

UN PLAN HIDROELECTRICO NACIONAL

Por ENRIQUE SANCHEZ CONDE,

Ingeniero de Caminos.

Expone el autor algunas ideas generales sobre el tema del epígrafe y se propone exponer en artículos próximos cómo se ha llegado a asegurar el equilibrio entre la oferta y demanda de energía eléctrica, en Francia y en Italia.

I

La electricidad es, actualmente, uno de los principales factores del progreso de las naciones. Es la forma bajo la que se transporta más fácilmente la energía, y su producción anual nos proporciona una idea clara del grado de industrialización y del nivel de vida de un país; pero siendo difícil de almacenar, debe ser gastada, en general, al ser producida, debiendo marchar perfectamente ajustadas la oferta y la demanda, puesto que si existiera un defecto o un exceso de producción se originaría una disminución del consumo o una no utilización de la energía producida.

El progreso industrial y agrícola de una nación y la mejora de las condiciones de vida de sus individuos está íntimamente ligado con la producción de los cuatro principios básicos: carbón, acero, cemento y electricidad, y para conseguir un desarrollo económico es necesario la elaboración de un plan por medio del cual lleguemos al conocimiento de las necesidades del país y de las producciones que se pueden alcanzar.

De estos principios, unos tienen posibilidades prácticamente ilimitadas, bien por la abundancia con que pueden ser producidos en el país, o bien por las facilidades de importación. Otros las tienen totalmente limitadas por las razones contrarias. La electricidad participa, en general, de ambas características. Por un lado, las posibilidades de producción de un país son limitadas; por otro, podría importar del exterior toda la energía que necesitara en ciertas épocas del año, devolviéndola en otras, sin tener en cuenta el precio a que se cotice en los países que intervienen en el intercambio.

Para el estudio de un plan hidroeléctrico nacional, la consideración de las necesidades futuras de la población nos proporcionará la demanda a que debemos hacer frente y los plazos en los que se producirá. La consideración de las posibilidades de producción nos indicará si esta demanda se puede servir.

En los países industrializados, la demanda se

duplica en cada período de diez años; pero esta sencilla ley no puede ser generalizada, sino que es necesario una revisión, mediante un censo de la población, estudiando las posibles necesidades domésticas, los servicios públicos, las necesidades industriales y agrarias y el posible establecimiento de nuevas fábricas o industrias.

Estas consideraciones nos darán un mínimo de la demanda en el período de tiempo que estudiemos, mínimo que es necesario sobrepasar, ya que no debemos nunca ir detrás del consumo, frenando las posibilidades económicas del país, sino que la producción eléctrica debe ser superior a la demanda, procurando el fomento de nuevos empleos de la energía tanto en el consumo de usos domésticos como en las necesidades de los grandes consumidores.

El plan tendrá que hacerse fijando primeramente unas directrices generales que sirvan para orientarnos en un período largo de tiempo y luego subdividirlo en planes parciales que pueden ser de unos cinco años de duración. Estos planes serán completamente detallados, y durante el período de ejecución de uno de ellos se irá preparando el siguiente, modificándole con arreglo a las previsiones que no hayan sido cumplidas en el plan anterior.

En el plan general tenemos que determinar: la frecuencia, la tensión, la cantidad de energía que se puede obtener de cada región y el transporte de esta energía.

Frecuencia. — La nación debe tener una sola frecuencia que, salvo para el transporte, puede ser de 50 ó de 60 períodos.

Tensión. — Es necesario determinar cuál va a ser la tensión para grandes distancias de transporte, para transportes medios y para distribución. Igual que con la frecuencia, tendremos que tener en cuenta no sólo las condiciones del país, sino también las características de los países vecinos, ya que, dada la tendencia actual a conexiones internacionales, necesitaremos estar en condiciones de poderlas efectuar.

