

proporcionalmente á la reacción que en cada caso de sobrecarga tiene que desarrollar, dan á este tipo un carácter de absoluta generalidad interesantísimo. Demostramos la existencia de un teorema que podemos llamar de los ocho momentos consecutivos, ligados por dos ecuaciones, cada una de las cuales comprende

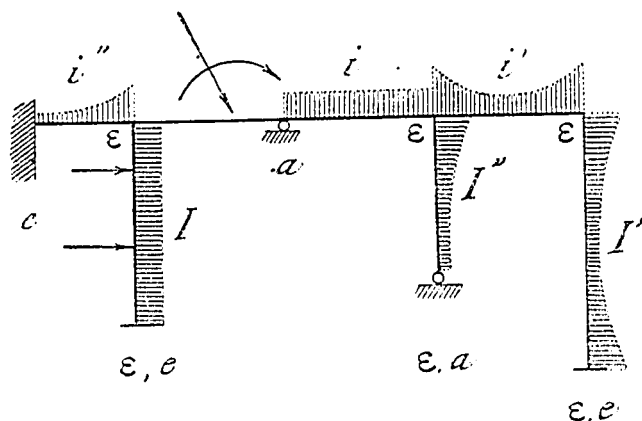


Fig. 9.ª

seis (fig. 10) en las secciones marcadas. Es el caso del puente sobre pilares elásticos flotantes, del que constituye una sencilla degeneración el problema de la vía férrea, cuando los pilares desaparecen y la viga se apoya simplemente sobre las traviesas. Estas *flotan*, puede decirse, en el balastó, que actúa como un líquido virtual de enormísima densidad (3.000 á 8.000). Las dos ecuaciones de los ocho momentos se reducen entonces á una sola que liga cinco flexiones sucesivas sobre los apoyos, con funciones de las sobrecargas actuantes en alguno ó en los dos tramos centrales.

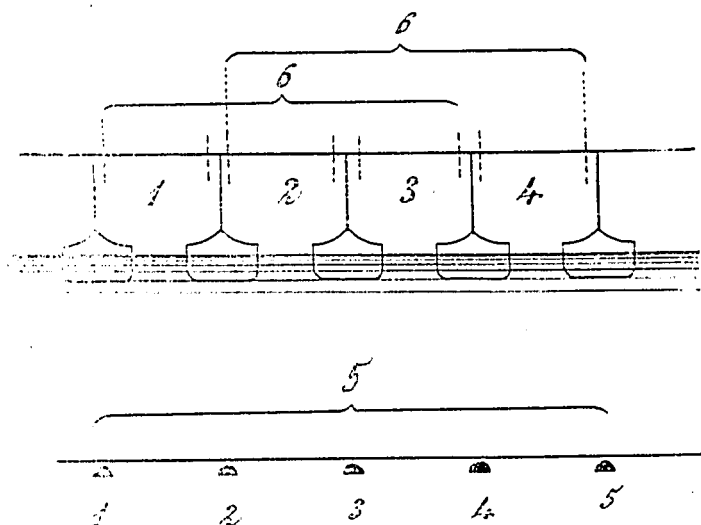


Fig. 10.

Aun en casos tan complicados como éste llegamos á deducir las líneas de influencia de las flexiones, esfuerzos tangenciales, reacciones y deformaciones, relativas á las cargas móviles. Todas estas líneas, ordinariamente consideradas de tercer grado, en la supuesta constancia del momento de inercia, son de quinto ó sexto, cuando este elemento varía según parábolas de segundo ó tercer grado, respectivamente.

En este largo estudio aprovechamos una porción de elementos de soluciones parciales de los numerosos problemas de detalle que involucra, debidos á diversos Profesores é Ingenieros alemanes, suizos y daneses (*). Pero reivindicamos como propia, no sólo

(*) *Summ cuique*. Después de impresos nuestros artículos «Los métodos de cálculo de estructuras derivados del trabajo elástico», (REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de Noviembre y Diciembre 1912, Enero 1913), dedicados á divulgar la obra y enaltecer la Memoria de Alberto Castigliano, encontramos en el Bo-

la solución general y amplísima del problema de las estructuras trapeciales, sino también la solución completa, á la vez amplia, rigurosa é ingenieril, del viaducto elásticamente sustentado, del que hasta hoy sólo existen soluciones llenas de hipótesis restrictivas y sumamente incompletas, en particular respecto á las acciones horizontales y á los cambios de estado higrométrico y térmico.

REPRESENTACIÓN GRÁFICA

PARA FIJAR LA CAPACIDAD DE UN EMBALSE REGULADOR DEL RÉGIMEN DE UN RÍO

En un estudio de aprovechamiento de un lago en Noruega, para formar, mediante su cierre en el punto de partida del emisario, un embalse que regularizase el régimen de este río, tuve ocasión de ver empleada una representación gráfica que, usada más tarde por mí, me ha demostrado prácticamente la gran comodidad que ofrece para resolver todos los problemas y tantear todas las soluciones que con aquella cuestión se relacionan, dando cuenta rápida y exacta de la influencia de los diversos factores que en ella intervienen. Por ejemplo: determinar hasta qué grado de regularización permite un pantano de capacidad determinada; cuál ha de ser, viceversa, la capacidad de un embalse para conseguir una regularización fijada *a priori*, es decir, una máxima discrepancia entre el mínimo y el máximo caudal de un río; en qué época se producirán éstos; cuál es la mínima capacidad del embalse que permita la regularización absoluta del río á caudal constante, etc., etc.

