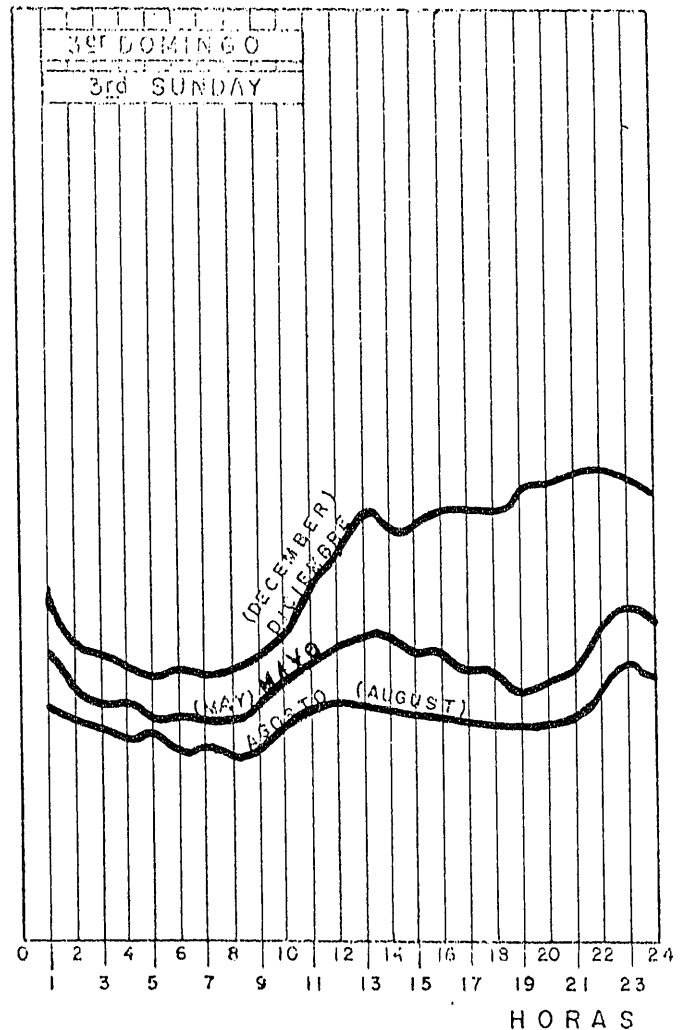


Figura 4.

da o sustituir los fallos en la producción. En solo unos minutos se ponen en marcha los grupos hidráulicos, y en segundos varían su producción alcanzando la plena carga, mientras que los térmicos requieren una preparación de bastantes horas y han de respetar una lenta rampa de subida. Por ello, las centrales hidráulicas son muy convenientes para regular las variaciones de la demanda y como reserva rápida para reemplazar fallos en la producción.

Las figuras 3 y 4 representan los diagramas de demanda de potencia en días laborables y festivos en meses de invierno, primavera y verano. Puede observarse la fuerte variación de la demanda dentro de cada día y la incidencia estacional, lo que determina que cierta proporción de la potencia demandada, se utilice en número moderado de horas al año. La energía hidroeléctrica, por su escaso costo de potencia añadida y por su flexi-

bilidad de explotación, es adecuada para cubrir las puntas de demanda, quedando las centrales térmicas (nucleares, de carbón y de fuel-oil), destinadas a cubrir la base y zona media de las curvas de carga. En la figura 5 se representa esquemáticamente la curva monótona de duración de potencias demandadas y su cobertura por los diversos medios de producción de energía eléctrica.

