

El presupuesto de los referidos servicios es, aproximadamente, el siguiente:

<i>Sindicato general.</i>	<i>Pesetas.</i>	
Personal y gastos generales	18.600	} 31.400
Limpías	12.800	
<i>Sindicatos particulares.</i>		
Personal y gastos generales.....	73.700	} 125.700
Limpías	52.000	
TOTAL.....	157.100	

Agregando dicha cantidad á la que antes se ha indicado como importe de la explotación, á cargo de la Sociedad concesionaria, se obtiene en números redondos la cifra de 460.000 pesetas, que representa de 7 á 8 pesetas por hectárea adherida.

El Sindicato cubre su gasto mediante un canon pagado en metálico por los regantes, que varía de 1 á 1,50 pesetas por jornal, ó sea en equivalencia de 2,30 y 3,42 pesetas, próximamente, por hectárea regable.

Barcelona 18 de Septiembre de 1913.

NORMALIZACIÓN DE LAS CORRIENTES FLUVIALES,

PRINCIPALMENTE MEDIANTE EMBALSES,

Y LA INDUSTRIA DE PRODUCCIÓN DE FUERZAS HIDRÁULICAS

POR

DON LUIS SANCHEZ CUERVO

Ingeniero de caminos, canales y puertos.

§ I.—Generalidades.

Desde época muy remota, cuando ni aun se soñaba con la existencia de otras fuentes utilizables de energía, fuera de la energía animal y la del viento, fué conocida y aprovechada la potencia hidráulica de las corrientes fluviales. Pero es preciso llegar á una época muy reciente, casi ayer, para que este aprovechamiento alcance importancia y proporciones tales que su influencia en el desarrollo del progreso humano viene á equipararse con la que han ejercido los ferrocarriles en el pasado siglo, y probablemente la ha de exceder.

La revolución se ha hecho gracias á la electricidad. La mercancía *trabajo hidráulico* tenía hasta hace pocos años—un cuarto de siglo ó poco más—un radio de transporte económicamente reducido. Nos parecía un colmo de las aspiraciones, y admirábamos la distribución de fuerza mediante agua en presión, que la ciudad de Ginebra estableció desde su salto del Ródano. Los aprovechamientos de la energía hidráulica debían hacerse *in situ*, limitando el campo de las aplicaciones (1). Hoy aquella mercancía tiene una movilidad y facilidad de transporte igual ó superior á la que á otras mercancías les prestan los caminos ordinarios y los caminos de hierro. Si aun á los que desde el principio de su desarrollo han venido siguiendo estas utilizaciones y transportes de energía se hubiera hablado, quince años ha, de las colosales proporciones que tan rápidamente habían de alcanzar, lo hubieran juzgado utópico. Hoy están en funcionamiento normal transportes eléctricos de energía hidráulica que, como el de

la Southern Power C.^o (Norte y Sur de Carolina, Estados Unidos), llevan 140.000 caballos que distribuyen hasta á distancias de 750 millas (1.200 kilómetros) de la fuente productora (1), es decir, una distancia semejante á la que supone atravesar nuestra Península siguiendo una de sus diagonales. Este desarrollo, que por lo rápido pudiera llamarse *explosivo*, prueba la fecundidad del sistema, que seguramente aun no ha alcanzado su grado de máximo desenvolvimiento. Gracias á la electricidad que sirve de enlace con los grandes centros de consumo, se han valorizado enormes fuentes de energía, antes de valor nulo ó despreciable por la imposibilidad de darlas empleo útil, y ello es causa de que, tanto la organización administrativa en lo que se relaciona con el estudio de las corrientes fluviales, como la legislación misma en lo que afecta á los aprovechamientos de energía, resulten anticuadas y difíciles de sostener, como más adelante intentaré probar.

