

dotar de masa, haciéndola anular. Aun así, los espesores no son grandes, pues para el diámetro de 5,94 m que tiene en la base inferior, el grueso es de 70 cm, y para el diámetro 3,96 m, en la base superior, el grueso se redujo a 12 cm, con una cuantía metálica media $q = 0,0025$.

El efecto de la temperatura es, en rigor, el único que presenta alguna dificultad en las chimeneas. El calor de los gases hace tomar (con tiempo suficiente) a la superficie interior temperatura igual a ellos; se propaga a través de la masa y, llegado al exterior, pierde por radiación y contacto con el aire. La superficie interna y la externa llegan en régimen a temperaturas muy diferentes que provocan, por su ley de variación, en las fibras intermedias, un régimen de flexión, sin cambio de forma. Además, en climas cálidos, la acción del sol provoca cambio de forma en la sección transversal y flexión longitudinal que, en alturas grandes, da flecha muy perceptible.

Tomando límites aceptables que simplifiquen el problema, en sí muy complejo, los efectos solares pueden precaverse; pero la acción de los gases, cuan-

do, por no haber recuperadores, tengan temperaturas, como son frecuentes, de 300°, 400° y a veces bastante más, no hay manera de evitar la fisuración por las grandes tensiones desarrolladas.

A ese fin, en esta chimenea se ha dispuesto una camisa interior de ladrillo refractario, con piezas de 11 cm de grueso, que deje cámara de aire en circulación entre ellos y la chimenea de hormigón.

No hubiera sido prudente descansar este revestimiento, con tan pequeño espesor, sólo en su base inferior, no porque su carga de compresión fuera inaceptable, sino porque al entrar en régimen térmico, las inevitables desigualdades de su rápida desecación darían dislocaciones que desvirtuarían su efecto; por esta razón, al ir elevando la chimenea y simultáneamente su revestimiento, se dió apoyo en tres secciones intermedias, en la forma indicada en la figura.

En la fotografía adjunta se aprecia la chimenea en servicio, siendo por su altura una de las más elevadas de España y, desde luego, entre las de hormigón armado, la más importante.

A. PEÑA BOELF

Profesor de la Escuela de C., C. y P.

La colaboración española en la Conferencia internacional de la Energía, de Londres

SECCION A

41. *La energía hidráulica en España*, por Pedro M. González Quijano, ingeniero de Caminos.

La utilización de la energía de nuestros ríos data seguramente en España de época bastante remota, como ya desde el siglo VII lo demuestran preceptos y referencias de nuestras antiguas leyes. Reducíanse por lo general aquellos aprovechamientos a molinos, batanes y mecanismos análogos, bastante numerosos en algunos ríos, como el Tajo, donde constituyeron una de las principales dificultades para llevar a cabo los proyectos de navegación que, por orden de Felipe II, empezó a ejecutar Antonelli. A veces pusieron en práctica también más ingeniosas combinaciones, como el célebre artificio de Juanelo, destinado a elevar hasta el Alcázar de Toledo las aguas del Tajo.

Todos estos aprovechamientos eran, sin embargo, de carácter privado, y se regían por las reglas del Derecho común, sin intervención sistemática de la Administración pública, que hasta bien entrado el siglo XIX no empezó a dictar reglas y disposiciones de carácter general, dirigidas a armonizar los distintos intereses relacionados con el régimen de las aguas, procurando así alcanzar objetivos ya iniciados por la Instrucción de Intendentes correidores de 1749.

La intervención administrativa empieza a regularse de una manera efectiva por la R. O. de 14 de marzo de 1846, que establece ya la necesidad de una concesión para utilizar el agua de las corrientes naturales, principio que se afirma y desarrolla en disposiciones posteriores, que fueron recogidas y sistematizadas en la ley de Aguas de 5 de agosto de 1866, primer Código que abarca materia de tan vital interés.

En aquella época no habían alcanzado, sin embargo, los aprovechamientos industriales la importancia que adquirieron ulteriormente, y, por eso, la atención del legislador se fijaba más especialmente en preferentes aplicaciones del agua, y sobre todo en el riego, que

desde tiempo inmemorial se había desarrollado en España, constituyendo en este punto sus preceptos cuerpo de doctrina, no superado por las legislaciones contemporáneas.

En cuanto a la utilización de la energía, la ley trataba sólo de evitar que pudieran perjudicarse con ella más cuantiosos intereses, y una vez conseguido esto, era extraordinariamente liberal con el concesionario, al que se cedía a perpetuidad el uso del agua, sin imponerle en cambio canon ni obligación especial de ninguna clase, salvo las generales que pudieran derivar de los Reglamentos de Policía.

