

ser derogado de un modo expreso; y el estudio de lo que permanezca vigente permitirá, probablemente, su simplificación, refundiendo las disposiciones que, guardando relación con una misma materia, sean susceptibles de ello.

Se llegará de esta suerte a un determinado número de Estatutos que servirán de base para el conocimiento perfecto y rápido del instrumento legislativo que regula cada materia, y permitirán apreciar la importancia, extensión y consecuencia de cualquier reforma que se pretenda implantar.

Estos Estatutos constituirán, en cierto modo, códigos fragmentarios, la refundición de los cuales para crear el Código único de las Obras públicas se hará cuando la realidad indique que ha llegado el momento oportuno para acometerla.

La labor que acaba de esbozarse, prolija en su primera fase, delicada y difícil en las siguientes, si ha de ser realizada en un período de tiempo relativamente breve, exige una asiduidad y una constancia difícilmente compatibles con el servicio normal. Por esta causa entendemos que esta función debe ser desempeñada por una Comisión, a cuyos elementos integrantes debe relevarse de cualquier otro cometido.

Acaso una forma práctica de verificar la simple recopilación fuera el destacar un funcionario de cada Negociado o Sección del Ministerio, que bajo la vigilancia del jefe respectivo redactara, por orden cronológico, las fichas de todas las disposiciones de carácter general y particular que tengan relación más

o menos directa con el servicio que a cada uno esté afecto. Para que esta recopilación ofreciera la máxima confianza sería necesario investigar en las fuentes directas (*Gaceta de Madrid* y archivos de las Secciones), sin sustituirlas por colecciones legislativas, donde a veces se omiten disposiciones legales promulgadas.

Sin esperar a que esta labor estuviera terminada, la Comisión que se nombrara, cuya primera misión sería la redacción del cuadro sinóptico, procedería a clasificar las disposiciones que se fueran recopilando.

Ya clasificadas, se acometería el estudio de cada grupo, para proponer la derogación de lo inútil y la refundición de lo vigente.

Resta sólo advertir que, siendo este trabajo principalmente jurídicoadministrativo, convendría designar, para integrar la Comisión referida, funcionarios que posean cierta especialización en la expresada disciplina.

Si se tiene en cuenta el abandono en que se encuentra un servicio de tan excepcional importancia como el de estadística de las Obras públicas, es posible que una solución más acertada que la propuesta fuese la de crear una Sección en el Ministerio de Obras públicas que, bajo la denominación de "Legislación y Estadística", se ocupara, de modo permanente, del cometido preconizado en el presente artículo y de los trabajos necesarios para formar una estadística exacta y reciente de las obras a cargo del citado Ministerio.

Fernando LEDESMA
Ingeniero de Caminos y abogado

La alimentación de los embalses y la producción de energía

La construcción de un embalse lleva consigo ordinariamente la disminución de la cantidad de energía utilizable en el tramo de río a que afecta. Si el pantano no existe, puede llegarse a aprovechar, por

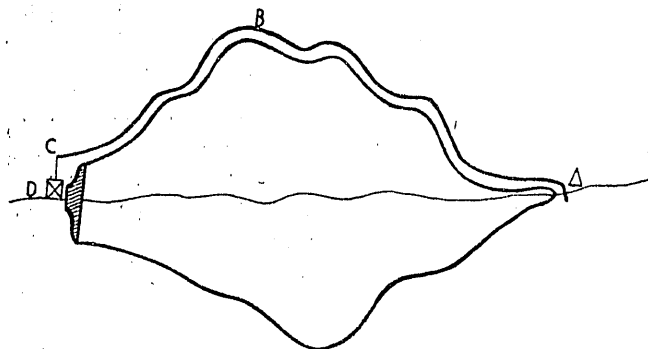


Fig. 1

lo menos teóricamente, toda la energía potencial del tramo de río que ocupa, es decir, la correspondiente a todo el volumen que por él circula y al desnivel total del tramo. Si se construye el pantano y no se instala aprovechamiento de pie de presa, toda esta energía se pierde; aun instalándolo, se pierde una cantidad de energía mayor o menor, según sean las característi-

cas del embalse y las normas que se sigan para la explotación. Las pérdidas son mínimas en el caso de que el embalse aproveche completamente para llenarse la aportación del río y se vacíe en una época en que éste no lleve ningún caudal. En estas circunstancias la energía perdida es lo que podríamos llamar de cola de embalse, o sea la correspondiente al recorrido que hace el agua desde su entrada en el vaso del pantano hasta alcanzar el nivel del agua embalsada. Si se quisiera utilizar esta energía, bastaría desviar el agua por un canal ABC (figuras 1 y 2) que, arrancando de la cola del embalse, contorneara éste y condujera el agua a un aprovechamiento combinado con el de pie de presa D, en el que se utilizara el desnivel existen-

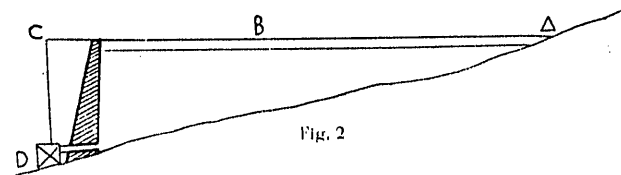


Fig. 2

te entre la llegada del canal y la superficie del agua embalsada. Sin embargo, este aprovechamiento no tiene, en general, interés práctico, por dos razones: por tratarse de energía correspondiente a un período de

aguas abundantes y porque sólo se trata de una fracción relativamente pequeña de la energía total del tramo. Así, por ejemplo, si consideramos el pantano de Garganchón, que con una altura de 50,5 metros cubica 23 409 000 metros cúbicos, y cuya curva de capacidad es la representada en la figura 6, tendremos que la energía bruta del tramo de río ocupado por el embalse es de 3 191 000 kilovatios/hora, de los cuales se pueden recuperar en el salto de pie de presa 2 337 000 kw/h, quedando, por tanto, para poder

abajo, o la conveniencia de tener vacío el pantano un determinado lapso de tiempo para atender a su limpieza y conservación.