Producción. — La capacidad de producción de las regiones debe estudiarse minuciosamente, aumentando en todo lo posible, dentro de los límites de la economía, la potencia de las centrales, utilizando toda la altura disponible en los grandes valles y haciendo transvases o fraccionando estos altos, siempre que la mejora de rendimiento lo aconseje y la facilidad de explotación lo permita. No debemos olvidar que, en épocas futuras, pueden ser rentables aprovechamientos que, en ciertos momentos, pudieron no ser económicos, y sobre todo que para una nación que empieza a industrializarse será más conveniente la instalación de centrales de media y pequeña potencia, que permitirá crear una mano de obra especializada y una industria nacional productora de grupos generadores de energía. Sin embargo, estas instalaciones deben hacerse sin comprometer buenos aprovechamientos para el futuro.

Conocidas las posibilidades de una región, de la coordinación de producción de los diferentes centros hidráulicos y de su comparación con la demanda, se deducirá la necesidad de centrales térmicas, para cuya instalación se deberá tener en cuenta los últimos adelantos, si son aplicables al país, la comparación entre el precio de la energía hidráulica y la térmica y los beneficios ocasionados por la época del año en que ésta se ha de producir, así como que el precio del carbón aumentará más cada vez, no sólo por las subidas de los jornales mineros, sino por la serie de nuevas aplicaciones químicoindustriales a que se destina.

Transporte. — La distancia entre los centros productores y los consumidores, por un lado, y el desajuste entre la oferta y la demanda regional, por otro, nos lleva a la creación de una red eléctrica de transporte que nos permita anular este desequilibrio, efectuando un intercambio de energía entre regiones y una segunda red que pueda conducir esta energía a los mercados.

Es, pues, necesario fijar los puntos o vértices-bases de la red de distribución general, marcando la tensión a que debe funcionar esta red, y determinar asimismo una red secundaria a tensión inferior que nos servirá para fijar las redes de distribución a baja tensión.

Estos son, a grandes rasgos, los factores que es necesario tener en cuenta para la redacción de un plan nacional; pero veamos, antes de seguir avanzando, cómo se ha producido la idea y la necesidad de utilizar las posibilidades totales de una nación en la industria eléctrica.

La central aislada, el grupo regional y el conjunto nacional. — El concepto antiguo de la central aislada ha evolucionado ante el problema de mantener cons-

tantemente iguales la demanda y la oferta de energía.

Para resolver este problema, podemos actuar sobre las dos variables.

Sobre la demanda, en la economía libre, por variación de tarifas; en economía dirigida, fijando las horas de trabajo de industrias y comercios. Sobre la oferta, modificando las condiciones naturales de producción de energía por medio de embalses o ligando unas a otras las centrales, de forma que una de ellas pueda atender el mercado de cualquiera de las demás.

En los principios de la electricidad pudo pensarse que una sola central pudiera servir energía a un grupo de consumidores cercanos, pero pronto se vió que el rendimiento económico no era bueno. Si la demanda era continua, surgía la necesidad de hacer pantanos que pudieran servirla, antieconómicos en la mayoría de los casos, o bien utilizar caudales mínimos desaprovechando posibilidades mejores. Muy pronto, pues, se dió el segundo paso, consistente en utilizar los recursos de una misma región, creándose una serie de Empresas con intereses locales y áreas de acción perfectamente limitadas. Pero con ello tampoco quedó resuelto el problema. Los aprovechamientos hidráulicos de una misma región tienen características parecidas y únicamente se abarata la energía por el hecho de que los embalses reguladores, situados en cabecera de los aprovechamientos de la Sociedad explotadora, pueden servir para los aprovechamientos de aguas abajo.

¿Cuál puede ser el tercer paso? Se ha dado ya en algunos países y consiste en el intercambio de energía entre las diferentes regiones productoras. Seguramente, y en plazo breve, quedará francamente dado el paso siguiente de interconexión entre naciones, apenas iniciado en la actualidad.