Suspendidos parcialmente en 1868 los preceptos de la ley del 66, fueron íntegramente renovados en su espíritu y casi en su letra por la de 13 de julio de 1870, al amparo de la cual se ha desarrollado la mayor parte de los aprovechamientos modernos, beneficiados por esa liberalidad, quizás excesiva, aunque haya sido fecunda, y que, en el fondo, arranca de una explicable imprevisión legislativa.

Quedaron así los saltos de agua por completo entregados a la iniciativa particular, hasta cuando se trató ya de las grandes empresas a que han dado lugar los posteriores progresos de la industria, que pueden llegar a revestir el carácter de verdaderos servicios públicos. En cambio, el Estado se libraba de acudir con auxilios especiales a la utilización progresiva de esta gran energía natural.

El desarrollo alcanzado por estas empresas no dejó, sin embargo, de plantear nuevos problemas, dando lugar a estados de opinión, de donde surgieron intentos legislativos, que si no han conducido todavía a la esperada reforma, han dado ya lugar por parte del Poder público a medidas preventivas incluidas en el Real decreto de 14 de junio de 1921, entre las cuales se encuentra la nacionalización de la empresa, la renuncia a la perpetuidad concedida por la ley y la reserva de una parte de la energía para ser cedida gratuitamente o con tarifa reducida para usos públicos.

Como consecuencia del régimen de concesión indicado, el Estado ha carecido hasta ahora de organización especial administrativa dedicada a recoger datos, a formular proyectos o a ejecutar obras con el exclusivo objeto de captar, distribuir y utilizar la energía hidráulica. Todo eso corría de cuenta de los peticionarios, reservándose la Administración tan sólo la facultad de concesión, y una vez ésta otorgada, el Estado sólo interviene para hacer cumplir las condiciones impuestas.

De esta mutua independencia se resienten los datos estadísticos que obran en poder de la Administración, y que se refieren solamente a las condiciones otorgadas, que representan un límite máximo, no siempre alcanzado en la práctica, pues si la altura del salto es un elemento fijo, el caudal es esencialmente variable, y la maquinaria instalada no siempre es capaz de aprovechar toda la energía eventualmente disponible.

Bajo estas reservas, el autor resume el progresivo desarrollo de estos aprovechamientos a partir de 1890, con cuyo decenio puede considerarse que termina el período de los aprovechamientos antiguos en los que la energía mecánica es utilizada *in situ*, sin previa transformación, y los aprovechamientos modernos en los que dicha energía, convertida en eléctrica, es por lo general transportada para ser consumida a distancia en el alumbrado, en los transportes mecánicos o como fuerza motriz aplicable a toda clase de motores.

El total de las concesiones superiores a 100 HP otorgadas antes y durante el período reseñado se resumen en el cuadro siguiente:

FECHAS	Caballos
Concesiones anteriores a 1890	110 936
De 1890 a 1900	179 028
De 1900 a 1910	1 142 877
De 1910 a 1920	2 616 837
De 1920 a 1923	364 302
TOTAL	4 413 980

Los aprovechamientos de potencia inferior a 100 HP son en número de 5 256. En algunos, y sobre todo en los más antiguos, sus características no se encuentran suficientemente determinadas; pero es seguro que no alcanzarán en su conjunto a un total de 200 000 caballos.

Para mayor detalle, en el cuadro que sigue se especifican las cifras particulares que corresponden a los últimos trece años:

AÑOS	Potencia en caballos
1911	106 755
1912	157 219
1913	141 646
1914	190 100
1915	191 899
1916	423 541
1917	335 316
1918	309 681
1919	361 103
1920	399 577
1921	69 875
1922	197 069
1923	97 358
TOTAL	2 981 139

Por las razones anteriormente indicadas, estas cifras no representan la potencia realmente utilizable y, dado el régimen de nuestros ríos, el coeficiente de reducción que habría que aplicarles no sería probablemente superior a 0,5.

A continuación, estas concesiones vienen clasificadas

según su estado de desarrollo, debiendo advertir que la ejecución se refiere a la obra hidráulica y que la maquinaria no siempre queda instalada en su totalidad desde el primer momento.