En resumen, en los pantanos emplazados en el propio río alimentador, de ordinario lo más conveniente será limitarse a utilizar el salto de pie de presa, aun-

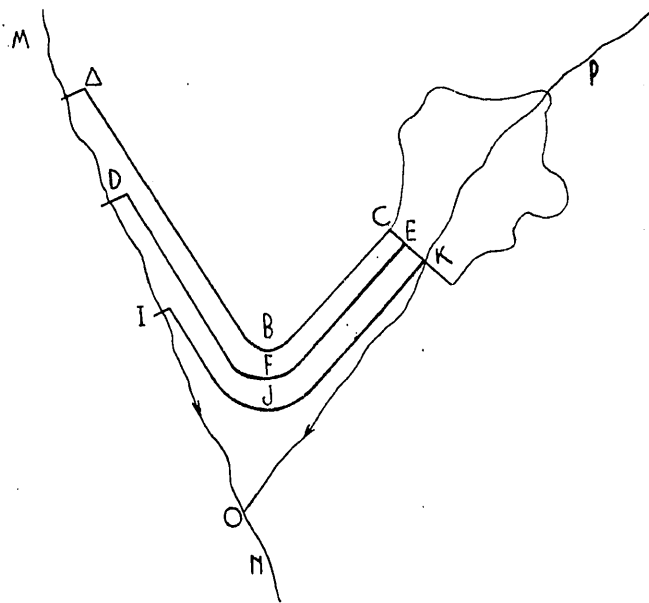


Fig. 3

ser aprovechados durante la alimentación del pantano, 854 000 kw/h, cuya utilización exigiría la construcción de un canal de más de 4 kilómetros.

El caso puede ser bastante distinto cuando la aportación del río es superior a la caída del embalse. Entonces es posible que la utilización del caudal sobrante con toda la altura del tramo produzca una cantidad de energía suficiente para justificar la construcción del canal lateral; es, sin embargo, probable que

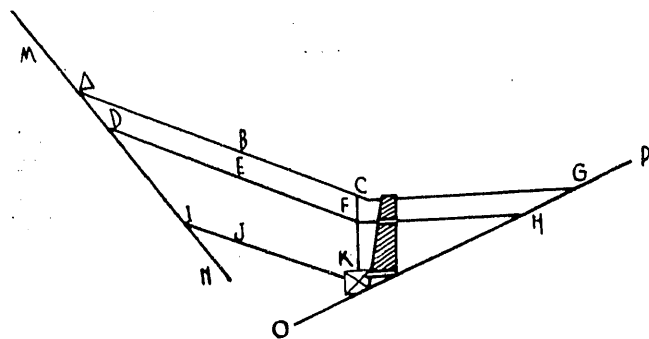


Fig. 4

lo más conveniente sea adoptar para el embalse un régimen de funcionamiento tal, que se llene el pantano lo más rápidamente que se pueda, con objeto de que el caudal sobrante se aproveche en el salto de pie de presa con el mayor desnivel posible; pero puede haber circunstancias que se opongan a esto, y que, por consiguiente, aconsejen la construcción del canal lateral, como pueden ser el deseo de que no entren aguas turbias en el embalse, la necesidad de respetar un caudal determinado para los aprovechamientos de aguas

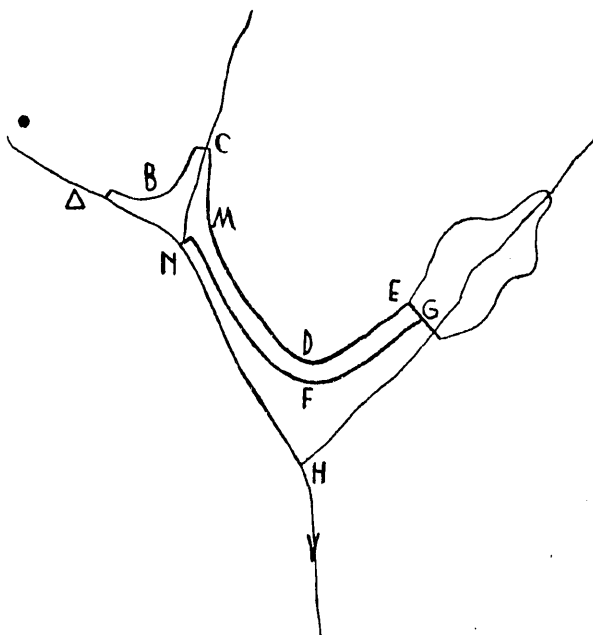


Fig. 5

que puede haber circunstancias excepcionales en que convenga completar el aprovechamiento en la forma que se acaba de indicar.

Vamos ahora a examinar el caso de los embalses en derivación. Si suponemos que en un cauce OP (fi-

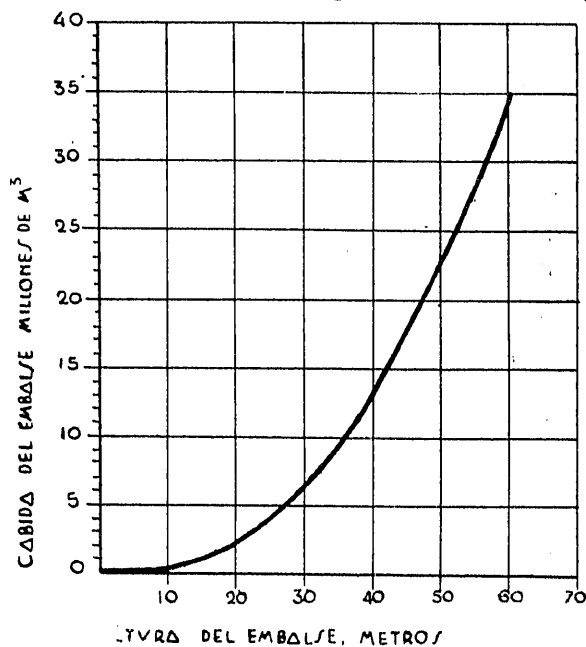


Fig. 6 Pantano de Garganchón. Capacidad del vaso

guras 3 y 4) se establece un pantano que, por insuficiente aportación de la cuenca propia, hay que alimentar con aguas procedentes de otro río MN, el procedimiento comúnmente seguido consiste en establecer un canal de derivación ABC, que, teniendo su llegada a la cota CG de máximo embalse, asegure la en-