El no haber visto, ni aun apuntada, la idea de este sistema de representación en ninguna de las obras que, usualmente, manejamos en España los Ingenieros, y la experiencia de la comodidad que ofrece para tratar estos problemas y otros similares, me induce á dar de aquél una idea en las columnas de nuestra revista.

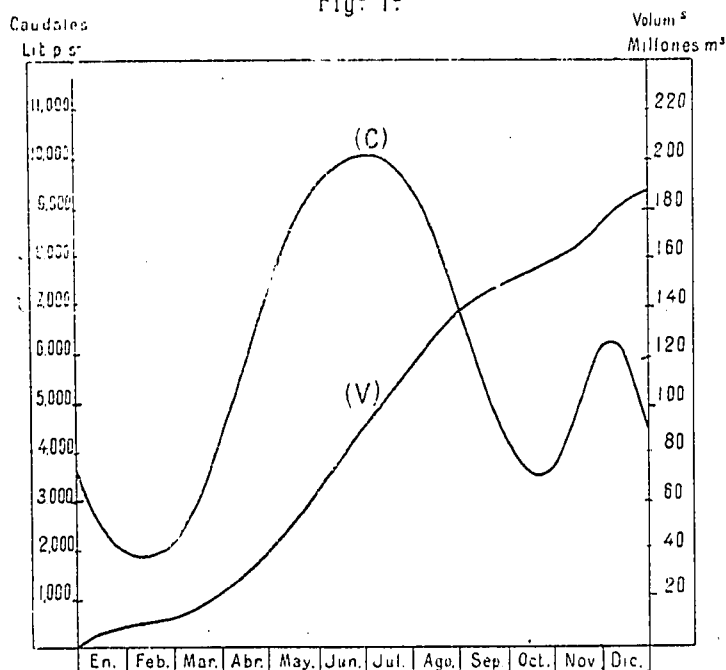
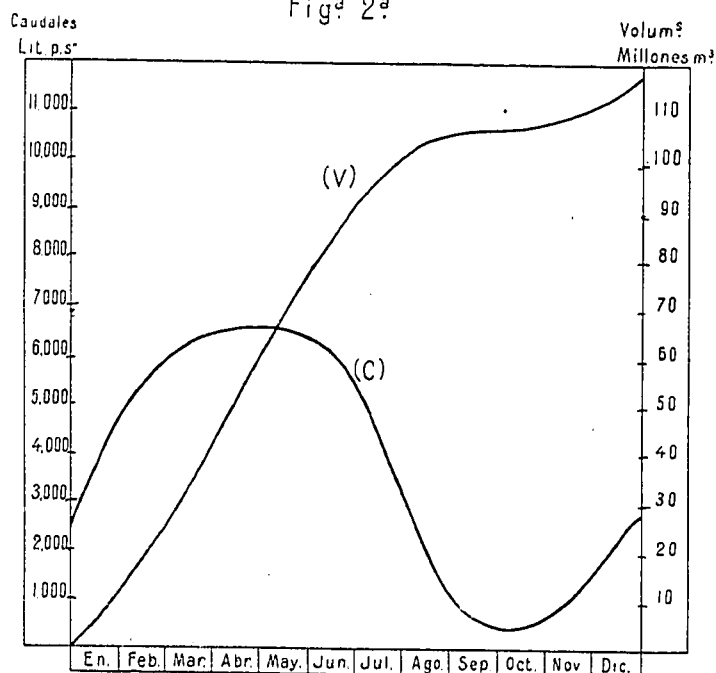
Supongamos que en el elegido emplazamiento de la presa del pantano á proyectar, se hayan practicado aforos que permitan fijar, con la necesaria exactitud, el régimen del río durante un año. Tomemos dos ejes coordenados: el de abscisas para los tiempos, y el de ordenadas para los volúmenes de agua que, desde el origen escogido para los tiempos, pasan por la sección considerada. Así, dibujaremos una curva que representa, en este sistema convencional, el régimen variable del río.