Para estudiar el intercambio entre regiones, vamos a analizar los llevados a cabo en Francia bajo

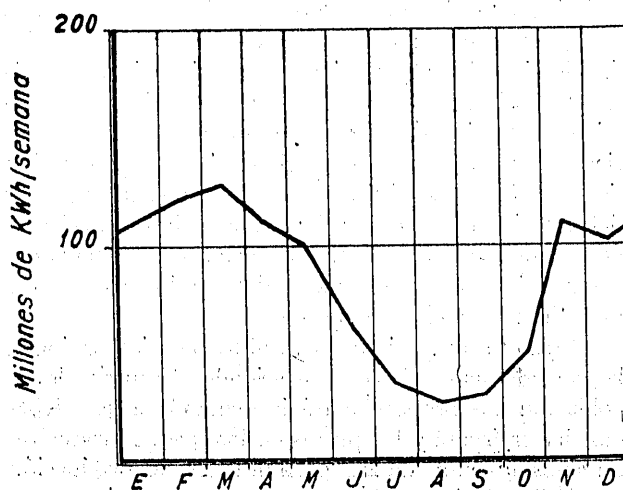


Fig. 1.ª — Producción del macizo central.

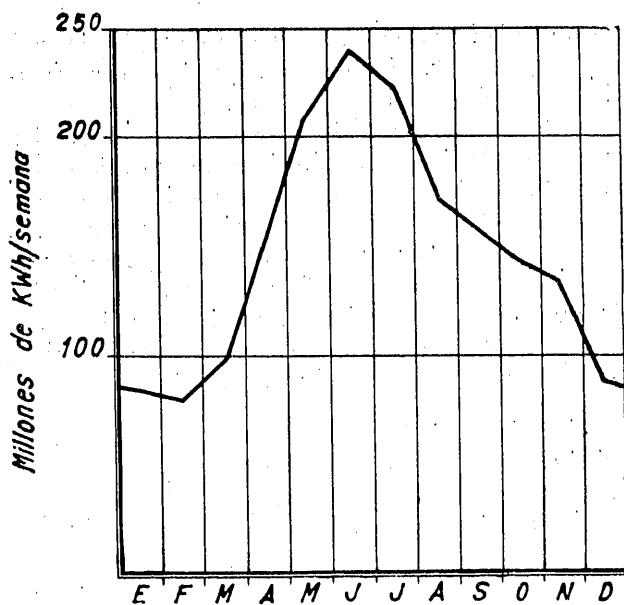


Fig. 2.ª — Producción de los Alpes.

el control del Estado por medio de Electricité de France, por ser este país uno de los más adelantados en este aspecto.

Francia tiene tres regiones principales productoras de energía hidroeléctrica: los Alpes, los Pirineos y el Macizo Central, cuyas posibilidades naturales de producción en año medio quedan reflejadas en los esquemas adjuntos, con arreglo a los aprovechamientos instalados en 1948. Para ello, los caudales no han sido modificados, pues, por los embalses existentes, y la producción es la que pueden proporcionar en año medio las centrales existentes sin dichos embalses.

La producción del Macizo Central es la normal de un régimen pluvial. Hay fuertes disponibilidades

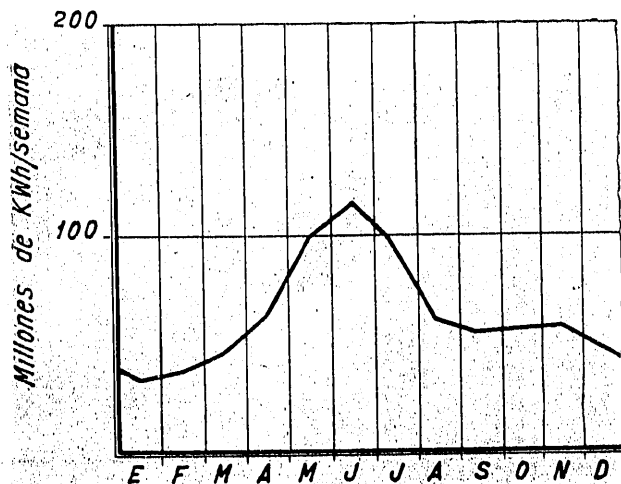


Fig. 3.ª — Producción de los Pirineos.

en invierno, encontrándose inmediatamente una baja rápida cuando las cuencas han recogido todas las escorrentías, llegando al mínimo en agosto.

