

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Los bosques, las lluvias y las inundaciones.

(CONCLUSIÓN) (1)

Relación entre el área cubierta de bosque y la total de las cuencas.

No se ha prestado la atención debida a la relativa magnitud de las superficies de las distintas partes de una cuenca en cuanto concierne á la producción de las inundaciones. Estas se presentan, de ordinario, en una corriente como consecuencia de lluvias generales en toda la cuenca, ó, por lo menos, en las de sus principales tributarios, teniendo una influencia, relativamente escasa, en regiones como las del valle del Ohio, las lluvias que sobrevienen en los tramos últimos ó cabeceras de las corrientes, cubiertas con frecuencia de bosque, y aun las que caen en aquellas superficies que pudieran repoblarse sin invadir las ricas llanuras de los valles formadas por los aluviones.

¿Están aumentando las inundaciones? Refutación de estudios publicados sobre esta materia.

En dos Memorias recientes, de Mr. M. O. Leighton, Jefe del Servicio hidrográfico de los Estados Unidos, la una, y de Mr. William L. Hall y Mr. Hu Maxwell, del Servicio forestal, la otra, se hace la afirmación de que se nota una marcada tendencia, como consecuencia de la destrucción de los bosques en los Estados Unidos, á una mayor frecuencia de las inundaciones.

En la segunda de las Memorias citadas se formula esta conclusión:

«... Tanto en el Servicio geológico (2) como en el forestal se dispone de *datos seguros*, y los resultados garantizan la afirmación de que, inequívocamente, las avenidas están aumentando sin parar en algunos de nuestros más importantes ríos.»

Hay que notar, ante todo, que sustancialmente todos los datos de que se han valido los autores de las dos Memorias citadas proceden de los que posee el Servicio meteorológico.

En la primera de aquéllas agrúpanse los datos medios relativos á años y á decenios, de donde resulta un aparente y progresi-

vo aumento en el número de días de inundación en Wheeling, W. Va., y en otros puntos, sin que haya un aumento proporcionado en las alturas pluviométricas.

A esto hay que oponer dos serias observaciones que invalidan semejante conclusión.

En primer lugar, las inundaciones ó niveles de las avenidas peligrosas de los ríos en sus distintos puntos fueron fijadas para cada uno por el Servicio meteorológico, determinando la altura de las escalas á partir de las cuales el río desborda ó perjudica la propiedad adyacente. Mister Leighton no tiene en cuenta este nivel y adopta otros considerablemente más bajos; así que sus afirmaciones son defectuosas en cuanto se refiere á *inundaciones*. Por ejemplo, en Wheeling, W. Va., supone que la inundación empieza á los 6,10 metros, mientras que, realmente, no tiene lugar hasta los 10. Así, pues, resulta que lo que estudia el autor de la Memoria referida no son las inundaciones, sino crecidas moderadas de los ríos.

En segundo lugar, suponer que el número total de estas avenidas, equiparadas á verdaderas inundaciones, dividido por la altura pluviométrica anual de la cuenca correspondiente, constituya una indicación de la intensidad de las inundaciones, es un error manifiesto, pues como en la misma Memoria se reconoce, poca ó ninguna relación puede tener con las avenidas la cifra que de dicha división resulte. Pueden ocurrir mayores inundaciones en años de lluvias deficientes que en otros de lluvias excesivas, si éstas se concentran en áreas limitadas y en cortos espacios de tiempo.

El examen de los datos presentados relativas á Chattanooga, Tenn., revela que no ha habido aumento en el número de días de las llamadas inundaciones ocurridas en dicho punto. Las alturas medias pluviométricas que resultan para cada uno de aquéllos son casi exactamente las mismas en los dos períodos considerados de 1884 á 1895 y de 1896 á 1907 inclusive. Pero en el número de días de verdadera inundación, tal como han sido determinados por el Servicio meteorológico, hubo una considerable reducción en consonancia con la ocurrida en las lluvias.