Este valor considerable que las fuerzas hidráulicas han alcanzado, haciendo posibles múltiples industrias y el consiguiente desarrollo de la riqueza, ha determinado que se conceda atención creciente al estudio del régimen de los ríos bajo este aspecto especial, es decir, con miras á la obtención de energías constantes y económicas. Países naturalmente paupérrimos, como Noruega, que con una extensión igual á los dos tercios de la de España sólo cuenta con 2,3 millones de habitantes, está en camino de crear una colosal riqueza industrial mediante el aprovechamiento de sus energías hidráulicas. Es lógico que, lo mismo un Estado que un particular, al encontrarse con que lo que juzgaban de valor nulo lo tiene, y grande, en el mercado moderno, traten de hacer el recuento de sus disponibilidades, el cómputo exacto de lo que poseen en todo instante, y traten también en lo posible de mejorarlo.

Para formarnos idea de cómo el régimen de las corrientes fluviales puede influir en el valor ó precio de la energía, forzoso será que recordemos algo, aunque sea muy someramente, sobre los factores que en aquel régimen intervienen, allegando datos que fundamenten y justifiquen nuestras conclusiones.

§ II.—Distribución del agua de lluvia.

Origen de las corrientes fluviales son las precipitaciones atmosféricas, principalmente en forma de lluvia. De estas totales precipitaciones, al Ingeniero sólo interesa, para los efectos de aprovechamiento de energía, la parte que de ellas discurre superficialmente por el colector ó *thalweg* de la cuenca. Es difícilísimo, por no decir imposible, adoptar coeficientes que, aunque solo fuera de un modo aproximado, permitan fijar aquella proporción, no obstante lo cual, en muchas obras especialistas se indican cifras que exponen, si se adoptan, á graves errores. La simple enunciación de los factores que intervienen basta á hacerlo comprender, factores cuyo campo propio está, además, mal definido, invadiendo los unos el de los otros.

Aquellos factores pueden clasificarse como sigue (2):

- 1.º Cantidad total de precipitaciones en la cuenca sirviente.
- 2.º Régimen ó ley de distribución en el año de esta cantidad total.
- 3.º Condiciones físicas del terreno que recibe las precipitaciones.
- 4.º Condiciones de los estratos subyacentes.
- 5.º Temperatura atmosférica.
- 6.º Dirección y velocidad del viento.

(1) El célebre transporte de energía entre Lauffen y Francfort data sólo de 1891.

(1) *Engineering Magazine*, Abril 1913.

(2) W. Mead, *Water Power Engineering*, 1908.

7.º Naturaleza y extensión de la vegetación.

8.º Condiciones topográficas.

9.º Evaporación.

No hay para qué aludir á la influencia del primer factor. Respecto al segundo, es evidente que, según las precipitaciones se distribuyan en el curso del año, así será mayor ó menor la proporción en que aquéllas contribuyan á las corrientes superficiales.

Una precipitación total que alcance en el curso del año 730 milímetros de altura, que es considerable para nuestra latitud y clima, no proporcionaría corriente superficial alguna si la supusiéramos uniformemente distribuida á razón de 2 milímetros diarios, siendo toda ella filtrada ó evaporada. Si, en cambio, aquella altura de lluvia se produjera en sólo pocos días del año, y más si son seguidos, la proporción que correspondería á las aguas corrientes sería enorme.

Los efectos de los demás factores señalados se superponen más ó menos, como ya se dijo, y dichos efectos se traducen, desde nuestro punto de vista, en aumentar ó disminuir la proporción que de la lluvia anual recogen las corrientes superficiales. El viento, por su dirección y por su velocidad, influye mucho en la evaporización, es decir, en la parte del agua precipitada que vuelve nuevamente á la atmósfera. Según los escasos datos meteorológicos que en España se catalogan, las medias de las velocidades diarias varían desde un mínimo de 62 kilómetros en Lérida hasta un máximo de 546 kilómetros en Santander, refiriéndose ambas cifras al recorrido del viento en veinticuatro horas (1). Esta diferencia tan considerable, unida á lo más ó menos saturado de humedad que, según la dirección del viento, esté el aire, influye en la evaporación tanto ó más que las elevadas temperaturas.

La extensión y naturaleza de la vegetación y cultivos en la cuenca ejerce marcada influencia en la distribución del agua de lluvia, no sólo por la que absorben para su desarrollo, sino también por la transpiración y la evaporación. La cantidad absorbida por los cultivos y por la vegetación de todo género es relativamente muy pequeña y no debe juzgarse de su importancia por las cifras de altura de lámina de agua que se recomiendan para los riegos, pues en éstos el agua, en su casi totalidad, no tiene otra misión que la de llevar los alimentos solubles del suelo al contacto con las raíces de los vegetales. La máxima cantidad de agua retenida por éstos corresponde, con gran diferencia, á los cereales y á los prados (2).