A lo largo del año, los grupos térmicos, están indisponibles una importante proporción del tiempo, parados por revisiones o por averías, y en los grupos nucleares para proceder a la recarga de combustible. En consecuencia, no se puede contar con la totalidad de la potencia durante todo el tiempo, sino que resultan a lo largo del año unas curvas de disponibilidad de potencia similares a las representadas en la figura 6. Para garantizar el suministro de energía, no basta instalar la potencia que cubre estrictamente la demanda previs-

NUEVAS PRESAS A REALIZAR EN ESPAÑA

CURVA MONOTONA DE POTENCIA

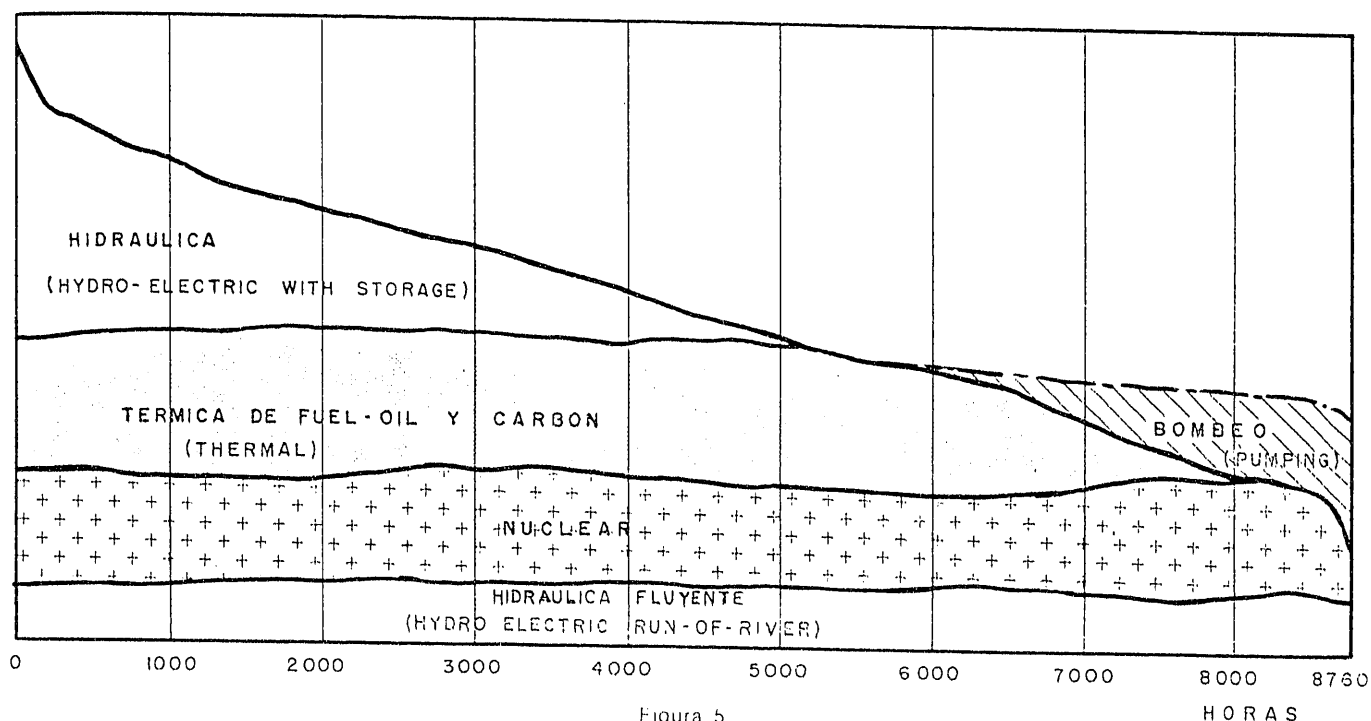


Figura 5.

la, sino que hay que prever una reserva para cubrir las indisponibilidades en el equipo de producción. Cuando los periodos de indisponibilidad son cortos, la energía hidroeléctrica procedente de embalses, es la solución más económica.

Como consecuencia de estas consideraciones, opinamos que aunque la energía térmica (nuclear y con carbón) ha de cubrir la mayor parte de los incrementos en la demanda de energía eléctrica durante los próximos decenios, habrá que instalar en centrales hidroeléctricas aproximadamente la mitad de la potencia añadida en centrales térmicas, para hacer frente, lo más económicamente

posible, a las variaciones de la demanda y a las deficiencias en la producción debidas a indisponibilidades de duración moderada. Esta previsión conduciría a instalar cerca de 7.000 MW hidroeléctricos actualmente en servicio. La potencia dimensionada con el antiguo criterio de tres mil, cuatro mil o más horas de funcionamiento al año, resulta excesiva para la función que se reserva en el futuro a las centrales hidroeléctricas. Se ha de disponer de mayor potencia y muchos aprovechamientos existentes, debidamente transformados, permiten concentrar la energía en horas de punta, con costes moderados y sin las pérdidas de energía ineludibles en los bombeos. Se han de aumentar centrales y conducciones, y recrecer presas existentes, o construir algunas nuevas.