En este régimen, como en todos los pluviales, debemos hacer notar una gran variación entre las disponibilidades naturales y lo que hemos dado en llamar comúnmente "año hidráulico medio". Aunque la lluvia total sea muy abundante y, por tanto, bueno

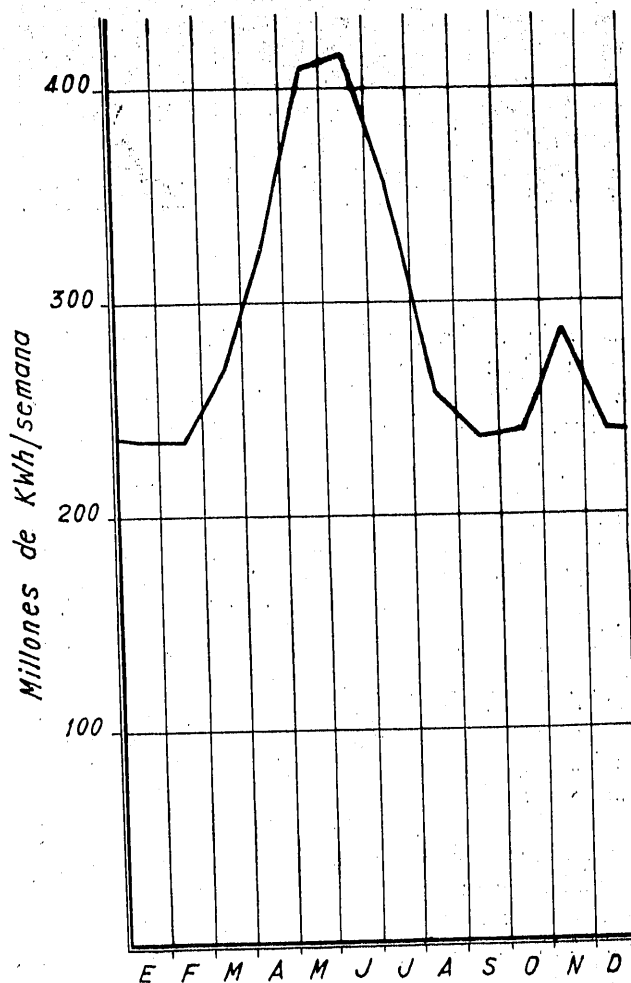
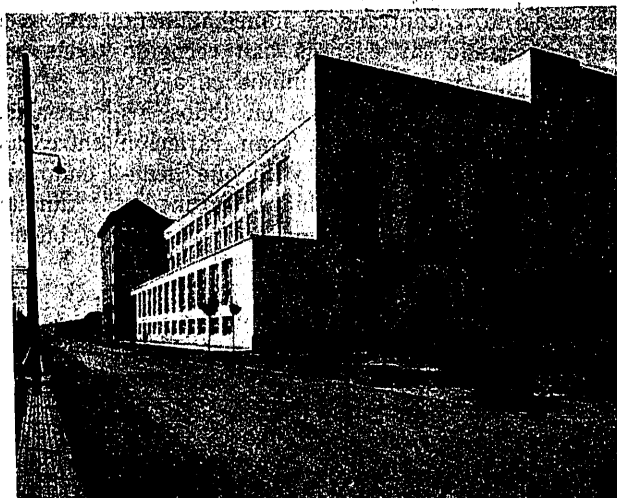


Fig. 4.ª — Producción total de Francia.

el año hidráulico, la concentración de fuertes lluvias en períodos de tiempo muy corto puede ocasionar escasas disponibilidades naturales y períodos hidroeléctricos débiles.