De la definición de esta curva se deducen algunas de sus propiedades. Así, la diferencia entre las ordenadas correspondientes á dos instantes determinados, representa el volumen de agua que entre dichos dos instantes ha pasado por la sección transversal del río en el punto considerado. Las ordenadas de la curva serán siempre crecientes, ó, como caso límite, aquélla tendrá un segmento rectilíneo y paralelo al eje de los tiempos, si el caudal del

letín de la Sociedad de Ingenieros civiles de Paris (1888), cierta Memoria acerca de las deformaciones elásticas, titulada «Théorie nouvelle et applications», recibida por dicha Sociedad con gran aplauso. Aparecen en ella los teoremas de Maxwell y de Mohr y casi entera la teoría fundamental de Castigliano; jamás sus nombres. Pudiera creerse en una *reinvención*, pero por fin, en un apéndice, aparece el nombre de Castigliano, tan sólo para sentar que su teorema, el de las derivadas del trabajo elástico, es un mero corolario de la «Théorie nouvelle»... y para demostrarlo se estampan no menos que dos páginas llenas de integrales. Una de las demostraciones que, inspirándonos en la de Föppl, damos en los artículos citados, suma catorce líneas y sin embargo establece con absoluta generalidad el trascendental teorema que, formulado en 1873, en 1888, quince años después, había de quedar en modestísimo corolario.....!

rio se anula ó el río queda seco durante una época del año. Si en un punto cualquiera se traza á la curva una tangente, el coeficiente angular de ésta representará, en las escalas adoptadas para tiempos y volúmenes, el caudal del río en el instante correspondiente.

En las épocas de crecidas ó de aguas altas, la curva ascenderá rápidamente; en épocas de penuria ó estiaje, la curva, por el contrario, ascenderá suavemente. La convexidad vuelta hacia las ordenadas positivas (derivada segunda negativa), indicará que el caudal del río es decreciente. La convexidad vuelta hacia las ordenadas negativas (derivada segunda positiva), significará que el caudal es creciente. Los puntos de inflexión (derivada segunda nula) corresponden á instantes en que el caudal ha pasado por un máximo ó por un mínimo.

Fig^a 1^aFig^a 2^a

MESES	QUINCENA	CAUDAL MEDIO — Litros por 1"	VOLÚMENES DE AGUA — MILLONES DE M ³	
			En la quincena.	Desde 1.º Enero.
Enero.....	Del 1 al 15...	3.000	3,88	3,88
	» 15-31.....	2.150	2,97	6,85
Febrero.....	» 1-15.....	1.900	2,46	9,32
	» 15-28.....	2.000	2,24	11,56
Marzo.....	» 1-15.....	2.400	3,11	14,67
	» 15-31.....	3.500	4,83	19,51
Abril.....	» 1-15.....	5.100	6,60	26,12
	» 15-30.....	6.400	8,29	34,41
Mayo.....	» 1-15.....	7.900	10,23	44,65
	» 15-31.....	8.850	12,23	56,89
Junio.....	» 1-15.....	9.650	12,50	69,39
	» 15-30.....	9.900	12,83	82,22
Julio.....	» 1-15.....	10.050	13,02	95,25
	» 15-31.....	9.700	13,41	108,65
Agosto.....	» 1-15.....	9.050	11,73	120,38
	» 15-31.....	7.700	10,64	131,03
Septiembre.....	» 1-15.....	6.200	8,03	139,06
	» 15-30.....	4.850	6,28	145,35
Octubre.....	» 1-15.....	3.950	5,12	150,47
	» 15-31.....	3.500	4,84	155,30
Noviembre.....	» 1-15.....	4.150	5,38	160,68
	» 15-30.....	5.400	6,99	167,68
Diciembre.....	» 1-15.....	6.200	8,03	175,71
	» 15-31.....	5.300	7,33	183,04

Las curvas de la figura 1.^a traducen, aproximadamente, y prescindiendo de irregularidades accidentales, el régimen de un río en la parte alta de su cuenca, en la que predominan las precipitaciones en forma de nieve (hulla blanca). La curva (C) es la de cau-

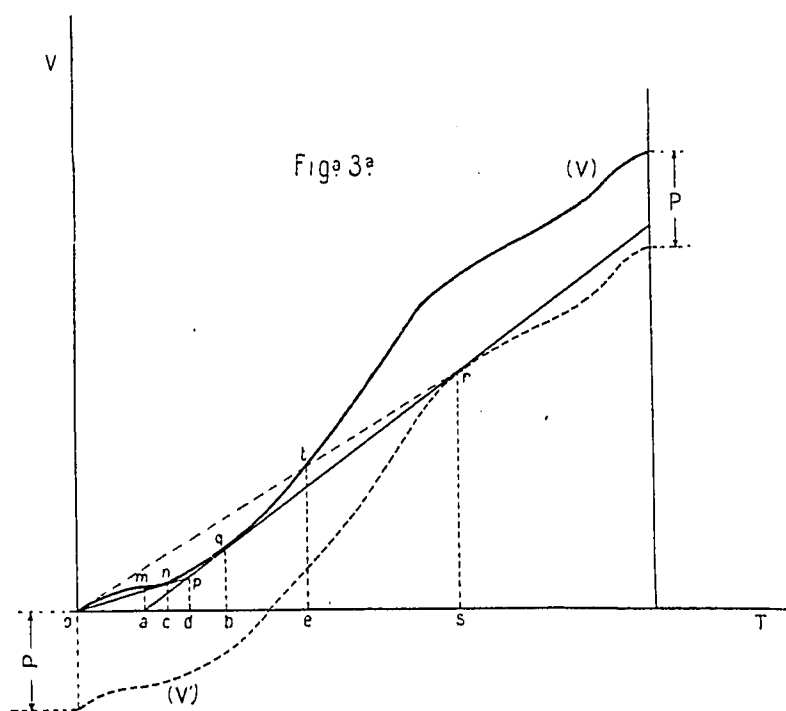
dales y la (V) la de los volúmenes, de que hemos venido ocupándonos y que es la integral de la anterior. En el origen de tiempos—1.º de Enero—el caudal es escaso y la curva de volúmenes asciende suavemente; el mínimo caudal corresponde á la primera quincena de Febrero, y pasado éste, crece cada vez más rápidamente con las lluvias primaverales y la fusión de las nieves hasta alcanzar su máximo hacia los meses de Junio ó Julio. Durante el verano el caudal descende para pasar por otro mínimo á fin de Septiembre ó principio de Octubre, no tan bajo como el de invierno, cuando la reserva de nieves está casi agotada y aun no han comenzado las lluvias otoñales. Al iniciarse éstas, crece el caudal y pasa por otro máximo para después descender y recomenzar el ciclo reseñado. La curva de volúmenes presenta así cuatro puntos de inflexión y dos ondulaciones en el curso del año.