La existencia ó la carencia de bosques en la cuenca influye también en la cantidad total de agua que trasciende á las corrientes (prescindiendo por ahora de la influencia sobre la importancia de las precipitaciones y sobre el régimen de caudales) en el sentido de disminuir la evaporación. La figura 1.ª es un diagrama dibujado por M. W. Harrington (3), que pone de relieve esta protección contra la evaporación, según los meses del año. La curva superior representa la evaporación en superficies líquidas y en terreno libre de vegetación, mientras la curva inferior se refiere á esa misma evaporación en los bosques ambos para una latitud aproximada de 48°.

El área comprendida entre ambas curvas representará, por tanto, la disminución del agua evaporada por efecto de los bosques.

Claro es que, refiriéndose dichas curvas á evaporación en superficies líquidas libres, las curvas no tienen sino un valor com-

parativo, puesto que no reflejan condiciones naturales. Es probable que la protección que así dispensan los bosques contra las pérdidas por evaporación es debida, en su mayor parte, al abrigo contra el viento.

Las condiciones topográficas del terreno influyen de un modo indudable en la proporción que de las aguas caídas llega á los cauces. Con laderas tendidas ó terrenos llanos, el agua filtrada alcanzará proporciones mayores que en terrenos de pendientes fuertes.

En el mismo sentido influyen las condiciones físicas de porosidad, no sólo del terreno superficial, sino de los estratos subyacentes. Al mismo orden de efectos corresponde el de la temperatura; si las precipitaciones son en forma de nieve, la filtración será más acentuada que cuando aquéllas afectan la forma de lluvia; también en tiempos de heladas, aun tratándose de terrenos naturalmente muy porosos, el agua llovida puede casi íntegramente ir á parar á los cauces.

Innecesario es recordar el importantísimo papel de la evaporación, origen muy principal de pérdida del agua precipitada. En la ya citada *Reseña Geográfica y Estadística de España* pueden verse los precarios datos que sobre el particular se recogen, los que muestran que la evaporación en todo el interior de la Península es de mucha consideración. Dice la mencionada *Reseña* que algunos de los datos recopilados son dudosos y conducen al absurdo de que en muchos lugares la evaporación es superior á la precipitación; pero es claro—así al menos se entienden siempre las cifras sobre evaporación—que los valores de aquélla se reflejen á las superficies libres líquidas. La evaporación en la superficie de los terrenos sólo tiene lugar ocasionalmente cuando éstos están impregnados de humedad ó después de las lluvias, de modo que en todo lugar la total evaporación anual es siempre muy inferior á la total precipitación.

El tema de esta Memoria no me permite consagrar más espacio á las causas que influyen en la cantidad de agua que discurre superficialmente, con relación á la cantidad de precipitaciones de la cuenca. A falta de los pobres datos que las estadísticas de nuestro país nos pueden suministrar, creo que pueden consultarse con fruto los completos datos recopilados en los Estados Unidos, cuyo clima, para diversas partes del territorio, se acerca al de algunas regiones de nuestra Península (1). Son recomendables á este fin la *Monthly Weather Review*; las *Trans. Am. Soc. C. E.* (volumenes XV y XVII); las publicaciones de la *Geological Survey* y otras en que es pródiga la literatura norteamericana.

Como más útiles que los coeficientes de escorrentía que, generalmente insertan las obras francesas, reproduzco en la figura 2.ª, y transportadas á unidades métricas las curvas que como resultado de muchas experiencias (21 cuencas) publicó Mr. F. H. Newell, quien por su cargo goza de gran autoridad (2). La línea recta diagonal representa las condiciones límites, para las que todas las precipitaciones van á parar al cauce; por contra, el eje horizontal de coordenadas corresponde al otro caso límite en que toda el agua caída se pierde por filtración ó evaporación. Las dos curvas comprendidas entre estos dos casos límites, pueden considerarse como representativas de las condiciones prácticas, límites de las cuencas. La curva superior corresponde á laderas de pendientes fuertes, valles estrechos, permeabilidad escasa, evaporación reducida, etc.; mientras la curva inferior se refiere á cuencas en las que estos factores tienen un carácter contrario. Se deduce de las curvas que con la reducción de la precipitación total

(1) *Reseña Geográfica y Estadística de España*, 1912.