La producción de los Alpes corresponde a un régimen glaciar. El máximo período de deshielo, situado en los meses de junio y julio, da las mayores producciones, en tanto que durante el invierno las heladas impiden que el caudal sea grande.

Los Pirineos tienen un carácter mixto. Su producción máxima está situada en junio, debida a la



Central térmica de Ponferrada.

fusión de la nieve, y decrece rápidamente por falta de un régimen glaciar; pero este decrecimiento se encuentra frenado por las lluvias de septiembre a noviembre, que se convierten en nieve a partir de este mes.

Por superposición de estas disponibilidades de energía eléctrica en las tres regiones principales productoras, se puede formar un conjunto para un estado de utilización de los ríos (en nuestro caso, las centrales construídas hasta 1948): el indicado en la curva de la figura 4.^a, en la que se percibe claramente la influencia de los Pirineos y, sobre todo de los Alpes, que introducen una prolongada punta de verano y dos mínimos alrededor de enero y septiembre, que corresponden, por tanto, a unos "estiajes nacionales" (según Leviant).

¿Puede esta curva de posibilidades nacionales cambiar los distintos estados de aprovechamiento hidráulico de las regiones citadas? Desde luego, y para ello nos basta tener en cuenta la energía producida en el año 1948 por cada una de ellas y la que podría ser producida:

	Productibilidad en miles de millones de Kw-h. 1948	Por 100 en 1948	Productibilidad posible	Por 100 posible
Alpes	9,1	53 %	45	55,5
Macizo Central...	3,4	20 %	25	31
Pirineos	4,6	27 %	11	13,5

Vemos, según ello, que el régimen alpino se acentuará, aun cuando se haya hecho el aprovechamiento total de las disponibilidades eléctricas, pero la disminución del porcentaje del régimen pirenaico y el au-

mento de la influencia del Mazico Central ha de traer una mejora en la oferta, disminuyendo la desproporción entre el invierno y el verano.

Esta superposición de las curvas de producción constituye la interconexión integral, prácticamente imposible de obtener por el enorme precio de las líneas de transporte que serían necesarias para llevarla a cabo; pero no hay que olvidar un segundo factor muy importante para modificar las curvas regionales de producción, los embalses, quedando todavía en reserva la energía térmica, que nos proporcionará la completa adaptación a la demanda.

Ventajas de la interconexión. — La interconexión exige el desembolso de un capital inicial grande para la construcción de unas líneas capaces de efectuar los transportes de energía necesarios; pero a cambio de ello nos proporcionan dos grandes ventajas:

1.^a Seguridad en el consumo: Los consumidores se abastecen de una red y no de una central o de una región hidráulica, con lo que se suprimen los incidentes de marcha y la falta de agua local.

2.^a La mejor utilización de las centrales: Se consigue esto, en primer lugar, porque la interconexión permite la especialización en centrales de punta y centrales base, según sea mayor o menor su facilidad de aumentar la producción en períodos de tiempo más o menos largos, y en segundo lugar, porque al poder repartir la carga entre los diferentes centros productores, mejoran los rendimientos globales de éstos. Es este último uno de los puntos más importantes de la interconexión, ya que los rendimientos globales serán mejores cuanto mejor estén pensadas las líneas de transporte.