trada de agua en el pantano, cualquiera que sea el nivel que ésta alcance dentro de él. En estas condiciones, la pérdida de energía es la misma que tiene lugar en el caso de la alimentación directa. Así, por ejemplo, si consideramos el pantano de Sajazarra, cuya curva de capacidad es la representada en la fi-

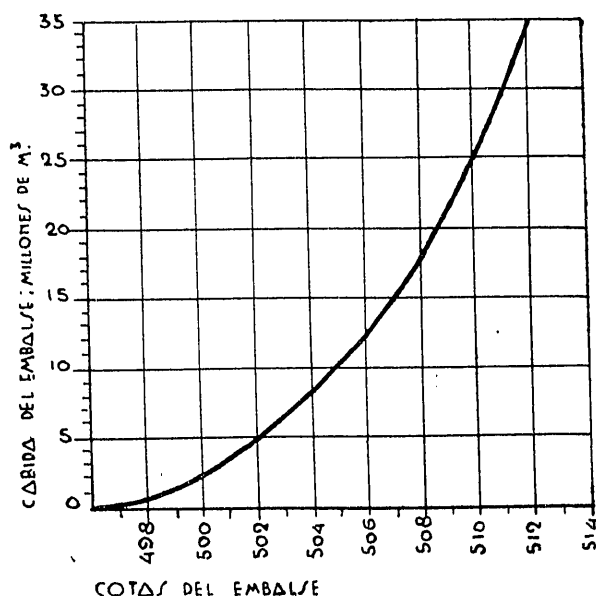


Fig. 7. Pantano de Sajazarra. Capacidad del vaso

gura 7, y suponemos una altura de agua de 16 m, a la que corresponde una cabida de 34 899 000 metros cúbicos, tendremos que la energía bruta correspondiente a la altura del pantano y el volumen total en él almacenado será de 1 507 000 kilovatios/hora, de los cuales pueden recuperarse en el salto de pie de

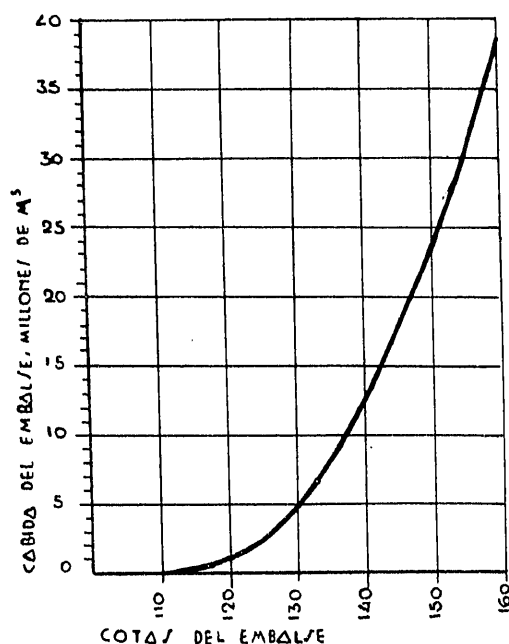


Fig. 8. Pantano de la Nava. Capacidad del vaso

presa 1 027 000 kw, perdiéndose, por consiguiente, en el llenado del pantano 480 000 kw/h.

En este caso, como el agua llega al pantano por junto a la presa, se puede hacer producir energía a toda el agua procedente del canal de alimentación, sin más que acondicionar para ello el salto de pie de

presa. Si no hubiera pérdidas en los mecanismos ni en las conducciones, es decir, si el rendimiento de las diversas instalaciones fuera la unidad, se podría también evitar toda pérdida en la alimentación del pantano, haciéndola, por medio de un canal *IJK* (figuras 3 y 4), que fuera a parar al pie de la presa, desde donde se elevaría el agua al embalse por medio de una instalación allí existente. La energía que se consumiría en esta maniobra sería exactamente la misma que se recuperaría en el salto de pie de presa al vaciar el pantano.

Entre las dos posiciones extremas que acabamos de suponer al canal de alimentación, cabe considerar todas las intermedias. Supongamos una cualquiera, tal como *DEF*; tendremos que habrá que consumir energía para elevar al embalse el volumen comprendido por encima de la cota *FH*; pero, en cambio, se dispondrá de toda la energía que puede producir en el tramo de río *AD* todo el volumen de agua destinado a la alimentación del embalse.