Se debe preparar un plan de desarrollo de los recursos hidroeléctricos aún sin utilizar, considerando la función que las centrales hidroeléctricas deben satisfacer en el abastecimiento de energía eléctrica, así como la evolución previsible de la demanda de energía y del parque de centrales térmicas y nucleares que ha de suministrar la base de la demanda. Convendría escalonar la construcción de nuevos aprovechamientos hidroeléctricos, en función de la demanda de energía en un plazo largo, evitando la instalación de equipos que durante años resulten infrautilizados o que la prematura utilización de tramos de río, impidiese que algo más adelante pudieran ser estructuradas y

CURVA DE DISPONIBILIDAD DE POTENCIA

CENTRALES TERMICAS

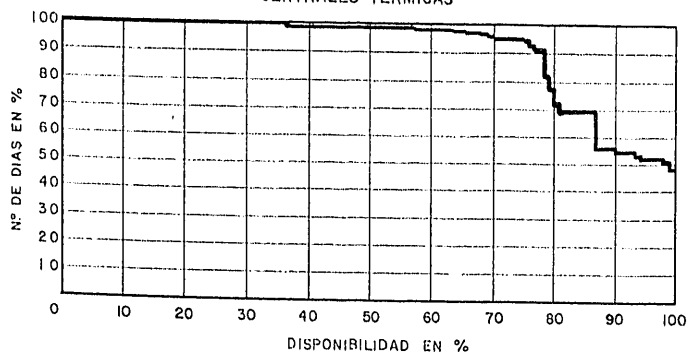


Figura 6

equipadas más convenientemente para la función que se les ha de exigir en el futuro.

5. NUEVAS PRESAS PARA FINES ENERGETICOS

Como consecuencia de lo expuesto se llega a que para desarrollar los recursos hidroeléctricos pendientes de utilización, será necesario construir un número elevado de presas.

Parte de la potencia hidroeléctrica a instalar en los próximos años, debe corresponder a ampliaciones de la potencia instalada en saltos ya en servicio, para lo que en bastantes casos bastará recrecer presas ya existentes.

Para utilizar los recursos hidroeléctricos restantes, más dispersos, será preciso construir numerosas presas, en su mayor parte de moderadas dimensiones. Además de unas 160 calificables como "grandes presas", será necesario un número elevado de presas de pequeña altura, para conseguir el aprovechamiento hidroeléctrico integral de los cursos de los ríos mediante "minicentrales".

Aparte de las presas destinadas al aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos y de las necesarias para las instalaciones de bombeo en circuito cerrado, también es necesario construir otras presas que indirectamente sirven para fines energéticos, entre las que destacan las destinadas a abastecer de agua a las centrales térmicas, las necesarias para derivar agua para refrigeración o para formar embalses de refrigeración y las que retengan las cenizas de centrales térmicas u otros residuos. En zonas alejadas de las costas o de ríos muy caudalosos, donde no sea posible contar con suficientes caudales renovables para realizar la refrigeración en circuito abierto, es preciso recurrir a la refrigeración en circuito cerrado, evacuando el calor a la atmósfera mediante la evaporación de pequeñas cantidades de agua en torres o en embalses de refrigeración. En las zonas en las que las condiciones hidrológicas, topográficas y geológicas lo permitan, creemos preferible la alternativa de embalses de refrigeración que requieren menos pérdidas de agua que las torres de refrigeración y eliminan parte de los efectos adversos sobre el ambiente de éstas, especialmente la formación de nubes, los ruidos y el obstáculo visual de las propias torres.