Siendo fijas las centrales productoras, son los consumidores los que determinan, por su situación

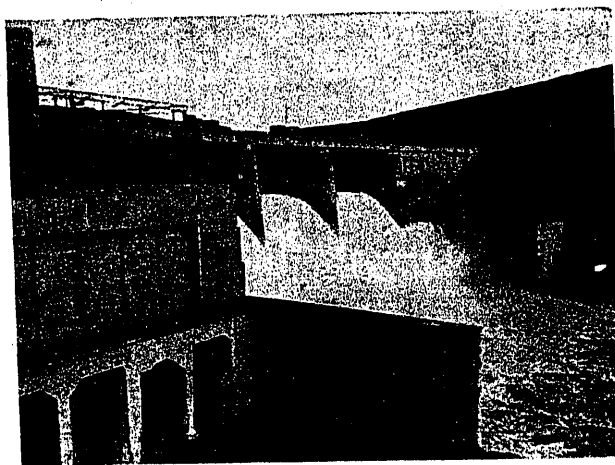


Presa y central de Genissiat (Francia).

geográfica, el trazado de las redes. Unos de ellos tienen perfectamente definida su situación, como es el uso doméstico, tracción, minas de carbón, etc.; pero otros, como la electroquímica y la electrometalurgia, pueden fijarse dentro de una zona. antes de construir las fábricas, cuya situación vendrá, por tanto, definida por la consideración de que la suma de los gastos de transporte de materias primas, elaboración, energía y transporte de productos elaborados sea mínima, y si consideramos que su consumo viene a ser en Francia un 15 % de la producción total de energía, en tanto que los consumidores geográficamente fijos vienen a consumir un 26 %, podemos hacernos idea de la importancia que tiene el estudiar cuidadosamente el emplazamiento de esas fábricas.

Las redes regionales, existentes normalmente en todas las naciones, no deben quedar absorbidas por la nacional. A ellas corresponde el importante papel de permitir la especialización de las centrales. Las centrales de punta deben proporcionar las puntas diarias de la región, aunque los consumidores no estén alimentados normalmente por ellas, puesto que la red nacional no resultaría económica si se proyectara para este transporte, mientras la energía de noche que producen las centrales de agua fluyente puede ser transportada a los centros de consumo adecuados. La red nacional queda como un medio de unión entre los productores y consumidores, y su misión es únicamente la adaptación entre oferta y demanda.

Sin embargo, la interconexión no es una cosa sencilla. Plantea una serie de problemas, debidos, en parte, a los consumidores, y en parte, a las mismas centrales productoras y líneas de transporte. En primer lugar es necesario, con relación a los consumidores, mantener en todos los puntos de la red tensiones y frecuencias que varíen entre límites muy pequeños. Se precisa, además, hacer un reparto equitativo de la carga entre los centros productores, tanto



Presa y central de Villalcampo, en el Duero.

hidráulicos como térmicos, y evitar inestabilidades que encuentran su motivo principal en la longitud excesiva de las líneas de transporte, circunstancia muy frecuente, ya que las centrales productoras suelen estar muy alejadas. Las comunicaciones entre ellas se han de hacer por teléfono, es decir, de forma no instantánea, y la marcha acoplada se hace difícil.

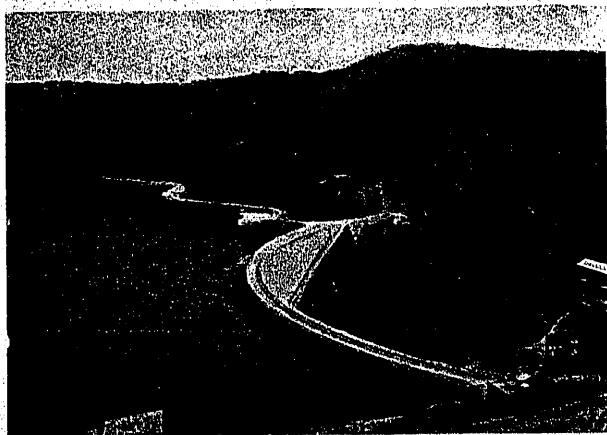
No detallamos las diferentes soluciones ensayadas para soslayar estas dificultades; sólo diremos que la que parece ha tenido más éxito hasta ahora es el ajuste de potencia-frecuencia, en el que cada red secundaria regula simultáneamente una función lineal de ambas variantes:

A pesar de estos problemas, el inconveniente mayor de la interconexión puede decirse que reside en el número mucho más frecuente de incidentes registrados en las líneas que en los centros de producción.