(2) Puede verse un detalle de esto en el *Report of the Kansas State Board of Agriculture*, Diciembre 1889.

(3) *Boletín*, núm. 7, *U. S. Dep. of Agriculture*, pág. 97.

(1) Véase *Las Obras de riego en los Estados Unidos*, por J. Nicolau y N. P. de la Bellacasa.

(2) *Proceedings Engineering Club of Philadelphia*, 1895, vol. XII, página 144.

anual, la proporción de aguas corrientes disminuye rápidamente, tanto que en terrenos accidentados alturas anuales de lluvia de 100 milímetros dan lugar á corrientes insignificantes, y lo mismo precipitaciones anuales de 250 milímetros en cuencas llanas. Se exceptúan, naturalmente, los casos en que dichas precipitaciones son bruscas ó en forma de aguaceros ó tormentas, que aun siendo de pequeña entidad pueden originar corrientes importantes de pequeña duración, á modo de ondas.

Aunque, como antes se dijo, las curvas de Mr. Newell son preferibles al empleo de coeficientes absolutos, el margen de variación que comprenden es muy amplio, y aun así, sólo á título de primera y quizá grosera aproximación pueden ser empleadas. Un estudio profundo de las observaciones muestra siempre que, no ya para el período anual, sino que ni siquiera para cada estación del año ni para cada mes puede el volumen de aguas corrientes expresarse por un determinado tanto por ciento de las precipitaciones. Cada corriente superficial ofrece particularidades inherentes á ella que prohíben otra cosa que no sean consideraciones de índole demasiado general. El margen de incertidumbres es grande y la apreciación de la amplitud de éstas es necesaria al Ingeniero para deducir conclusiones que no sean erróneas, siquiera haya partido de datos absolutamente exactos.

§ III.—Caudales máximo, mínimo y medio.

En el párrafo segundo de esta Memoria he dicho que al Ingeniero sólo interesa, con vistas á los aprovechamientos de fuerza motriz, la fracción de las precipitaciones que discurre por los cauces. Añadiré ahora que dentro de ese total volumen de agua que los ríos conducen le interesa especialmente el régimen que sigue la distribución de caudales dentro del curso del año; y todavía, dentro de este régimen distributivo, como puntos singulares, los valores de los caudales máximo, mínimo y medio.

Tiene importancia especial el máximo en el cálculo de las presas; en la determinación de aliviaderos de superficie, en la del volumen de los embalses reguladores y en la del más alto nivel que el remanso puede alcanzar hacia aguas arriba.

Muchas fórmulas y datos prácticos contienen las obras que tratan de esta especialidad, para fijar el valor de las crecidas en los ríos, pero ni las fórmulas, ni menos aún las cifras absolutas, tienen en cuenta los múltiples factores que en la cuestión intervienen, y por ello no deben usarse sino á título de aproximación y con las consiguientes reservas. Donde quiera que para ello haya posibilidad, debe el Ingeniero basarse en el conocimiento directo del máximo caudal en la cuenca que interese ó al menos en cuencas adyacentes y similares, tomando siempre un margen de previsión tan elevado como lo aconsejen las condiciones de cada caso.

Pacoret (1) indica como valor aproximado del caudal de máxima crecida, en litros por segundo y hectárea, el suministrado por la fórmula:

$$q = 150 \times n \times S - \frac{1}{N}$$

en la cual se supone ser 150 litros por Ha la máxima lluvia caída en un segundo (54 milímetros en una hora); n es un coeficiente de pérdidas variable de 1 á 0,70, según que el terreno sea, respectivamente, menos ó más permeable; S es la superficie en Ha de la cuenca sirviente, y N otro coeficiente de valor comprendido entre 4 y 6, según que las laderas son suaves ó escarpadas. Esta fórmula da valores excesivos para cuencas de alguna extensión, y, á mi juicio, solo debe ser aplicada en cuencas alpinas

de reducida área, en que las precipitaciones pueden ser abundantes y repentinas (1).