SITUACION	POTENCIA		
	Inferior a 50 HP	Superior a 500 HP	Total
En explotación	158 219	1 102 899	1 261 118
En construcción	13 671	2 146 939	2 160 610
Sólo concedidos	39 400	952 852	992 252
TOTALES	211 290	4 202 690	4 413 980

Calcúlase a continuación la total energía utilizable en España en unos 6 000 000 de caballos, de donde resultaría que no quedaría aprovechable más que el 50 por 100 de lo ya concedido; pero en realidad la diferencia es mayor, aunque para hacerla efectiva sean precisos trabajos de regulación, como los ya realizados, precisamente con fines industriales, con los embalses de Bolarque, de Talarn y de Tremp, en el Tajo el primero y en el Noguera Pallaresa los otros dos.

Otros más se han construido o están en construcción con fines agrícolas, y el estudio combinado de ambos objetivos podría contribuir al aprovechamiento integral de nuestras aguas, sobre todo si el punto de vista técnico hubiera de completarse con oportunas medidas legislativas que armonizaran equitativamente todos los intereses en juego.

Estúdiase en seguida la distribución geográfica de la energía disponible, que se resume en el siguiente cuadro:

CUENCAS ALIMENTADORAS	Concesiones	Máximas posibilidades aproximadas
	HP	HP
Vertientes directas al mediterráneo desde la frontera francesa hasta la desembocadura del Ebro	188 922	200 000
Cuenca del Ebro	2 146 621	2 903 000
Vertientes del Ebro al Júcar	121 430	140 000
Cuenca del Júcar	327 122	340 000
Vertientes del Júcar al Segura, inclusive	75 235	80 000
Vertientes del Segura al Guadalquivir	124 881	140 000
Cuenca del Guadalquivir	170 393	300 000
Cuenca del Guadiana	14 669	60 000
Cuenca del Tago	256 146	356 000
Cuenca del Duero	135 052	470 000
Cuenca del Miño	78 701	150 000
Vertiente Cantábrica	575 031	670 000
Cuenca del Carona	199 727	200 000
TOTALES	4 413 980	6 000 000

En cuanto al capital invertido en las instalaciones en marcha, puede juzgarse de él por los siguientes términos medios, deducidos de datos anteriores a la guerra:

Potencia en kw	500	2 500	6 000	12 000	20 000
Coste por kw Ptas.	2 100	1 750	1 520	1 000	750

Dedúcese que el capital representado por las empresas actuales puede considerarse del orden de los 1 000 millones de pesetas.

Los precios de venta de la energía oscilan, para alumbrado, entre 0,40 y 1,30 pesetas por kilowatio-hora, para pequeñas industrias entre 0,15 y 0,40, y para grandes suministros de 0,06 a 0,15.

SECCION G

234. *Descripción del sistema de generación, transmisión y distribución de electricidad en Cataluña.* Catalana de Gas y Electricidad.

Es una sucinta descripción de las instalaciones de la "Catalana de Gas y Electricidad, S. A.", de Barcelona, que se compone actualmente de tres grandes centrales, con una potencia total de 50 000 HP, tres líneas principales de transmisión, que suman 310 km de longitud y funcionan, respectivamente, a 130 000, 50 000 y 22 000 voltios, cinco subestaciones de transformación y una central térmica de 20 000 kw, utilizada como estación de reserva en Barcelona y diversas redes subterráneas y aéreas de distribución, cuyos voltajes varían de 2 000 a 50 000 voltios.

Las centrales hidroeléctricas son las de Seira, que utiliza un salto de 146 m sobre el Esera; la de Puente-Argoné, sobre el mismo río, con salto de 46 metros, y la de Arias, sobre el Cinca, con salto de 16 m.

La línea principal de transmisión a 130 000 voltios tiene 224,3 km de longitud, arrancando de la provincia de Huesca y terminando en Barcelona, después de atravesar los valles y contrafuertes que en estas provincias y en la de Lérida descienden de Norte a Sur de los Pirineos centrales.

Las tres principales subestaciones se encuentran en Manresa, Sabadell y San Adrián (Barcelona), y a esta última va unida la Central térmica de reserva.

La Empresa cuenta además con importantes concesiones de saltos situados en las provincias de Huesca y de Lérida a altitudes que varían entre 200 y 1 000 metros sobre el nivel del mar, a unos 200 km como máximo de la zona de consumo, y ha adquirido recientemente otro salto sobre el Ter, situado a unos 80 km de la misma zona, todo lo cual podrá permitir en lo porvenir, sin grandes dificultades, el ampliar la potencia disponible hasta 300 000 HP.

Teniendo en cuenta todos estos posibles desarrollos, ya las primeras instalaciones fueron concebidas y ejecutadas con la amplitud suficiente para que no fueran precisos cambios considerables en lo porvenir.