Pero necesario es fijarse en que la relación entre el número anual de días de inundación y la altura pluviométrica anual, sin que en el primero aparezca para nada las alturas efectivas del agua en los ríos, sólo puede conducir á resultados que carecen por completo de significación. Así la relación citada será la misma, bien sea que las aguas del río hayan llegado exactamente al límite á partir del cual se ha supuesto que empieza la inundación (límite por cierto en extremo bajo, según se ha dicho), ó bien haya de dicho límite considerablemente excedido.

(1) Véase el número anterior.

(2) Están á cargo de esta dependencia del Ministerio del Interior, á más del estudio de las cuestiones de geología, otras varias, y entre ellas los afloramientos de corrientes que realiza el Gobierno federal desde hace algunos años.—(N. del T.)

Vamos á tratar ahora de la parte de la Memoria de Mr. Leighton, á menudo citada por los partidarios de la influencia preponderante de los bosques, en que se afirma que á pesar de haber disminuido en el Tennessee los períodos de las inundaciones, debido á la disminución de las lluvias, ha aumentado la tendencia á la inundación. Semejante afirmación, como otras emitidas enlazadas con ella, es importante si puede ser probada; y aun en el caso de serlo debería su autor probar (lo cual no hace) que el aumento debería atribuirse á la reducción en la superficie cubierta por los montes. Se carece de datos que permitan afirmar si ha habido reducción ó aumento en aquella superficie, pero en todo caso la alteración no ha podido ser grande en el período de doce años que se considera.

He aquí ahora los datos y conclusiones presentados por Mr. Leighton:

Los resultados se refieren á la cuenca del Tennessee y á los años 1884 á 1907 inclusive. Sumando el número de lluvias productoras de avenidas se encuentra un total para este período de 335, de las cuales sólo las 313 ocurridas de Diciembre á Mayo inclusive son consideradas. La comparación se establece dividiendo, para los dos períodos parciales de doce años cada uno en que el total se divide, el número de días de inundación por el de los aguaceros ó tormentas correspondientes que los han producido, formándose así el siguiente cuadro:

Días de inundación por cada aguacero.

PERÍODOS	AGUACEROS MEDIDOS EN MILÍMETROS DE LLUVIA							
	26 á 39	39 á 51	51 á 64	64 á 77	77 á 89	89 á 102	102 á 115	115 á 128
1884 á 1895.....	0,7	0,5	2,5	1,8	2,6	5	6	8,1
1895 á 1907.....	0,4	0,9	2,6	2,7	3,2	6	8	6,7
Tanto por ciento de aumento.....	—43	80	4	50	22	20	33	—17

La suma algebraica de los tantos por ciento de aumento es 149 y la media 18,75, la cual compendia el efecto de la destrucción de los bosques sobre las corrientes de aguas desde 1884 á 1907.

Tal es la afirmación.

Debe ante todo llamarse la atención sobre las cifras de la tabla anterior. Si las corrientes en el segundo período, por efecto de la supresión de bosques, se presentaban con caudales mayores no era lógico esperar que el efecto se produjera de una manera uniforme y progresiva á medida que las lluvias eran mayores, cosa que, según el cuadro, se ve que no ocurre? Los resultados de éste, basados en premisas incorrectas, son contradictorios y carecen de verdadera significación. La división del número de días de inundación por el número de tormentas no puede dar ningún cociente al que pueda asignarse valor, porque las inundaciones no son tales, sino crecidas moderadas de la corriente en que no se tiene en cuenta la altura real alcanzada por el agua. Y á la vez que con ello se saca la arbitraria conclusión de que la tendencia á las inundaciones ha aumentado en la cuenca del Tennessee en un 18,75 por 100 en los doce años últimos, debido á la destrucción de bosques, ningún dato ni prueba se presenta para demostrar que, en efecto, la superficie de bosque no es tan grande al final del segundo período como lo era al principio; ó que si hay alguna reducción es por sí sola suficiente para tan grande aumento en la intensidad de la inundación.