Otras fórmulas son las recomendadas por Mr. E. Kuichling (New-York State Canals Survey, 1901), que concuerdan con muchos casos que él pudo estudiar. Estas fórmulas son:

Para las máximas crecidas extraordinarias:

$$Q = \frac{44.000}{M + 170} + 20.$$

Para las máximas crecidas extraordinarias:

$$Q = \frac{127.000}{M + 370} + 7,4.$$

En ambas fórmulas el caudal viene expresado en pies cúbicos por segundo y por milla cuadrada de cuenca sirviente. La letra M representa la extensión de dicha cuenca en millas cuadradas.

El caudal máximo por mitad de superficie de cuenca disminuye rápidamente cuando la extensión de ésta crece.

Los resultados de estas fórmulas parecen también muy elevados en la mayor parte de los casos, sobre todo en cuencas de pequeña extensión, lo que las hace aconsejables para el cálculo de aliviaderos de superficie. En la figura 3.^a he dibujado las hipérbolas á que corresponden las fórmulas de Kuichling, transportadas á unidades métricas, y también la fórmula de Pacoret aplicada al caso $n = 0,80$ y $N = 5$.

En la obra ya mencionada de los Ingenieros de caminos señores Nicolau y Puig (pág. 169), se indican las capacidades de desagüe de los aliviaderos de algunas presas importantes en los Estados Unidos, capacidades inferiores siempre á 2,5 metros cúbicos por segundo y kilómetro cuadrado de cuenca, pero no se menciona, para cada caso, la extensión de ésta, que sería de interés.

Por lo que se refiere al mínimo caudal, aún es más difícil fijarlo *a priori* sin observaciones directas de muchos años. El error relativo es siempre de gran entidad en la apreciación de este mínimo, cuyo valor influye en la capacidad de los vasos reguladores y, á falta de éstos, en el partido que con aplicación á fuerza motriz puede obtenerse de un río.

La citada obra de Pacoret da como un mínimo á usar á falta de otros datos el caudal de 5 á 10 litros por segundo y kilómetro cuadrado de cuenca.

Este dato es indudablemente exagerado, y sólo puede aplicarse con garantías de aproximación en cuencas muy pequeñas (50 á 250 kilómetros) de gran altitud media.

El río Lozoya, que abastece de aguas potables á Madrid, y que es el más importante de los que nacen en la vecina y nevada Sierra de Guadarrama, tiene en la presa del Villar una cuenca sirviente de 780 kilómetros cuadrados, toda ella de elevada altitud media. Sin embargo, los estiajes medios (no mínimos) de 1903 (mes de Septiembre) y 1904 (mes de Agosto), fueron, respectivamente, de 509 y 255 litros por segundo (2), es decir, de 0,66 y 0,33 litros por segundo y kilómetro cuadrado de cuenca, cifras que están bien distantes de las de Pacoret. Proporciones semejantes he tenido ocasión de comprobar en el río Cega que, naciendo en la misma Sierra, vierte sus aguas á Castilla la Vieja (Segovia y Valladolid).

Respecto al valor medio del caudal, aunque casi todos los autores hablan de él como de un concepto que cabe considerar en

(1) Lo mismo en los valores del coeficiente n , que en la aplicación á un ejemplo, el citado texto parece incurrir en erratas que juzgo salvadas en la interpretación que de dicha fórmula hago.

(2) Memoria del Canal de Isabel II, correspondiente á 1907.

(1) *Applications techniques de la Houille Blanche*, 1911, tomo I, pág. 94.

términos absolutos, es evidente que no corresponde á un estado perfectamente definido del río, al contrario de lo que sucede con los caudales máximo y mínimo. Su definición es convencional y algo arbitraria, por lo cual tiene tantas acepciones como definiciones. En términos aritméticos, el caudal medio puede ser la ordenada media de la curva de caudales, pero esta ordenada no tiene significado alguno para evaluar la importancia de un aprovechamiento industrial, el cual no puede establecerse con una capacidad correspondiente al máximo caudal, y trabajar luego todo el año con el factor de carga que le permita el régimen del río. De aquí nace la fijación del número mínimo de meses durante los cuales debe existir un determinado caudal, para que entre en la línea de cuenta con los inferiores á él, para los efectos de fijar un caudal medio, despreciando en este cómputo los excesos sobre el caudal escogido. También de aquí se derivan esas denominaciones convencionales, como la de caudal *característico* y otras.