Por esta razón, se fijó ya en 1913 en 130 000 voltios la tensión de la línea principal, lo que excedía a todo lo que en Europa existía en aquella época, adoptándose al efecto la corriente trifásica de 50 períodos.

Ello dió origen a algunas dificultades durante la guerra, por la imposibilidad de importar material, lo que obligó en más de una ocasión a la Compañía a fabricarse ella misma el que le era necesario.

La red subterránea primaria de la distribución de Barcelona fué también la primera red urbana de Europa en que llegó a emplearse el voltaje de 50 000 v.

235. *Consideraciones relativas a la interconexión de los sistemas de transmisión existentes,* por Claudio E. Bennett, ingeniero de "Riegos y Fuerza del Ebro, S. A."

Se ha tratado mucho en estos últimos años de la interconexión de las líneas de alta tensión, lo que en algún caso se ha llamado *superpower*, y no siempre se ha tenido en cuenta el aspecto económico del problema. En general, para que deba invertirse capital en la interconexión de transportes de fuerza próximos es preciso que sus características se complementen; en otro caso, la operación dejaría de ser ventajosa.

Las diferencias compensables pueden existir ya en las características de las fábricas generatrices, ya en la distribución de la carga. Así, por ejemplo, una central hidráulica y una de vapor pueden casi siempre ser conectadas con beneficio para ambas, y también dos centrales hidráulicas alimentadas por ríos de régimen diferente.

A veces la interconexión conduce prácticamente

a la unificación de los sistemas; pero más frecuentemente el capital disponible debe limitarse según la importancia de las ventajas previstas, debiendo estudiar el ingeniero la mejor solución que con los aparatos existentes es dable obtener.

Reúnense las circunstancias indicadas en los aprovechamientos explotados por las Empresas "Riegos y Fuerza del Ebro" y "Energía eléctrica de Cataluña", y el autor, que es ingeniero-jefe de la primera de estas entidades, da cuenta de los proyectos que las mismas se proponen desarrollar, pensando que las soluciones adoptadas podrían ser de interés desde un punto de vista bastante general.

En el caso que se considera, las características hidráulicas de las centrales generatrices son tan esencialmente diferentes, que es ventajoso efectuar la interconexión; pero las diferencias de sistemas hacen el problema bastante complicado.

Las disposiciones proyectadas, y ya en vías de ejecución, se distribuyen en tres etapas: comprende la primera el cambio de pequeñas cantidades de energía, para lo que se emplearán transformadores que salven las diferencias de voltaje; después, para un cambio más extenso, se instalarán autotransformadores, que permitan unir los recursos hidráulicos, y, por último, podrían eventualmente utilizarse los mismos autotransformadores y el material de las centrales para elevar la tensión y permitir, con las mismas líneas, el transporte de una potencia más elevada, en caso de ulteriores desarrollos de las fuerzas hidráulicas.

Crónica

Las carreteras francesas

Conocido de todos es el hecho de la magnífica conservación de carreteras en Francia antes de la guerra. Apenas terminada esta calamidad, se procedió activamente a remediar los daños causados por un tráfico anormal, agravados por no haberse podido hacer reparaciones a su debido tiempo. El esfuerzo ha sido extraordinario, y causa asombro que un país empobrecido y falto de mano de obra pueda ejecutar en tan grande escala pavimentos modernos difíciles y costosos.

Sin embargo, los nuevos ricos que disfrutaban de automóviles, adquiridos Dios sabe cómo, no se resignan a sufrir la más mínima molestia, y buena prueba de ello es la siguiente muestra de breccia, que copiamos de un importante periódico local francés:

"Nous aurons de bonnes routes le jour où l'Etat paiera aux ingénieurs des Ponts un petit cyclecar, dans lequel ils devront couvrir chaque jour un minimum de 60 kilomètres."

Cela tuera les plus vieux ou les mettra à la retraite comme cardiaques.

Ils seront remplacés par des hommes plus actifs et modernes; et ce jour-là, peut-être, chacun pourra voyager sur les routes nationales avec son grand-père et ses petits-enfants, sans leur décrocher tout l'intérieur et les rapporter mous et tremblants comme de la gélatine."

La Mancomunidad de Cataluña y las Obras Públicas

En la Crónica de esta REVISTA, correspondiente al día 1.º de julio del corriente año, dábamos una noticia que comenzaba así:

"Parece resurdir de nuevo el asunto de la concesión a la Mancomunidad de Cataluña, de las Delegaciones de Obras públicas."

Según nuestros informes, se proyecta constituir una Comisión con representaciones de la referida entidad