Pero por completos que sean los datos reunidos y lo sólido y hermoso de su presentación y agrupación, la comparación de períodos tan cortos como los de doce años, es imposible que dé resultados que permitan á los más inteligentes meteorólogos ó ingenieros llegar á conclusiones fundamentales, relativas al cambio de clima y á las inundaciones que positivamente sean de algún valor. Nótese bien que la misma cantidad de lluvia total en cada uno de los dos períodos y las mismas condiciones y extensión en el área cultivada y en la superficie cubierta por bosques, pueden producir resultados muy distintos en las inundaciones, dependientes del orden con que las lluvias se produzcan en los distintos tributarios de la corriente considerada y de la acumulación en áreas reducidas ó su disminución en superficies extensas, así como de otros complejos factores relacionados con las corrientes superficiales, tales como la coincidencia de las avenidas producidas por un tributario con las de otro ó, por el contrario, la producción sucesiva de aquéllas, sin coincidencias en el cauce principal.

Por otra parte ofrécese la dificultad de obtener datos pluviométricos seguros. Cuando se ha alterado la altura de los pluviómetros ó cambios de cualquier clase han ocurrido en su vecindad que puedan alterar las corrientes del aire, los resultados anotados en un período no pueden ser comparados con toda exactitud con el siguiente.

Para probar cuan inciertos y arbitrarios son los resultados obtenidos por procedimientos análogos al que se discute, pueden presentarse los datos relativos á las lluvias y avenidas en Chattanooga y Knoxville, también en el Tennessee, relativos á los mismos períodos de 1883 á 1895 y 1896 á 1907.

El número total de lluvia fuerte en Chattanooga durante el primer período, sólo en los meses de Diciembre á Mayo, fué de 110; el número análogo en Knoxville fué de 100. En total 210 aguaceros, correspondiente á una capa total pluviométrica de 5,14 metros.

El número total correspondiente de avenidas superiores á 6,10 metros (altura admitida por Mr. Leighton) es de 166, de modo que, por término medio, á cada día de avenida corresponde lluvia de 3,10 centímetros.

En el segundo período, para las mismas estaciones é iguales condiciones, esta última cifra llega á 3,14 centímetros.

Es decir, que en el primer período la lluvia correspondiente á cada día de avenida, por término medio, es ligeramente inferior á la que corresponde en el segundo, lo cual parece indicar que la tendencia á las inundaciones en el último, lejos de haber aumentado, ha disminuído.

Únicamente se presentan las cifras que anteceden para demostrar cuán fácil es disponer los datos, de suerte que con ellos quede probada la afirmación que combatimos ó la contraria. En este procedimiento, que se presta á menos objeciones que el seguido por Mr. Leighton, se sigue el de éste al recurrir al número de días de inundación, sin tener en cuenta la altura real alcanzada por las aguas en cada uno, pudiendo afirmarse que por él se llega á la conclusión de que no existe tendencia á aumento en las inundaciones.

Vamos ahora á presentar un procedimiento de investigación distinta y más eficaz que los anteriores para dilucidar la cuestión de la relación existente entre las lluvias y las aguas corrientes superficiales.

No disponemos de un método directo para medir éstas, pero podemos alcanzar una gran aproximación comparando los datos relativos á las lluvias de una cuenca y las alturas de la corriente

que en ella discorra. Por ejemplo, si las condiciones de una parte considerable de superficie de la cuenca han variado considerablemente por destrucción de los bosques ó por otra causa, y si, como se pretende, tales cambios originan un aumento en las corrientes superficiales, resultará que á igualdad de lluvia el río acusaría después del cambio una mayor altura de agua. El procedimiento es seguramente grosero, pero parece que es el único que consienten los datos hasta el presente reunidos.