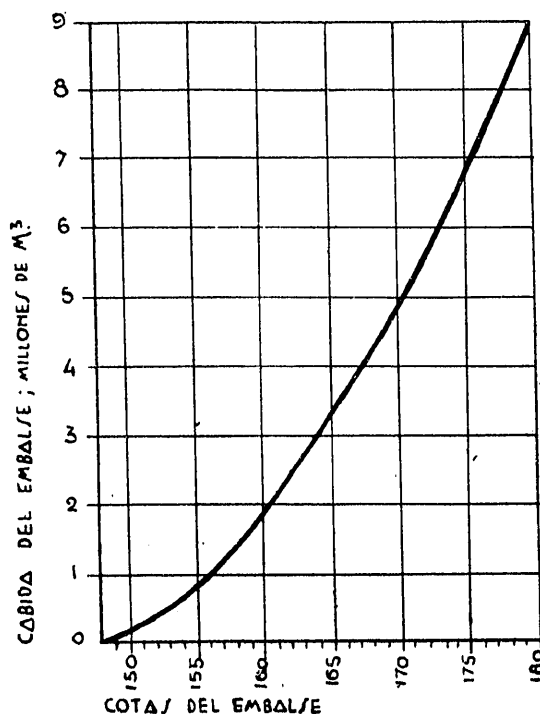


Fig. 9. Pantano de Ordóga. Capacidad del vaso

Si consideramos diversas cotas para el canal, y para cada una de ellas calculamos la energía necesaria para llenar la parte de embalse situada por encima de la llegada del canal, el resultado, en el caso de Sajazarra, viene representado por la curva *A* de la figura 10. Si análogamente calculamos la energía que el volumen de agua necesario para alimentar el embalse puede producir en el tramo de río comprendido entre la presa de derivación correspondiente a cada caso y la necesaria para dominar por completo el embalse, tendremos que dicha energía, por variar proporcionalmente al desnivel del tramo considerado, vendrá representada por una recta, en nuestro caso la *B* de la figura 10. En el caso teórico del rendimiento unidad, que es el que hasta ahora hemos considerado, la recta está siempre por encima de la curva, pues siempre es mayor la energía que puede producirse en el tramo de río *AD* que la necesaria para elevar la parte de volumen del embalse situado por encima de la llegada del canal.

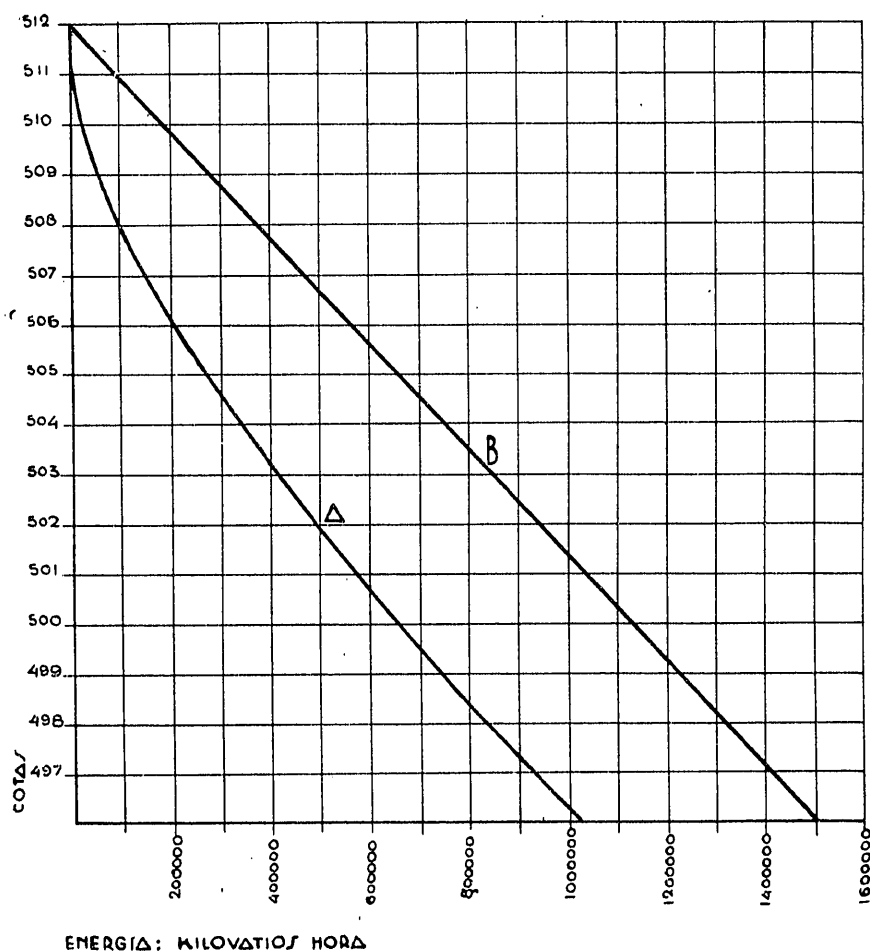


Fig. 10

Supongamos ahora, para ponernos en la realidad, que el rendimiento de la maquinaria instalada en el salto *AD* es del 70 por 100, y que el rendimiento global de la instalación elevadora de pie de presa es del 55 por 100, o sea que se necesita el 180 por 100 de la energía teóricamente necesaria; entonces las curvas *A* y *B* de la figura anterior se convierten en las de la figura 11, que, como se ve, se cortan en un punto correspondiente a la cota 505,3. Si se quieren considerar otros rendimientos distintos de los supuestos, la representación gráfica indicada se presta muy bien a ello, pues es muy fácil trazar sobre el papel cuadriculado un haz de curvas correspondiente a diversos rendimientos de la instalación elevadora, y todavía más fácil el trazar un haz de rectas correspondiente a los diversos rendimientos del aprovechamiento hidroeléctrico; se tiene así un gráfico tal como el de la figura 12, que sirve para todas las hipótesis de rendimiento que quieran hacerse respecto a una u otra instalación.

mayor extensión posible de cuenca alimentadora, etc. Hay principalmente un caso en que puede estar

Se ve que hay una zona comprendida entre el nivel de máximo embalse y una cota variable según los valores que se adopten para los rendimientos de las instalaciones, dentro de la cual puede situarse la llegada del canal alimentador, de forma que, no sólo no haya pérdida en el aprovechamiento de conjunto de la energía, sino, antes al contrario, alguna ventaja, si bien, en general, tan pequeña, que es probable no justifique los gastos y la complicación inherentes a la instalación elevadora. Puede haber, sin embargo, circunstancias que aconsejen recurrir a esta última solución, como pueden ser la existencia en el tramo de río consideración de aprovechamientos que convenga respetar, y que, por consiguiente, obliguen a derivar el canal de alimentación lo más aguas abajo posible; las mejores condiciones para el establecimiento de la presa de derivación; la posibilidad de llevar el canal por mejor terreno, y aun la necesidad de llevarlo por un sitio determinado para evitar el encuentro con algún poblado importante o algún otro obstáculo difícil de salvar en la práctica; la conveniencia de aprovechar la