MESES	QUINCENA	CAUDAL MEDIO — Litros por 1"	VOLÚMENES DE AGUA — MILLONES DE M ³	
			En la quincena.	Desde 1.º de Enero.
Enero.....	Del 1 al 15...	2.900	3,75	3,75
	» 15-31.....	4.100	5,66	9,41
Febrero.....	» 1-15.....	4.850	6,25	15,66
	» 15-28.....	5.700	6,40	22,06
Marzo.....	» 1-15.....	6.050	7,80	29,86
	» 15-31.....	6.300	8,69	38,55
Abril.....	» 1-15.....	6.450	8,32	46,87
	» 15-30.....	6.500	8,38	55,25
Mayo.....	» 1-15.....	6.450	8,32	63,57
	» 15-31.....	6.400	8,83	72,40
Junio.....	» 1-15.....	6.200	7,99	80,39
	» 15-30.....	5.700	7,35	87,74
Julio.....	» 1-15.....	4.950	6,38	94,12
	» 15-31.....	3.500	4,83	98,95
Agosto.....	» 1-15.....	2.450	3,16	102,11
	» 15-31.....	1.400	1,93	104,04
Septiembre.....	» 1-15.....	800	1,03	105,07
	» 15-30.....	600	0,77	105,84
Octubre.....	» 1-15.....	450	0,55	106,42
	» 15-31.....	500	0,69	107,11
Noviembre.....	» 1-15.....	750	0,96	108,07
	» 15-30.....	1.200	1,54	109,61
Diciembre.....	» 1-15.....	1.800	2,32	111,93
	» 15-31.....	2.450	3,38	115,31

En la figura 2.^a, las curvas (C) y (V) corresponden á un río de régimen principalmente pluvial en cuenca más ó menos poblada (hulla verde). En el curso del año, el caudal pasa por un máximo y un mínimo, y la curva de volúmenes acusa dos inflexiones.

Definida la curva de volúmenes y conocidas las propiedades que de su definición se derivan, es fácil seguir los razonamientos que á continuación hacemos.

Fijémonos, como más complejo desde el punto de vista de la regulación, en un río de cuenca nevada, tal como el que corresponde á la curva (V) de la figura 3.^a Supongamos que en la sección del río en que se han practicado los aforos haya de construirse un pantano regulador, y llamemos P á su capacidad de embalse. Dibujemos por bajo de la curva (V) otra idéntica á ella, y cuya equidistancia á la misma paralelamente al eje de volúmenes sea el volumen P del embalse.



Tracemos la tangente gr común á ambas curvas. Esta recta, en el sistema de representación adoptado, corresponderá á un régimen uniforme ó de caudal constante, igual al valor de su coeficiente angular. Si supusiéramos que á esta recta se quisiera sujetar, en cuanto sea posible, el régimen del río, he aquí cómo podríamos interpretar los acontecimientos desde el instante tomado como origen de tiempos. Podríamos no dar caudal ninguno al río desde dicho origen hasta el instante a , en cuyo caso nos encontraríamos con que en dicho instante teníamos parcialmente llenado el embalse con el volumen am .

A partir de este instante, podríamos dejar al río el caudal que representa el régimen rectilíneo de la tangente trazada, siguiendo así hasta el instante b . Como la curva (V) está constantemente por encima de dicha tangente, se ve que el régimen rectilíneo es posible en cuanto á los volúmenes de agua, puesto que en ningún instante se excede el volumen que ha pasado por la sección considerada del río.