Se ha elegido Cincinnati, sobre el río Ohío, como el punto en que las observaciones sobre sus niveles se adoptan mejor al propósito que se persigue, aunque alguna objeción podría presentarse por el estrechamiento que ofrecen al cauce natural de la corriente varias edificaciones allí existentes. La estación de Pittsburgh, Pa., estaría mejor situada para los fines comparativos que se estudian, pero el nivel de los estiajes en los últimos años ha sido falseado con la construcción de la presa de la isla Davis.

Partiendo de los datos diarios relativos al nivel del río en la estación de Cincinnati desde 1871 á 1908 se han calculado las medias mensuales, las anuales y las correspondientes á cada uno de los dos períodos sucesivos de diecinueve años en que se ha dividido el total indicado. El resultado es el siguiente:

	Metros.
Nivel medio del río desde 1871 á 1889.....	5,27
Idem íd. íd. 1890 á 1908.....	5,36
Idem íd. íd. 1871 á 1908.....	5,32

La determinación de la lluvia media en la cuenca ha ofrecido alguna dificultad. Unicamente se dispone en casos excepcionales de datos completos pluviométricos utilizables para establecer comparaciones; los datos del gobierno relativos á grandes ciudades adolecen del inconveniente de que los alrededores de la estación han solido cambiar en un largo transcurso de años, y por eso se han omitido los relativos á Cincinnati y Pittsburgh. Las estaciones elegidas—North Lewisburg y Portsmouth, Ohío y Confluence y Franklin, Pa.—son las mejores y realmente las únicas de la cuenca que comprenden todo el período. Calculada la lluvia media de toda la cuenca, de un modo análogo al empleado para los niveles del río resulta lo siguiente:

	Metros.
Altura pluviométrica desde 1871 á 1889.....	12,59
Idem íd. íd. 1890 á 1908.....	12,74
Idem íd. íd. 1870 á 1908.....	12,66

Resulta por lo tanto

PERÍODOS	Niveles medios del río.	Alturas medias pluviométricas en la cuenca.
	Metros.	Metros.
1871 á 1889.. .. .	5,27	12,59
1890 á 1908.....	5,36	12,74

Sin duda alguna los resultados estos constituyen una de las más importantes deducciones entre todas las que con el presente trabajo se presentan. Para obtenerlos se ha prescindido de datos poco definidos ó sin verdadera significación, á la vez que los empleados se refieren al más largo período de tiempo posible y á una cuenca de condiciones adecuadas para poder llegar á una conclusión concreta; ello ha permitido descartar el número de días en que el río ha tenido un nivel superior á una altura dada arbitrariamente elegida sin que figure los niveles exactos á que las aguas han llegado. Tampoco ha habido que dividir las cifras lei-

das en las escalas por otras deducidas arbitrariamente de los datos pluviométricos. Por el contrario, huyendo de caer en los errores padecidos por los investigadores precedentes, hemos tendido á establecer la base de un procedimiento que ha de conducir á resultados de valor positivo cuando se completan los elementos de que ahora se dispone. Por esta razón se ha escogido un tramo típico de la corriente principal de la cuenca del Ohío, partiendo de los datos pluviométricos más seguros de toda la región y menos expuestos á error por la instalación de las correspondientes estaciones. Cualquiera otra deducción que pueda hacerse en virtud de informaciones practicadas con menos cuidado ó de datos que no ofrezcan tan alto grado de seguridad, debe conducir á resultados que no es posible aceptar como conclusiones definitivas.

Veamos ahora cuáles son aquellos resultados. El nivel medio del nivel del Ohío, en los diecinueve años del primer período, es igual á 5,27 metros, y en los diecinueve años del siguiente á 5,36 metros; es decir, que la corriente no ha sufrido alteración sensible. En cuanto á las alturas medias pluviométricas totales para cada uno de aquellos períodos, iguales á 12,59 y 12,74 metros, se ve que hay en la segunda un ligerísimo aumento que concuerda bien con el que se observa también en los niveles medios de los dos períodos, resultando de aquí que existe un perfecto acuerdo entre las cantidades de lluvias que la cuenca ha recibido y los niveles de la corriente que con ellas se alimenta.