Bajo el aspecto de los estudios para aprovechamientos de energía, lo que especialmente interesa es una noción, tan exacta como sea posible, del máximo y del mínimo caudal, juntamente con las variaciones que este caudal sufre entre los valores extremos, unidas á la duración, en el curso total del año, de cada valor intermedio.

Anejos á esta Memoria van unos estados ó cuadros relativos á ríos franceses, alemanes y americanos, conteniendo los caudales máximos ordinarios y los caudales mínimos. Pueden servir también de información los que inserta la obra de Pacoret en las páginas 49 y siguientes (tomó I), siquiera no aparezca en ellos claramente la extensión de la cuenca, y talte, sobre todo, la altura media anual de lluvia. Son, igualmente, muy instructivos respecto á caudales de ríos alemanes, en relación con la extensión de la cuenca y la altura de precipitaciones, los que inserta la obra de E. Mattern, *Die Ausnutzung der Wasserkraefte*, 1908.

Para torrentes ó cuencas muy pequeñas y pobladas de bosque (Selva Negra) merecen particular mención los datos contenidos en la pág. 71 de dicha obra.

§ IV.—Necesidad y conveniencia de organizar las observaciones.

En la primera parte de esta Memoria se ha dicho ya el interés que para el Estado presenta la evaluación y estadística de la riqueza hidráulica. Podía, el hacerlo así, ser función potestativa de la Administración pública hace algunos años; hoy es obligación ineludible, de tanto interés y conveniencia como la formación del catastro parcelario.

No ya sólo bajo el aspecto de las colosales fuentes de energía natural, sino bajo otros muchos aspectos (riegos, previsión de crecidas, evitación de inundaciones, etc.), la base de todo plan, de toda enmienda ó corrección de la obra ciega de la Naturaleza; de todo aprovechamiento consciente tiene que ser una estadística tan perfecta como sea posible. Es la estadística en todas sus ramas uno de los más eficaces auxiliares del progreso humano; es la experiencia de nuestros antepasados, almacenada y puesta al servicio de las nuevas generaciones; es el aparato registrador que inscribe, indeleblemente, la variación de una función, según la de todas y cada una de las variables de que depende.

Sin su auxilio se camina siempre á oscuras, se dan en el aire palos de ciego y se agotan en pura pérdida, ó con escasísimo rendimiento, energías y recursos.

Triste, pero forzoso, es confesar que en nuestra Patria estamos todavía en época caótica, en periodo de nebulosa informe para cuanto se relaciona con la meteorología é hidrología. No obstante los meritísimos esfuerzos de los Centros á quienes esta

misión incumbe, la escasez, y hasta indigencia, de los medios de que disponen, y la falta de sistematización y encauzamiento de los esfuerzos aislados, se traducen por la insignificancia de los resultados.

Al tratarse de estadísticas de la índole muy compleja que caracteriza á las que afectan á esta materia, todo tiempo perdido es doblemente doloroso por las numerosas y largas observaciones que aquéllas exigen, obligando, forzosamente, á contar con el factor tiempo y sin que, por consiguiente, quepa abreviar el periodo de información á costa de sacrificios y trabajo. Naciones tan jóvenes, extensas y de tan escasa población media como Norte-América poseen catalogados datos y observaciones desde remota fecha. Naciones tan pobres como Noruega conceden á esta parte de la estadística el interés vital que merece.