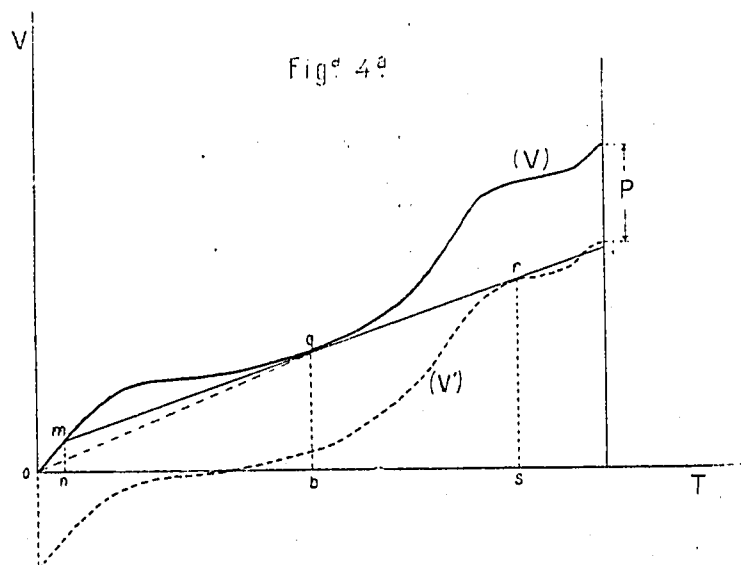
Podríamos también fijarnos un régimen más regular que el indicado para el río, sin dejarlo nunca en seco, entre los instantes o y b , el cual consistiría en trazar la tangente on desde el origen o á la curva (V) y prolongarla hasta su intersección en p con la tangente común gr . El régimen del río podría ser entonces el de caudal constante que corresponde á la recta on hasta el instante d , y á partir de éste el de caudal también constante, pero algo mayor, que corresponde á la tangente común. Por contra, no sería nunca posible conseguir el régimen de caudal constante que representa la recta or entre los instantes o y s , pues en el intervalo de tiempo comprendido entre los dos puntos de intersección con la curva (V) , dicho régimen rectilíneo supone un volumen de agua superior al que realmente ha aportado el río.

El único régimen posible que se acercara á éste sería el de dicha línea recta hasta el primer punto de intersección; después el régimen variable que representa la misma curva (V) y, finalmente, otra vez aquella recta desde el segundo punto de intersección hasta el instante s .

En el instante b , el pantano supuesto, de capacidad P , está completamente vacío, pues el volumen que realmente ha aportado el río y el que á éste hemos dejado con cualquiera de los regímenes más regulares que arriba indicamos, es exactamente el mismo, igual á la ordenada qb . Si después del instante b queremos proseguir dando al río el régimen de caudal constante que corresponde á la tangente común, podremos hacerlo, almacenando para ello el volumen que en exceso trae el río y que en cada instante está dado por la diferencia entre las ordenadas de la curva (V) y de la recta gr .

Al llegar el instante s el pantano está completamente lleno, puesto que la diferencia entre los volúmenes que realmente ha aportado el río y que á éste hemos dejado en el régimen uniforme, es precisamente la distancia vertical P entre las curvas (V) y (V') . Pasado el instante s puede seguirse manteniendo el régimen uniforme que corresponde á la tangente gr , pero á condición de que el embalse contribuya, sumándose al caudal del río para mantenerlo constante en el valor fijado. En cada instante el volumen de agua contenido en el embalse, estará dado por la diferencia entre las ordenadas de la curva (V) y de la recta gr .

Si la tangente común fuera tal como se representa en la figura 4.^a, para llegar al régimen regulado que á esta tangente corresponde, deberíamos dar al río el caudal variable que representa la curva entre los instantes o y n , para seguir después con el régimen de caudal constante. Una mayor uniformidad ó regularización correspondería á la cuerda oq entre los instantes o y b , y á la tangente común á partir de b . Se desprende también de lo dicho, que un régimen que correspondiera á una línea recta, quebrada ó mixta, que en parte quedara por bajo de la curva (V') requiere, para poder ser mantenido, una mayor capacidad del pantano que la capacidad P supuesta: ó bien si se conserva ésta, hay un desperdicio de agua en el intervalo correspondiente á los puntos de intersección con (V') .

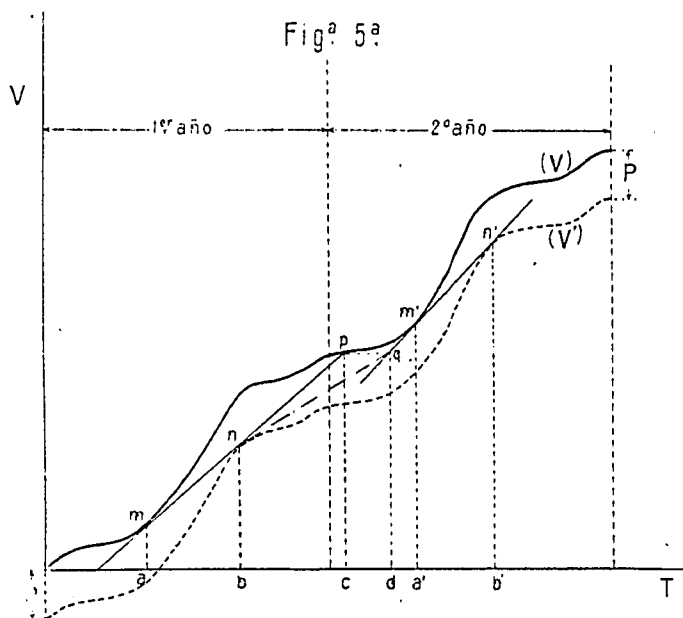


Si, por el contrario, la línea recta, quebrada ó mixta que representa un régimen de caudales, quedase en algún punto por encima de (V) , dicho régimen sería imposible de lograr en el intervalo correspondiente á los puntos de intersección con esa curva, puesto que supondría la existencia de mayores volúmenes de agua que los que realmente han pasado ó pasan por la sección considerada del cauce.