No se conoce el área de la cuenca del Ohío en que el bosque ha desaparecido, durante los treinta y ocho años considerados; pero cualquiera que sea parece claro que la alteración que con ello haya sufrido la relación de las superficies, cubierta de bosque y cultivada, no ha tenido efecto sensible sobre la corriente del río. Puede afirmarse, sin embargo, que la discusión de datos relativos á períodos de tiempo cortos y á los pequeños tributarios de las corrientes secundarias, sobre todo agrupando datos que no sean análogos á los que se acaban de emplear, permitirá demostrar toda suerte de conclusiones.

Con todo esto es de suponer que el lector admitirá como cosa probada que en el río Ohío, donde la destrucción de bosques ha sido tan grande en los últimos tiempos como en ninguna otra parte de los Estados Unidos, los caudales no han sufrido alteración en un período de treinta y ocho años, salvo la debida á la experimentada por las lluvias. Sería ahora interesante saber cómo en los dos períodos considerados se establece la comparación en cuanto á las aguas extremadamente altas y bajas, es decir, en las inundaciones y estiajes.

Este trabajo ha sido realizado por el profesor H. C. Frankelfield, afecto al Servicio federal meteorológico, partiendo de los datos de ocho estaciones, habiendo llegado á la conclusión que la media de las aguas altas no es superior ni la análoga de aguas bajas inferior en el segundo período que en el primero de los dos considerados. Las diferencias resultan inapreciables, pero en todo caso se observa que en el segundo período los mayores niveles son ligeramente más bajos y los menos ligeramente más altos que en el primero.

Resumiendo, pues, en cuanto á la corriente del Ohío procede afirmar con todo esto que la destrucción de los bosques en los últimos diecinueve años no ha producido un aumento de caudal comparado con el período inmediatamente anterior de igual duración y que, por término medio, ni en aquél las inundaciones alcanzan mayor altura ni los estiajes son más bajos que en el último.

¿Son más frecuentes cada día las inundaciones? Este punto ha sido igualmente investigado por el profesor Frankelfield partiendo también de los datos relativos á las estaciones de Nashville sobre el río Cumberland, Chattanooga, Florence y Johnsonville, sobre el Tennessee, y Pittsburgo, Cincinnati, Louisville, Evansville y Cairo sobre el Ohio, que son las mismas á que recurrió en el caso anterior.

Los datos se refieren á las inundaciones que alcanzan la categoría de tales, no á simples crecidas de las corrientes que llegan á un nivel arbitrariamente fijado, comprendiendo sólo el período de 1879 á 1893 por no disponerse de todos los datos para todas las estaciones.

He aquí el resultado:

Número total de días de inundación en las ocho estaciones consideradas desde 1879 á 1893.....	2.073
Idem íd. íd. 1894 á 1918.....	1.370
<i>Exceso del primer periodo sobre el segundo.....</i>	<u>703</u>

Así, pues, contra lo afirmado se ve aquí claramente que en la cuenca del Ohio las inundaciones en los catorce años últimos han disminuido notablemente. Pero guardémonos bien de deducir de estos resultados consecuencias infundadas, pues las fuertes lluvias que durante varios años tuvieron lugar en el primer período, deben considerarse anormales, especialmente las que causaron las célebres avenidas de 1882, explicando este hecho suficientemente la mayor frecuencia con que en el primer período se presentaron las inundaciones, sin que sea lícito, por tanto, afirmar que en el segundo se ha reducido su intensidad.