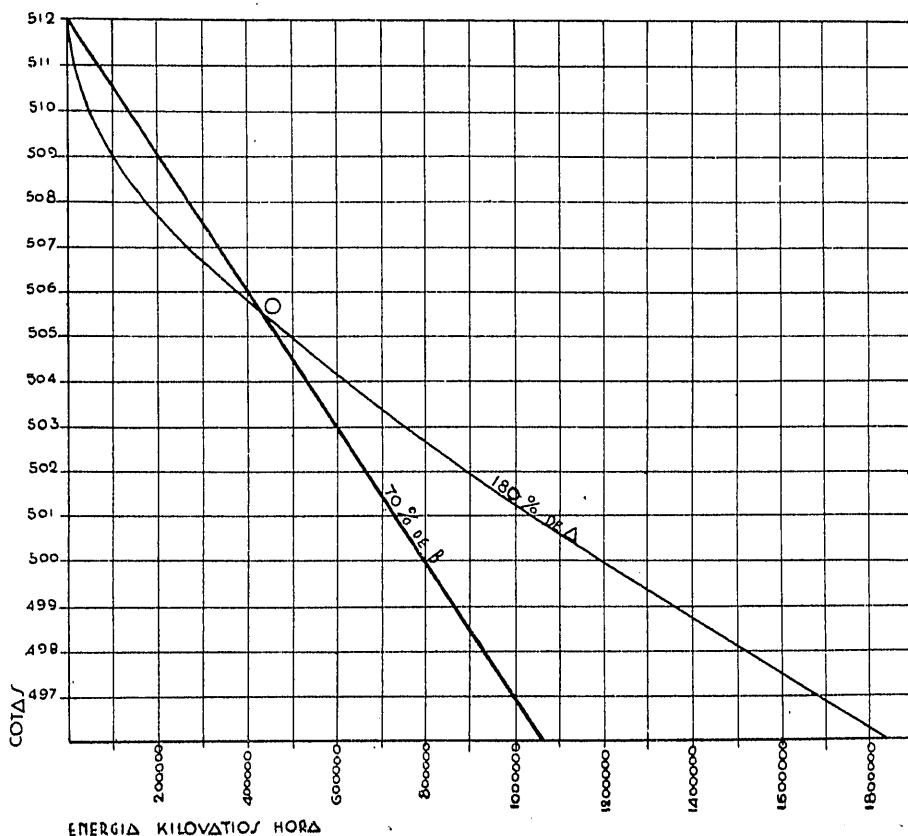


Fig. 11

muy indicado el trazado bajo del canal con elevación parcial de aguas para la alimentación del pantano, que no basta con la derivación del más cercano, sino que hay que ir a buscar el más alejado, por

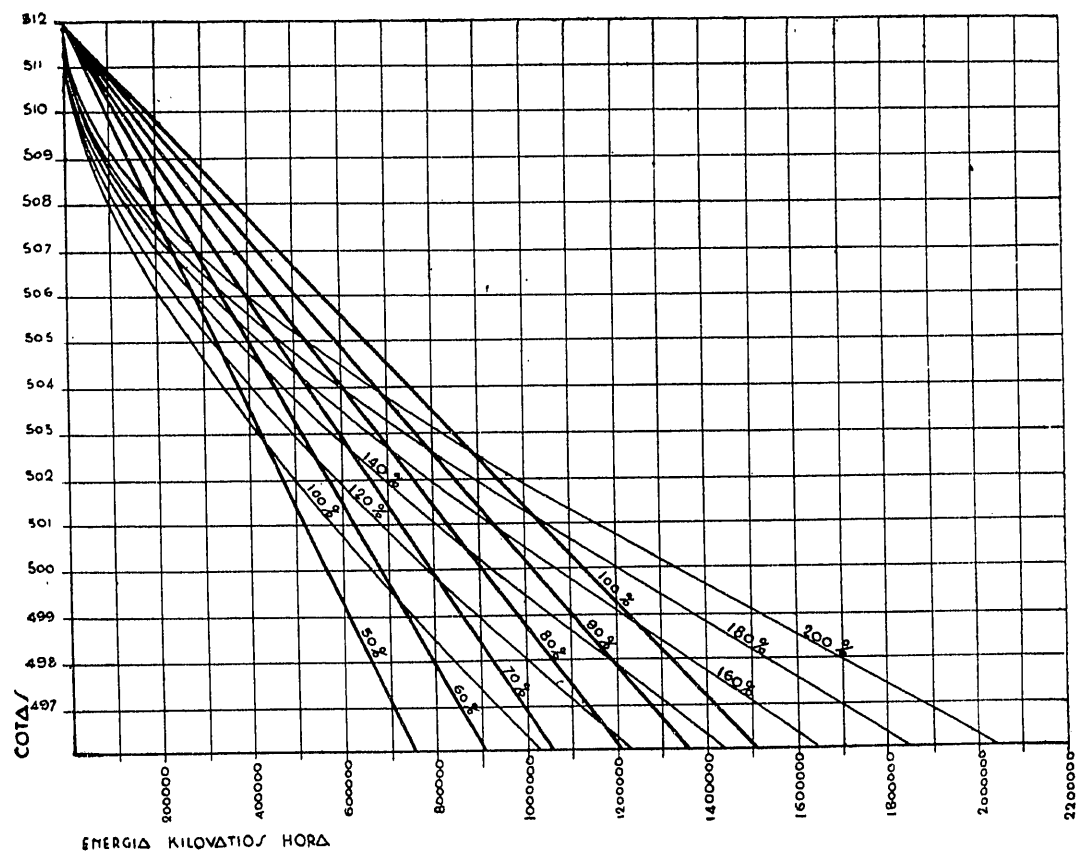


Fig. 12

tano: es aquel (figura 5) en que, si se quiere alimentar por gravedad el embalse, la toma del canal medio de un canal ABC. En este caso, si las circunstancias permiten alimentar el pantano, con un ca-