Toda línea representativa de un régimen, que conserva todos sus puntos comprendidos entre las curvas (V) y (V') es posible de realizar, pero ofrece el defecto — en cuanto á la buena utilización de la capacidad reguladora P — de que por no llegar nunca á la curva (V) , nunca agotamos el embalse ó almacenamiento; y por no tocar en ningún punto á la curva (V') , en ningún instante está lleno por completo el pantano. La capacidad elegida para éste sería, pues, innecesariamente grande para el logro de la regularización deseada.

Ahora queda bien claro por qué nos hemos fijado particularmente en la tangente común á (V) y (V') . Por tratarse de una línea recta, el régimen es el más regular posible (caudal constante); por ser tangente á ambas curvas, el pantano aporta la máxima contribución reguladora de que es susceptible, llegando á estar un instante completamente lleno, y otro instante enteramente vacío; y, finalmente, por estar comprendida constantemente entre (V) y (V') , dicho régimen es posible. Dicho de otro modo; *la tangente común representa el máximo caudal constante que permite el régimen hidrológico del río en el punto considerado, juntamente con el aprovechamiento ó utilización integral de la capacidad del vaso regulador.*

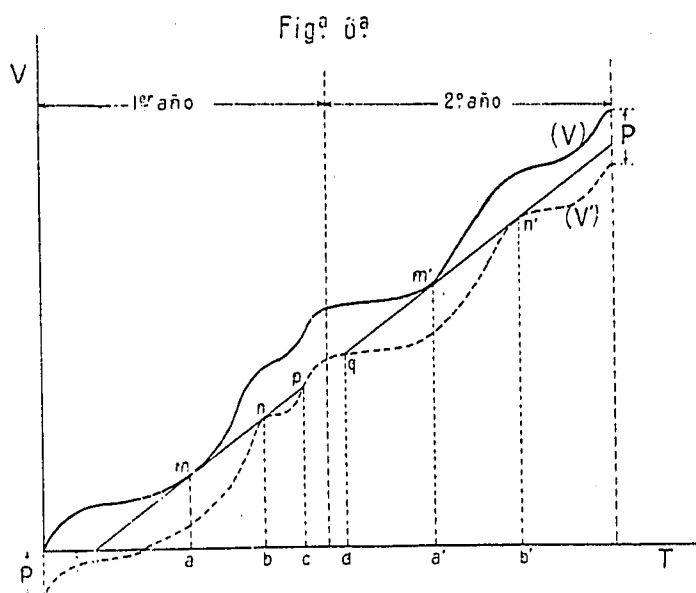
Todo lo dicho hasta ahora, se refiere al curso de un año. Pasemos al siguiente y dibujemos una á continuación de otra las curvas correspondientes á estos dos años consecutivos. Las dos tangentes comunes mn y $m'n'$ (fig. 5.^a) será raro que coincidan en una sola recta, aunque lo probable es que su dirección sea sensiblemente la misma y su distancia sea pequeña relativamente. Desde el instante a , podremos mantener el régimen regulado correspondiente á la primera tangente común, hasta el instante c , como máximo tiempo. En este instante, para poder llegar al régimen que corresponde á la segunda tangente $m'n'$, sería preciso dar al río un caudal nulo, esperando al instante d , en el que podremos comenzar con dicho régimen. También podríamos, en evitación de aquel caudal nulo, trazar una recta tal como la nq y establecer los regímenes mn , en el intervalo ab ; nq , en el tiempo bd , y qn' , á partir del instante d .



El régimen más uniforme, correspondería, si existiera, á la tangente común á las curvas (V) y (V') dentro del intervalo de los dos años, que quedara siempre comprendida entre dichas curvas.

— Si, como es lógico y económico, queremos obtener toda la regularización posible con la mínima capacidad de pantano, la anterior figura muestra que la prevista para dicho pantano es demasiado grande, puesto que almacena más de lo que permite una regularización ideal del río, ya que tiene que haber períodos en los

que se corte á éste toda el agua para almacenarla, ó, lo que es equivalente, se necesita mantener un régimen de penuria durante algún tiempo, para poder soportar regímenes más caudalosos durante otros. Si, por el contrario, el diagrama correspondiente á dos años consecutivos fuese tal como aparece en la figura 6.^a, entre los dos instantes c y d la capacidad del vaso es insuficiente y hay que dar al río, en dicho intervalo, un caudal variable, el que el río traiga, pues el pantano está ya en c completamente lleno.