Se presentan estos hechos por lo que valen y además para probar que no deben basarse teorías fundamentales en conclusiones deducidas de la discusión de datos relativos á períodos de corta duración. El autor del presente trabajo sustenta decididamente la opinión de que, en conjunto, en los Estados Unidos, las inundaciones en los últimos cincuenta años no han sido más numerosas que en los cincuenta anteriores, pero en modo alguno pretende demostrar su aserto basándose en datos que se refieren á períodos tan breves como los presentados. Mas si aquéllos, por completo seguros, no son bastantes para que, desde un punto de vista científico, pueda considerarse probado que las inundaciones decrecen, ¿qué podrá decirse de los que presentan los Sres. Hall y Maxwell, del Servicio forestal, en su Memoria sobre las «Condiciones del terreno y las corrientes?»

Se refieren á ocho ríos: los períodos totales que comprende son de treinta y cuatro años, en dos; de veintiséis, uno; de veintidós, uno; de dieciocho, tres, y de dieciséis, uno.

En cada caso se limitan á anotar el número de días de inundación y de inundaciones producidas por el río en cada una de las dos mitades del período, y después de comprobar que en la segunda aquéllos han aumentado, deducen que existe tendencia hacia el crecimiento de las inundaciones.

Pero semejante conclusión no es lógica: 1.º, porque el período á que la mayor parte de las observaciones se refiere es demasiado corto, y 2.º, porque el nivel del río, elegido arbitrariamente, á partir del cual se supone que se han producido las inundaciones, suele ser muy superior al supuesto.

Aquéllos que están acostumbrados á fijar los términos medios de observaciones realizadas saben bien cuán escaso valor tienen cuando no se refieren á un número considerable de años. Y si esto es verdad en lo que se refiere á la temperatura, por ejemplo, que varía muy poco de un año á otro, ¿cuánto más no debe serlo para las lluvias y el nivel de los ríos con sus amplias é irregulares

fluctuaciones! Realmente los términos medios en un caso y otro, deducido de observaciones que comprenden de diez á quince años, pueden considerarse de poco ó ningún valor para discusiones de esta clase, y cuando se comparan las correspondientes á dos períodos tan cortos, los errores cometidos probablemente se agrandarán.

En cuanto á lo que debe entenderse por inundación, repetidamente se ha indicado que no caben convencionalismos; aquélla comienza cuando el río, desbordándose, empieza á producir perjuicios. Cuanto se discuta partiendo de crecidas que no alcancen tal nivel, como hacen los autores citados, no podrá referirse realmente á inundaciones.

Estudiadas las que realmente han ocurrido en los mismos ríos que aquéllos citan, tanto en lo que se refiere á su número como al de días que en total han durado, se encuentra que no siempre ha habido aumento; en algunos casos aparece reducción, y en aquellos en que esto no ocurre el aumento de lluvias registrado da una explicación natural y lógica al fenómeno