Y aun si se habla de dispendios y sacrificios á hacer, aparte lo justificados que están, no hay duda de que son siempre remuneradores, no ya sólo indirecta, sino directa y hasta inmediatamente. Hasta ahora la Administración española ha regalado con prodigalidad algo inconsciente, toda clase de concesiones de aprovechamientos hidráulicos á perpetuidad. Podía esto pasar en época en que la mercancía *fuerza hidráulica* era á modo de bienes raíces adheridos al sitio de su generación, sin posibilidad de traslado y con entidad limitadísima. Hoy que es posible la exportación á todo sitio y en cantidades colosales, de esta riqueza móvil, no cabe ya tal desprendimiento. No trato, ni remotamente, de preconizar ni aconsejar nuevos gravámenes fiscales que servirían de freno á la creación y expansión de la riqueza; creo, sí, que el otorgamiento de una concesión puede no hacerse á perpetuidad, sino por un periodo que consienta una fácil amortización, tal como el de sesenta años que se fija para los tranvías ó el de noventa y nueve años por que se conceden los ferrocarriles.

También, sin perjuicio para el desarrollo de las industrias, cabe al Estado imponer un precio de concesión, de una sola vez, representado por una pequeña cuota por caballo de concesión. Este pago, *por una sola vez*, no es carga que pese demasiado en las Empresas que aprovechan fuerzas hidráulicas. Casi siempre aquella cuota, y aun más, se paga á un intermediario, en dinero ó en aportaciones que gravan el pasivo, sin otro mérito ni trabajo que haberse adelantado, hábilmente, á adquirir un derecho prácticamente gratuito, colocándose á modo de revendedor entre el Estado y el ciudadano emprendedor é industrial que quiere poner en valor esas energías potenciales. Así se dificultaría también, aparte otros medios de fácil aplicación, que durante años y años conserven su situación privilegiada estos factores parasitarios.

La cláusula de reversión no sería obstáculo para el desarrollo de estas riquezas, como no lo es para el de los ferrocarriles, tranvías, centrales de gas, etc. Además, la importancia y valor creciente que en la Nación tienen y tendrán alimentando el alumbrado de poblaciones, los servicios públicos de tranvías y ferrocarriles, la esterilización de las aguas potables, etc., unidas á la invasión y á las servidumbres cada vez mayores, que imponen á la propiedad privada y al dominio público, y sumadas, finalmente, á la facilidad del *sabotage*, son todas causas que obligarán á que la producción y el transporte de las grandes energías hidráulicas entren en el cuadro de lo que debe reservarse al Estado socialista, Estado que vemos llegar á pasos rápidos, sin que ello deba causarnos temor ni recelo, como una consecuencia natural del progreso y de la complejidad de la red social moderna.

Pero para exigir todo eso, debe el Estado dar algo más de lo que ahora da con una concesión de aprovechamiento hidráulico.

lico. Si no posee estadística sobre caudales, regímenes de variación, estiajes, crecidas, etc., es decir, si ignora en absoluto qué es y cuánto vale aquello que se le pide; si el ciudadano petionario debe hacer por sí mismo, sin tiempo ni medios, aquello que el Estado debiera tener hecho, nada puede éste, equitativamente, exigir. Se trata de un billete de lotería, por el que se puede pagar muy poco. En muchos casos falta también así el Estado á su misión tutelar, incumpliendo uno de sus fines, al no evitar empresas temerarias ó no advertir de los errores en que se basan los cálculos de la energía disponible. La indiferencia, el encogimiento de hombros ante la disipación del ahorro y la riqueza no son propios de un Estado bien regido. Todos hemos visto algunas veces en prospectos de emisiones extranjeras, que tenían por base concesiones de aprovechamientos otorgadas por el Estado español, dar á las cifras de potencia existentes un re-

lieve y un carácter de seguridad que no tienen, pero que aparentemente les presta el supuesto contraste de la Administración pública española.

El rápido aumento á que repetidamente vengo aludiendo, que ha sufrido el valor de las grandes energías hidráulicas, es motivo suficiente para que los Estados se preocupen de hacer la estadística exacta de éstas con una organización adecuada (1). Si un Estado como el nuestro ignora y se desinteresa de cuanto á esta materia se refiere, la labor de los *argonautas*, buscadores y detentadores de concesiones de saltos es meritoria y hasta necesaria.

(Continuará.)

(1) Pacoret, *Servicio de estudios en Francia de las fuerzas hidráulicas disponibles*, tomo I, pág. 107.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

El canal del cabo Cod (Estados Unidos).