Si se dibuja la curva (V) para varios años consecutivos y se quiere obtener la mínima capacidad de embalse que permitiera una regulación ideal del caudal (constancia de éste en todo el intervalo considerado), trazariamos la tangente á la curva (V) que, teniendo el máximo coeficiente angular posible, dejara á dicha curva íntegramente por encima de la tangente trazada. Si por encima de la curva trazamos á ésta las tangentes paralelas á la primera, aquella cuya distancia á ésta en la dirección del eje de volúmenes fuera la mayor, daría en la mencionada distancia la mínima capacidad del embalse que permite la regulación perfecta, y el coeficiente angular de las tangentes representaría el caudal uniforme máximo que consiente el régimen hidrológico de la cuenca. Puede escogerse una capacidad menor de pantano si no se pretende llegar á la regularización ideal. Puede, también, estar limitada la capacidad del vaso regulador por razones de emplazamiento de presa, por expropiaciones, etc., y en este caso, cabe estudiar el máximo partido que de dicha capacidad puede sacarse. El método gráfico puede ser aplicado al estudio de la regularización del régimen de un río por medio de uno ó varios de sus afluentes, procurando á éstos un almacenamiento forzado en ciertas épocas, invirtiendo el régimen del afluente en pro de la uniformidad del principal. En otros casos, como en el pantano para riego, puede uno proponerse un régimen variable fijado *a priori*, muy diferente del de la uniformidad, que en cambio es el que más interesa á un aprovechamiento hidroeléctrico. El mecanismo ó *modus operandi* puede deducirse fácilmente en cada caso conociendo la esencia de este método de representación gráfica.

Para el trazado de la curva (V) se requiere el conocimiento de los volúmenes de agua que pasan desde el origen de tiempos por la sección considerada del cauce. El medio más exacto es instalar en ésta una estación de aforos, determinando el caudal, por ejemplo, una vez por semana. En estudios relativos á obras que suponen la inversión de grandes capitales, los gastos que origina una estación de aforos están sobradamente justificados. Pueden los aforos practicarse durante un año y deducirse los correspondientes caudales aproximados para un cierto número de

años precedentes, mediante la comparación de las observaciones pluviométricas. En algunos casos—y en uno de ellos se ha encontrado el que estas líneas escribe—, un año de aforos, referido á los que durante el mismo año y durante muchos años anteriores hizo el Estado á diario en cuenca inmediata y enteramente similar (Canal de Aragón y Cataluña), permite reconstituir las curvas de caudales y volúmenes correspondientes á varios años, con grandes garantías de exactitud, casi las mismas que las que proporcionaría la observación directa.

Para una primera aproximación, pueden, á falta de aforos, utilizarse observaciones pluviométricas, juntamente con el estudio detenido de la cuenca. Como las ordenadas de la curva (V) son volúmenes de agua, bastará fijarse en los datos sobre precipitaciones atmosféricas y afectarlos de un coeficiente de esorrentia. En las partes altas de las cuencas, el agua caída tarda poco en llegar al cauce y discurrir por él, de suerte que las curvas (V), deducidas de la observación directa de caudales y de las alturas de lluvia caída, son muy semejantes y pueden reemplazarse una por otra sin error sensible. La nieve, en cambio, representa, por sí misma, un acumulador anual que deforma sensiblemente la curva (V).

Es innecesario decir que deberá suplementarse la capacidad deducida para el pantano con lo que la evaporación representa en éste, ó al menos, tener en cuenta esta evaporación en el sentido que proceda. La representación gráfica indica en cada instante ó época del año el contenido del vaso regulador, y puede deducirse, en consecuencia, el área de la superficie líquida. La curva (V') quedaría así un poco deformada con relación á la curva (V), pero puede suponerse la igual, adoptando como suplemento constante debido á la evaporación, el máximo que corresponda á determinada época del año.

Claro es que la representación gráfica de que nos hemos ocupado puede aplicarse al estudio de la regulación diaria para una central productora de energía, y aun á otra clase esencialmente distinta de fenómenos variables en el tiempo, en los que hay que considerar la variación de una función y la de su derivada, susceptible aquélla de acumulación y ofreciendo interés para ésta la imposición de un régimen determinado *a priori*. Tales son, por ejemplo, los conceptos de trabajo y potencia, y así podría aplicarse el método gráfico á la determinación de volantes de inercia, baterías de acumuladores, etc.

L. S. CUERVO.

NOTA CRÍTICA

SOBRE LAS OBSERVACIONES REALIZADAS POR LA ESCUELA FORESTAL DE NANCY PARA DETERMINAR LA INFLUENCIA DE LOS MONTES EN LA LLUVIA

La creencia de que el arbolado aumenta la cantidad de lluvia de los parajes que cubre ha tratado de justificarse en más de una ocasión por la experiencia. Uno de los intentos más interesantes, y quizás el más antiguo de todos, por lo menos con la amplitud con que se ha realizado, es el de las observaciones inauguradas en Nancy en 1866 por Mathieu, Subdirector por aquella época de la Escuela forestal instalada en dicha población.

Para poder juzgar de sus resultados, empezaremos por describir las disposiciones adoptadas.