Los embalses. — Son, según hemos indicado, el segundo medio de acción para resolver el problema de adaptar las disponibilidades a las necesidades; pues la interconexión no puede por sí sola eliminar la punta de producción de verano debida al régimen alpino.

Los beneficios de los embalses son bien conocidos, y no es necesaria la interconexión para hacerlos ver. Sobre las centrales aisladas actúan también ventajosamente en diferentes formas, entre las cuales podemos citar:

Proporcionan un aumento de producción, puesto que, al actuar como amortiguadores de crecidas, permiten utilizar caudales que de otra forma serían desaprovechados; mejora que también se puede traducir en que las centrales pueden ser equipadas para caudales menores, dando la misma producción en mayor número de horas, ya que pueden utilizar caudales más constantes.

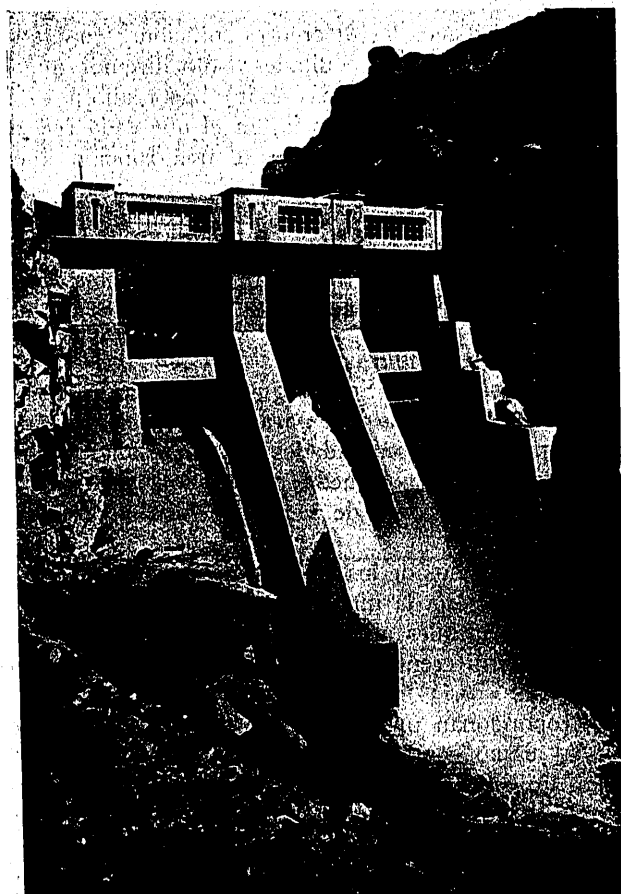


Presa de Enchanet (Francia).



Pantano de Avio (Italia).

Pueden servir para crear un salto, en cuyo caso la explotación del embalse es completamente distinta. En el primer caso, el embalse debe poder recibir cualquier avenida. En el segundo, para obtener la máxima producción de la central de pie de presa, el embalse debe mantenerse lo más alto posible, no gastando



Presa de la Fuente del Azufre, en el Sil.

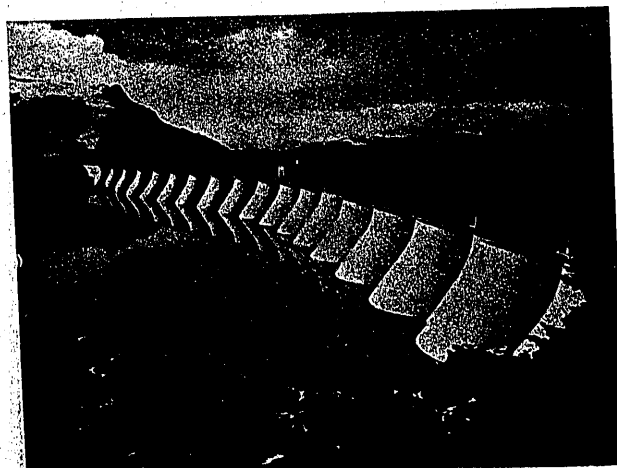
caudales superiores a la aportación del río más que cuando el valor de la energía producida así lo aconseje.