La península del cabo Cod, en la costa del Massachussets, se adelanta unos 50 kilómetros, próximamente, por la parte oriental de esta costa (fig. 1.^a) y obliga á los buques de cabotaje á dar un rodeo bastante grande, exponiéndolos á las tempestades

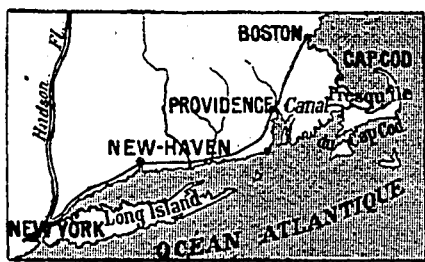


Fig. 1.^a

que desolan con mucha frecuencia las regiones próximas al cabo Cod. El movimiento de barcos que bordean la Península es considerable, calculándose en 25 millones de toneladas el tráfico mercantil, y en 500.000 el número de pasajeros por año.

nias para la apertura del canal, y varias, después de haber empezado las obras, las han abandonado, principalmente por motivos de índole económica, porque la empresa no presenta ninguna dificultad técnica.

En efecto, el istmo está atravesado por los valles del Monument River y del Scusset River, cuyo suelo está constituido por aluviones de arena y de grava fáciles de excavar. La colina que separa las cuencas de ambos ríos no tiene más que 800 metros, próximamente, de anchura y 9 metros de elevación. El valle del Monument River, que el trazado adoptado para el canal sigue en la mayor parte de su longitud, tiene una anchura mínima de 200 metros en su parte más cerrada y se ensancha en seguida de una manera continua.

Ha emprendido en la actualidad las obras del canal la Boston Cape Cod and New-York Canal C.^o, fundada en 1899, pero que no ha empezado las obras hasta 1909.

La figura 2.^a, que tomamos de la *Engineering News*, indica el trazado adoptado.

El canal tendrá una anchura mínima, en el fondo, de 30 metros; la anchura del canal por el lado de la bahía del cabo Cod será de 90 metros y de 75 por el de la bahía de Buzzards. La pro-

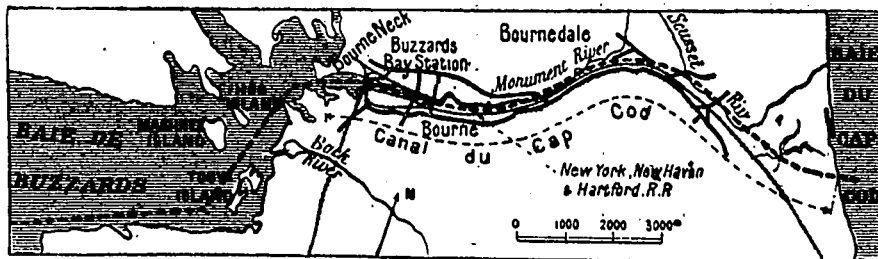


Fig. 2.^a

Para acortar el trayecto de estos buques y evitarles un paso peligroso, se ha ideado desde hace largo tiempo abrir un canal á través del istmo que une la Península al continente. Este istmo, limitado por una parte por la bahía del cabo Cod, y por la otra por la bahía de Buzzards, no tiene más que 12 kilómetros, próximamente, de longitud y presenta en el fondo de la bahía de Buzzards un puerto natural muy seguro. El canal que atravesase este istmo disminuirá en 106 kilómetros el trayecto de Boston á Nueva York.

Desde 1860 se han formado sucesivamente diversas Compa-

fundidad media será de 9 metros. La longitud total del canal llegará á 12.875 metros entre las costas y á 21 kilómetros si se tienen en cuenta los canales de acceso hasta la profundidad de 9 metros. La inclinación de las márgenes será de 1 de altura por 3 de base y el talud estará protegido por un revestimiento de piedra en las partes menos resistentes.

Las mareas tienen una diferencia de varias horas en las dos extremidades del canal, de modo que éste tendrá una corriente dirigida unas veces en un sentido, otras en el otro, y cuya velocidad máxima se evalúa, próximamente, en 4 kilómetros por