Tratábase de estudiar la influencia de los bosques en las lluvias, y á este fin se establecieron tres estaciones pluviométricas, situadas en los alrededores de Nancy.

La primera era una estación caracterizadamente forestal, y fué instalada en el bosque de Halle, en el sitio llamado *Les Cinq-Tranchées*, á 8 kilómetros al Oeste de Nancy, á la altitud de 336

metros y en el centro de un vasto macizo arbolado de más de 7.000 hectáreas. Colocóse allí un pluviómetro en medio de un espacio desmontado de unas 40 hectáreas, inmediato á las casas forestales. La segunda estación estaba situada en Bellefontaine, á 6 kilómetros al NO. de Nancy, á una altitud de 240 metros próximamente y en la orilla del macizo forestal, cuyo centro está en Cinq-Tranchées, pero fuera del mismo, á algunos cientos de metros de distancia. Un pluviómetro ordinario, pero de grandes dimensiones, permitía medir la caída total de lluvia que había de representar la recibida por un suelo sin árboles, pero situado en las proximidades del bosque.

Una tercera estación debía dar la medida de la lluvia caída sobre los terrenos agrícolas. Se la escogió primero en Amance, á 10 kilómetros al NE. de Nancy y á una altitud de 386 metros, y allí se mantuvo hasta 1882, instalándose el pluviómetro en medio de un terreno descubierto. Las necesidades del servicio hicieron trasladarlo en aquella fecha á la casa forestal de la Bouzule, cerca de Champenoux, cuya altitud es sólo de 225 metros, y que se halla situada á 4 kilómetros al SE. de la primitiva y mucho más próxima á regiones arboladas.

Las observaciones han durado treinta y tres años, y, al empezar el plantío de hayas y carpes, en cuyo centro se instaló el pluviómetro de Cinq-Tranchées, tenía cuarenta años de edad.

El cuadro núm. 1 da el resultado de las observaciones de las tres estaciones resumidas por años (1).

Cuadro núm. 1.

Cantidades de agua recibidas anualmente en terreno descubierto en cada una de las tres estaciones.

AÑOS	CANTIDADES ABSOLUTAS			CANTIDADES RELATIVAS			OBSERVACIONES
	Les Cinq-Tranchées	Bellefontaine	Amance la Bouzule	Les Cinq-Tranchées	Bellefontaine	Amance la Bouzule	
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	
1867.....	925,0	879,0	862,0	100	95,0	93,2	La estación agrícola está en Amance á 386 m. de altitud.
1868.. ..	743,0	738,0	631,0	100	98,7	84,1	
1869.....	774,0	721,0	628,0	100	93,2	81,1	
1870.....	576,0	593,0	518,0	100	103,0	89,9	
1871.....	744,0	708,0	625,0	100	95,2	84,0	
1872.....	903,0	877,8	717,0	100	97,2	79,4	
1873.....	753,5	740,9	639,0	100	98,3	84,8	
1874.. ..	695,5	618,9	545,9	100	89,0	78,5	
1875.....	954,1	894,2	597,2	100	93,7	62,6	
1876.....	822,0	847,4	669,9	100	103,1	81,5	
1877.....	921,1	961,9	746,9	100	104,4	81,1	
1878.....	1052,7	1026,7	825,8	100	97,4	78,4	La estación agrícola está en Bouzule á 225 m. de altitud.
1879.....	998,2	979,2	726,9	100	98,1	72,9	
1880.....	877,1	870,7	678,9	100	99,3	77,4	
1881.....	682,9	736,8	514,3	100	108,0	75,3	
1882.....	973,7	942,9	822,6	100	96,8	84,5	
1883.....	878,5	916,1	680,9	100	104,3	77,5	
1884.....	668,9	626,6	559,7	100	93,7	83,7	
1885.....	1009,2	814,7	763,0	100	80,7	75,6	
1886.....	930,7	891,1	738,0	100	95,7	79,3	
1887.....	772,9	720,2	577,0	100	93,1	74,7	
1888.....	1061,0	849,2	723,6	100	80,0	68,2	
1889.....	857,3	691,0	582,0	100	80,6	67,9	La estación agrícola está en Bouzule á 225 m. de altitud.
1890.....	813,6	697,2	629,0	100	85,7	77,3	
1891.....	898,1	776,5	672,2	100	86,5	74,8	
1892.....	988,4	849,9	635,1	100	86,0	61,3	
1893.....	695,4	692,5	505,4	100	99,6	74,0	
1894.....	713,2	657,5	532,5	100	92,2	74,7	
1895.....	970,1	890,9	674,1	100	91,8	69,5	
1896.....	875,2	773,5	661,5	100	83,4	75,6	
1897.....	835,6	755,4	570,3	100	88,5	68,1	
1898.....	731,8	680,0	484,1	100	92,9	66,2	
1899.....	905,4	876,7	733,3	100	96,8	81,0	
TOTALES..	28006,1	26295,4	21470,3	»	»	»	
Medias....	848,7	796,8	650,6	100	93,9	76,7	

(1) Huffel, *Economie Forestière*, tomo I, pág. 70.