Para las centrales aisladas que tenían que atender a un grupo de consumidores de demanda casi constante a lo largo del año, la función de los embalses se limitó a aumentar la producción, y, sobre todo, a regular los caudales de agua a lo largo del año, haciéndolos, en cambio, variables en una misma jornada para poder suministrar las puntas diarias, aunque, a veces, carecieran de esta característica, si la central hidráulica estaba ligada a una térmica, invirtiendo de este modo la forma normal de trabajo de ambas.

La interconexión ha venido a cambiar estos conceptos. La superposición de los recursos de las diferentes regiones da una sola curva de disponibilidades, diferente de cada una de las anteriores, a la que hay que someter la producción regional, modificándola, para mejorar la curva nacional.

En Francia, según hemos visto, existen los estiajes nacionales en enero y septiembre, y, por tanto, cualquier embalse nuevo debe hacerse con la intención de suprimirlos, debiendo ser equipadas las centrales de aguas abajo con relación a este criterio, tendiéndose en los antiguos, si ello es posible por el estado de equipamiento de las centrales existentes, a una ley de desembalse parecida.

Es, pues, absurdo, desde el punto de vista nacional, tratar de regularizar los ríos del macizo central, ya que sería la forma de obtener una energía de verano cara que carecería de mercado. Según el nuevo concepto, estos ríos deben tener sus máximos caudales en invierno, durante los meses de enero, febrero y marzo y en el periodo de septiembre a diciembre, debiendo emplearse el resto del año en llenar los pantanos.



Presa del lago de la Girotte. (Francia).

En cambio, en relación con el régimen de desembalse diario, el concepto no ha variado. Los embalses permiten el funcionamiento de las centrales hidráulicas como centrales de punta, en tanto que las térmicas quedan como centrales base, con lo que se mejora notablemente su rendimiento y duración.

Centrales térmicas. — En los países ricos en combustibles constituyen la principal fuente de energía. En los pobres surgen como el complemento indispensable para terminar de adaptar la oferta y la demanda, una vez efectuadas la interconexión y los embalses. Sin embargo, hay una producción térmica ventajosa, como es la recuperación del gas de los altos hornos, y la que proviene de quemar menudos de carbón y residuos de lavado de las minas.

Estas centrales suelen tener una ubicación determinada por las circunstancias y deben trabajar, salvo excepciones, como centrales base.

En cambio, puede ser necesario la instalación de centrales térmicas que completen las necesidades re-

gionales, aun cuando ello no sea económico, principalmente por la gran seguridad de producción.

Es esta seguridad la que, en previsión de años hidráulicos bajos, aconseja una proporción mínima de la energía térmica de una nación, proporción que ha disminuído en Francia por la interconexión, de un 60 a un 40 por 100, y que seguirá disminuyendo por la interconexión con las naciones vecinas.

Es, pues, imprescindible para la economía de un país, tener elaborado un plan de obras hidráulicas que le permita asegurar el equilibrio entre la oferta y la demanda, y en artículos próximos vamos a ver cómo han sido desarrollados estos planes en dos naciones bajo signo diferente: en Francia, en forma dirigida por el Estado a través de Electricité de France, que ha reunido todas las Compañías particulares, salvo la Compañía Nacional del Ródano; en Italia, con la iniciativa privada por intermedio de grandes agrupaciones eléctricas que controlan la casi total producción del país, tratando de deducir en ambos casos las ventajas que tienen y la posible aplicación a nuestras necesidades nacionales.