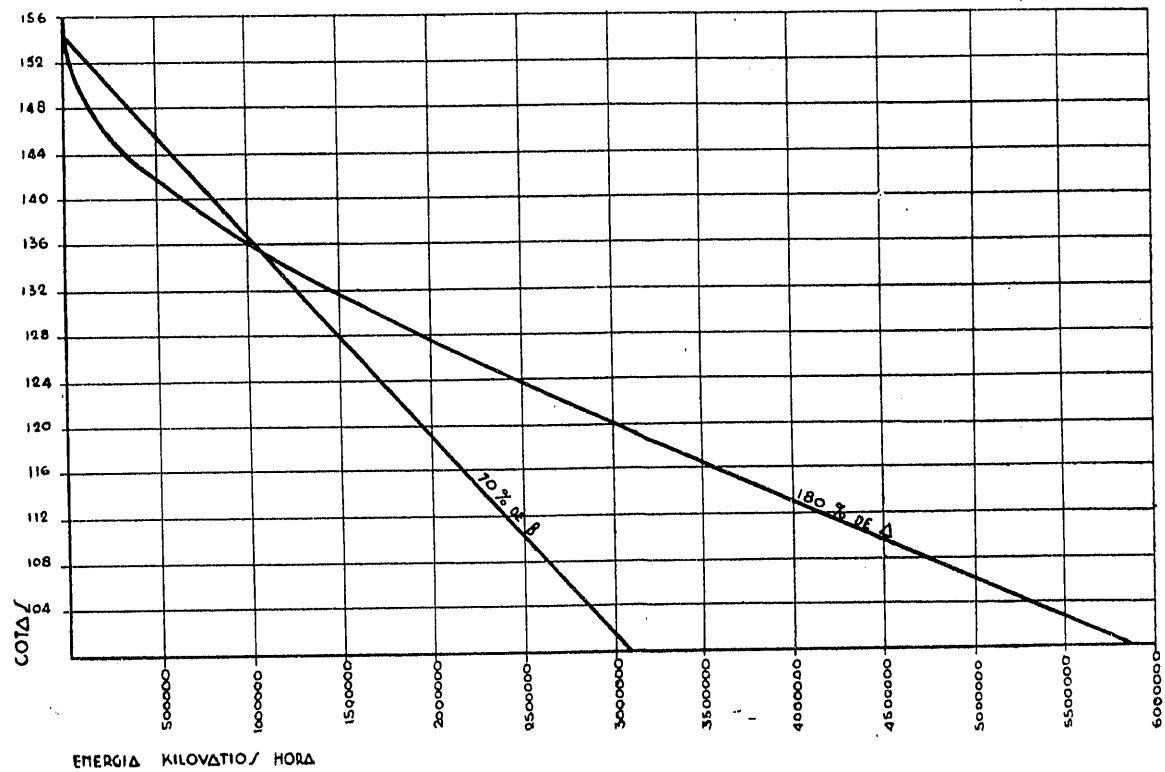


Fig. 13

va a parar a un punto C, situado aguas arriba de un sitio N, donde el río se bifurca en dos brazos nal NFG derivado de la confluencia N y con la consiguiente instalación elevadora, se puede hacer el apro-

vechamiento completo de los tramos de río de que se trata, con el indicado canal y con un salto en *Y* en la confluencia *N*, al que afluyan dos canales derivados

indicar. Uno de ellos es el pantano de Ortigosa de Cameros, cuya curva de capacidad está representada en la figura 8, y en el que a la altura de 54,5 me-