CONCLUSIONES

- 1) Toda alteración bien marcada que pueda tener lugar en las condiciones climatológicas es de gran extensión, no local, apreciable únicamente cuando se mide en el transcurso de períodos geológicos, y existen pruebas decisivas de que la destrucción de los bosques ninguna relación tiene con la producción ó aumento de las sequías en ninguna parte del mundo.
- 2) Las lluvias rigen la vida de los bosques, pero los bosques tienen escasa ó ninguna influencia sobre las lluvias.
- 3) Toda modificación local de la temperatura y humedad, causada por la presencia ó ausencia de la cubierta forestal, la construcción de pueblos y ciudades, etc., no podría ejercerse más allá de 100 ó 200 metros, y en esta capa del aire rara vez existe la saturación, ni aun en el momento de llover, al paso que la lluvia es la consecuencia de las condiciones meteorológicas que reinan á tales alturas de la atmósfera que no pueden ser regidas ó afectadas por las ligeras irregularidades térmicas que se presentan en el aire de la superficie terrestre.
- 4) En el período al cual se refieren las observaciones dignas de confianza, la cantidad de lluvia no ha aumentado ni disminuido en proporción digna de tenerse en cuenta.
- 5) Las inundaciones son causadas por lluvias intensas y el origen de éstas en la parte central y oriental de los Estados Unidos no es más que el vapor engendrado por los vientos calientes del Sur, que desde el golfo de Méjico y Océano adyacente se dirigen hacia el interior y muy poco por los del Océano Pacífico que cruzan las Montañas Rocosas.
- 6) Comparadas con el área total de una cuenca, las de las cabeceras son generalmente pequeñas, excepto en las corrientes de los terrenos montañosos, así que las aportaciones correspondientes á dichas cabeceras no bastarían para provocar las inundaciones, aun cuando se admita que la destrucción de los bosques provoca mayor y más rápido movimiento de las aguas superficiales. Aun concediendo que la falta de bosques pudiera ser causa de las inundaciones generales de una cuenca, sería necesario, para prevenirlas, repoblar de bosque las partes más bajas con sus enormes superficies, lo que constituye una imposibilidad, á menos que en las tierras de más valor, consideradas agrícolaemente, se supriman los cultivos productores de lo que constituye la alimentación del hombre.
- 7) En las corrientes de los ríos no influye de una manera efectiva otro factor que las lluvias.
- 8) El nivel de las avenidas no es ahora más alto ni el de los

estiajes más bajo que lo era anteriormente. En realidad parece existir alguna tendencia en los últimos años á que los niveles de estiaje vayan mejorando ligeramente.

9) Las inundaciones no son ahora más frecuentes ni de mayor duración que lo eran anteriormente.

SOBRE LA TRACCIÓN ELÉCTRICA CON ACUMULADORES

(CONCLUSIÓN) (1)

Bastaría, pues, que la línea tuviera una pendiente pequesimísima para que el radio de acción se reduzca todavía más: una pendiente de sólo 2 por 1.000 hará que el radio de acción sea tan sólo de poco más de 30 kilómetros.

Con una velocidad media de 15 kilómetros la locomotora no podría hacer más que dos horas de servicio por cada descarga, y como á ésta debe corresponder una carga, requeriría casi un tiempo doble, se tendría en un día el recorrido teórico de 160 kilómetros, que en la práctica se reducirían á 80. Una locomotora de toma móvil á la misma velocidad de 15 kilómetros y con el mismo coeficiente de utilización (0,50), tendría un recorrido cerca de dos veces y media superior (180 kilómetros) y á 25 kilómetros uno casi cuádruplo (300 kilómetros). Es natural que el costo por locomotora-kilómetro resulte en el primer caso bastante más elevado.

Es necesario, además, tener presente que un tan bajo radio de acción lleva consigo la necesidad de instalar un gran número de subestaciones para la transformación de la corriente y la carga de los acumuladores.

Si tal número resultara superior al correspondiente para la alimentación en el caso de la toma móvil, tendría que descontarse una parte de la economía producida por la eliminación de la línea aérea.

El caso que hemos considerado se refiere á un tren de mercancías. Para trenes de viajeros la solución se presenta todavía más desfavorable. No pudiéndose proceder á la descarga en menos de dos horas, la velocidad media se limitaría á la mitad del radio de acción, quedando así por bajo de lo admisible. Se puede, en efecto, aumentar R creciendo p con respecto á P , pero esto significaría aumentar el peso muerto. Queriendo, por ejemplo, que $R = 80$, para alcanzar la velocidad media de 40 kilómetros, admitido el coeficiente medio de resistencia de 5,5 kilogramos (de donde $W = 19$), se tendría necesidad de un peso de locomotora igual á $\frac{1}{3}$ del peso total del tren, relación que tanto más si se refiere á línea horizontal no corresponde á un buen criterio de explotación ferroviaria.