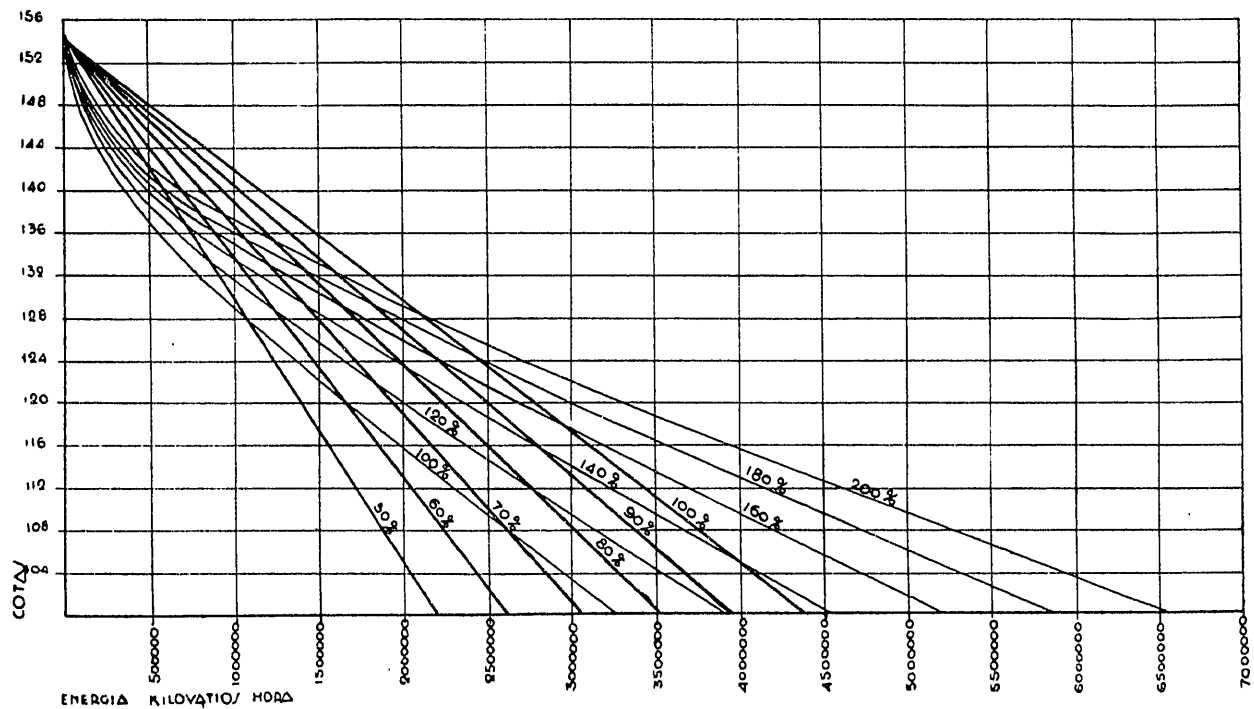


Fig. 14

en *A* y *C*, equivalentes, en su conjunto, al *ABC*; se habrá economizado entonces la porción *CM* del canal alimentador correspondiente al trozo comprendido en-

tros corresponde una cabida de 29 907 000 metros cúbicos. Si trazamos las curvas antes indicadas (figuras 13 y 14) veremos que, con el rendimiento del 70

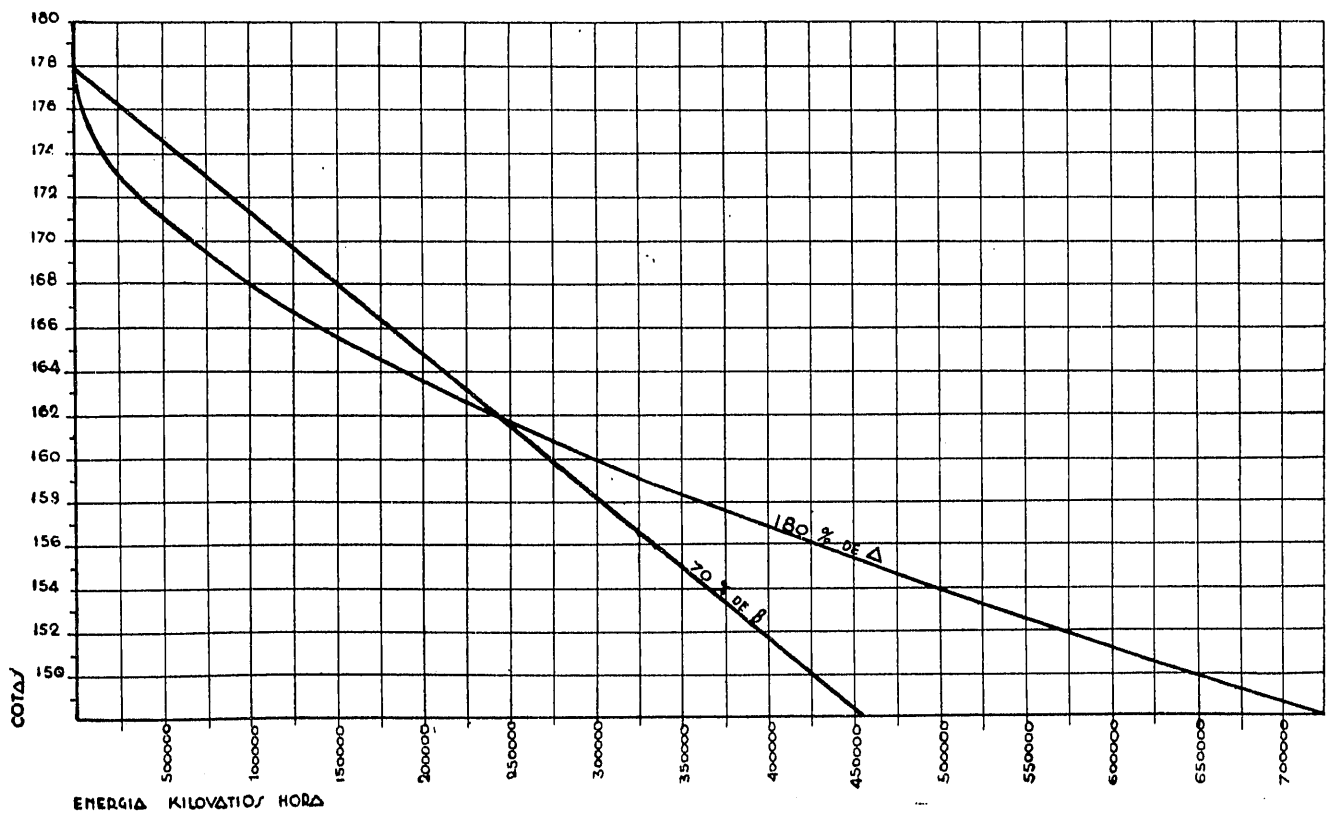


Fig. 15

tre la confluencia de los ríos y el emplazamiento de la presa *C*.

Así ocurren en dos casos prácticos que vamos a

por 100 para el aprovechamiento hidroeléctrico y del 55 por 100 para la instalación elevadora, la energía producida en el primero por el agua del embalse se

igual a la consumida en la segunda para la cota 135, aproximadamente. Adoptando esa altura para el canal alimentador, puede éste derivarse de la confluencia de los ríos, y la longitud CM de canal que se economiza es del orden de un kilómetro.

Otro caso análogo es el de la laguna de la Neva, cuya curva de capacidad está representada en la figura 9, y que a la cota 178 cubica 8 103 000 m³. Si se

Para terminar haremos una observación: no es forzoso que, en el caso de trazado bajo del canal de alimentación, toda la cabida del pantano existente por encima de él sea llenada por elevación; puede ocurrir que el río o arroyo en que esté emplazado el pantano, aunque insuficiente para llenarlo por completo, contribuya de manera muy apreciable a su alimentación, y esta contribución puede mejorarse, si

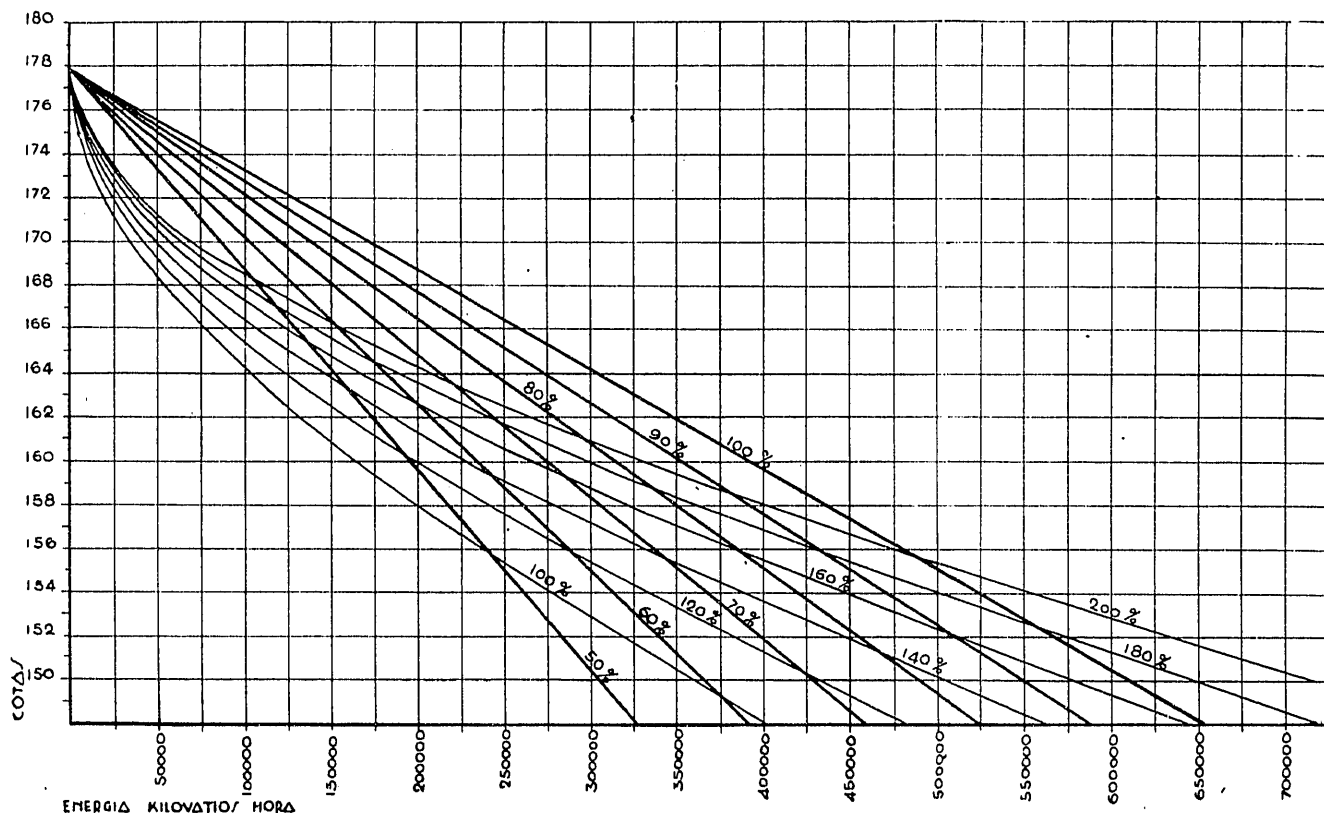


Fig. 16

quiere que el canal alimentador llegue a ese nivel hacen falta dos canales, pues el río alimentador se bifurca a la cota 176. Si trazamos los gráficos análogos a los anteriormente explicados (figuras 15 y 16) veremos que, con los rendimientos anteriormente supuestos del 70 por 100 y del 55 por 100, la energía producida y la necesaria para la elevación se igualan para la cota 162; adoptando ésta para la llegada del canal, la derivación puede hacerse por debajo de la confluencia y se economiza una longitud de canal de unos 700 m.

otras circunstancias lo consienten, acelerando todo lo posible la alimentación procedente del canal, de modo que la época de aguas abundantes de la primavera, que es probablemente cuando la aportación de la cuenca propia será mayor; coja al pantano con el nivel del agua lo más alto posible. Podrá haber casos tan favorables en que la elevación de aguas sea completamente innecesaria, bastando la aportación de la cuenca propia del pantano para llenar la parte del vaso situada por encima de la llegada del canal.

José GONZÁLEZ LACASA
Ingeniero de Caminos

Bibliografía

ESTUDIO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS, por Domingo Mendizábal, ingeniero de Caminos, profesor de la Escuela Especial del Cuerpo.—Madrid, Suc. de Rivadeneyra.—576 páginas.

El nombre de Domingo Mendizábal es familiar para todos aquellos técnicos que ocupan sus actividades en el proyecto y construcción de estructuras metálicas.

Sus dos obras: *Estudio de una nueva instrucción para el*

cálculo de tramos metálicos y *Estudio y construcción de tramos metálicos*, no faltan en ninguna biblioteca de los técnicos especializados en aquellas materias.

El mismo espíritu práctico que anima a las dos obras citadas es el que informa la que reseñamos; es Mendizábal el ingeniero que nunca pierde de vista el lema, que él reproduce en las primeras páginas de su libro, de que es mejor técnico el que construye una obra estable con menos dinero que otro, y comprende en esta inversión de pesetas las correspondientes a los