Haciendo un cálculo análogo al expuesto anteriormente para el caso de un servicio tranviario, llega el Sr. Vallauri á la conclusión que, excluida la hipótesis del servicio de viajeros, un servicio de mercancías con acumuladores, sólo resultaría conveniente en comparación con el de toma móvil cuando el tráfico diario no fuera superior á 600 toneladas, esto es, un tren en cada dirección, límite demasiado bajo para aconsejar, en general, el abandono de la tracción por vapor.

En conclusión, un campo en el que la tracción con acumuladores puede resultar de útil aplicación es en aquellos usos en los cuales á un alto valor de la relación entre el peso de la batería y el peso de todo el convoy se une una intensidad de tráfico relativamente baja.

El primer requisito corresponde á los casos en que la automotora sustituye convenientemente á la locomotora, especialmente por el hecho de que, utilizándose la automotora para el transporte, el peso muerto por viajero transportado resulta, en conjunto, menor.

El segundo requisito puede cumplirse, por ejemplo, en la explotación de un tranvía entre pueblos cuyo tráfico pueda satisfacerse con una automotora de la capacidad de 80 viajeros, con salidas cada hora y media, este es un caso en el cual la tracción con acumuladores puede ser equivalente á la de la toma móvil.

El Sr. Vallauri considera, por último, la oportunidad de introducir un servicio subsidiario con automotoras de acumuladores en las líneas secundarias horizontales servidas por pocos trenes diarios, y cita el ejemplo de los ferrocarriles prusianos donde á principio del año 1914 estaban en regular servicio 200 automotoras con acumuladores.

A las más antiguas, con baterías que consentían un radio de acción de cerca de 100 kilómetros, se unían las más modernas de radio de 150 y hasta de 180 kilómetros. Las más recientes, constituidas por tres vehículos sobre ocho ejes (tres y tres para cada uno de los dos vehículos extremos que llevaban los acumuladores, dos para el intermedio), tenían una capacidad de 167 asientos, reducidos á 118 en los tipos provistos de un compartimiento especial para equipajes y servicio postal. La velocidad máxima era de 60 kilómetros por hora, el peso en vacío de cerca de 70 toneladas y la capacidad de la batería de 230.000 vatios.

LOS FERROCARRILES FRANCESES

SU SITUACIÓN PRESENTE Y SU PORVENIR

por

J. TRÉVIERÈS

(Conclusión.) (1)

Esta es la economía general de las disposiciones previstas que responden perfectamente al fin que se intentaba buscar, que desde el punto de vista económico era colocar á las Compañías de ferrocarriles en la situación que se hallaban en vísperas de las hostilidades, y esto sin modificar las cláusulas esenciales del pliego de condiciones y de las convenciones en vigor.

Hemos indicado lo muy indispensable que es hacer desaparecer en nuestras redes las consecuencias económicas del duro período que atraviesan, y esto tanto desde el punto de vista de la estricta justicia como desde el de los mismos intereses de la Nación, es, por consiguiente, de esperar que el Parlamento votará sin dudar la ley que se le ha presentado, y que esta ley, que se ha hecho esperar demasiado, podrá ahora entrar en vigor en el más breve plazo.

Al terminar este capítulo es conveniente recordemos la abnegación que desde el comienzo de la guerra ha dado prueba todo el personal de las redes francesas, y particularmente el de las del Norte y Este, que prestando servicio en la línea de fuego ha llegado durante duros y largos períodos hasta los límites extremos de la resistencia física respecto á gran número de sus agentes.

El Estado ha encontrado en nuestros ferrocarriles todo el concurso que le era indispensable, y esto sin dificultad alguna, justo es reconocerlo.

CASO DE LA RED DEL NORTE. — Se ha visto que la Compañía del Norte no ha considerado conveniente adherirse al convenio firmado por las otras redes; esta Compañía considera razonablemente que desde el punto de vista de las consecuencias de la guerra, su situación es especial y completamente distinta á la de las otras

(1) Véase el núm. 2224.

(1) Véase el núm. 2221.