

bien por artículos redactados por la Comisión Central, bien por artículos de colaboración de los asociados ó de quienes crea convenientes la Comisión Central. La admisión de dichos artículos queda á discreción de la Comisión Central. El Secretario enviará el original al Director de la REVISTA.

El Boletín de la Asociación se costeará por la REVISTA, pero si excediese al año de doscientas páginas (límite al que se cree no llegará), el coste material de las páginas que excediesen serán abonadas por la Comisión Central.

Revista de Obras Públicas.

Desde la fecha citada de 1.º de Enero se encargará de la marcha de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS un Director gerente, nombrando para dicho cargo á D. Manuel Maluquer y Salvador.

La organización de la REVISTA será acordada por la Comisión Central en pleno, reunida en Asamblea, siempre que lo considere conveniente. La organización que al presente la Asamblea acuerda, en sustitución de la actual, es la siguiente: tendrá á su frente un Director, que obrará con entera independencia en cuanto se relaciona con la marcha del periódico en todos sus aspectos científico, técnico, industrial y económico (incluso la cuestión personal auxiliar, retribución de artículos, tarifas, etc.) Dicho Director no pertenecerá á la Comisión Central, pero tendrá obligación de asistir con voz y voto á las Asambleas generales (un noveno de voto; los Delegados permanentes y el Director de la REVISTA componen un voto); en la de Mayo someterá á la aprobación de la misma las cuentas del año anterior.

La REVISTA no podrá solicitar de la Asociación ningún auxilio de dinero para sus gastos, salvo si se le impusiese por ésta una reforma que los acarrease. En cambio las Comisiones de Zona recabarán de los Ingenieros pertenecientes á ellas que remitan artículos á la REVISTA, cumpliendo repetidos acuerdos que sobre este particular se han tomado en Asambleas anteriores. El precio de suscripción de la REVISTA para los asociados no se podrá aumentar nunca sin el consentimiento de la mayoría de las Zonas, y se estudiará por la Dirección de la REVISTA si para el año de 1907 se puede rebajar algo dicha suscripción para los asociados.

Comisión Central.

Quedando vacante, en virtud de dichos acuerdos, por la separación de cargos, el de Secretario-Tesorero de la Comisión Central, se procedió á su elección, la cual, según los Estatutos, debía verificar la Comisión Central.

Se eligió por unanimidad á D. Vicente Machimbarrena.

La Comisión Central de la Asociación de Ingenieros de Caminos, á cuyo cargo está el Boletín de la Asociación, queda constituida en la siguiente forma:

Presidente.—Ilmo. Sr. D. Federico Rivero.

Vocales (1)... { Sres. Presidentes de las ocho Zonas.
Sr. D. Rufo García Rendueles.
Sr. D. Ramón Peironcely.
Sr. D. José Nicolau.
Sr. D. Francisco Sánchez Jiménez.

Secretario-Tesorero.—Sr. D. Vicente Machimbarrena.

(1) Faltan elegir cuatro Vocales, pues, según los Estatutos, cada Zona debe tener un representante permanente en la Comisión Central.

LOS FERROCARRILES AMERICANOS

I

Puede afirmarse que la vía férrea es la vía de comunicación universal en los Estados Unidos. Acostumbrados á ver en las naciones europeas las redes ferroviarias acompañadas de otras redes mucho más extensas de carreteras y de caminos vecinales, choca encontrar el suelo americano surcado por los ferrocarriles, de tal modo, que constituyen la vía de transportes por excelencia, sin dejar lugar más que para muy pocas carreteras y pocos caminos vecinales.

Por todas partes se ven ramales industriales. No hay fábrica ni taller de alguna importancia que no tenga su camino de hierro enlazado con la red general, y hasta se da el caso de fábricas que no tienen otra entrada que la practicada para la vía férrea.

Se comprende esto únicamente si se considera que desde un principio quisieron alcanzar por sus caminos los americanos la mayor rapidez posible; y por esto, donde los europeos hubiesen empezado por abrir un camino carretero para llegar al sitio en que se quisiera fundar un poblado, empezaron los americanos por abrir un ferrocarril, de suerte que muchos de los ferrocarriles americanos se construyeron antes que las poblaciones que luego sirvieron. Así se explica que sean tan poco aficionados los americanos á la construcción de canales, porque con ellos no se alcanzara la rapidez deseada; y, además, porque, como por efecto del clima crudo estarían helados buena parte del año, resultarían inútiles. La mayor parte de los pocos canales construidos en la América del Norte le fueron antes de la construcción de los ferrocarriles.

El ferrocarril es, pues, en los Estados Unidos, más que un elemento surgido para completar su civilización, el elemento primordial de su industrialismo, que se ha puesto en pocos años á la cabeza de todas las civilizaciones industriales del mundo. Es más todavía, puesto que tiene hasta el carácter de instrumento social y político, en el sentido de que por la rapidez que gracias á él desde un principio alcanzaron las comunicaciones, ha sido fácil la fusión de los hábitos y costumbres de las castas diversas que por aluvión han constituido los Estados Unidos; y, si no alcanzaron á crear el alma del pueblo americano, de cuya falta se queja Roosevelt, llegaron hasta crear una *unidad* entre los diversificados estados de la *Unión* que admira á cuantos se fijan en la variedad de legislaciones que rigen en dichos estados.

Causa admiración realmente ver cómo á pesar de la diversidad de constituciones de los estados de la Unión Americana han podido prevalecer en todos ellos ciertos principios unificadores que ni en las naciones más centralizadoras de Europa pudieron arraigar. Un solo idioma reina en toda la inmensidad del territorio de los Estados Unidos; y hasta parecen haberse unificado en un solo carácter étnico las diversas generaciones de procedencia bien distinta con que se ha formado la nación americana. ¿Es aventurado creer que á tal unificación han contribuido grandemente, si no la han producido en absoluto, los ferrocarriles americanos, con la facilidad de comunicaciones que desde un principio ofrecieron?

Con lo dicho se comprenderá cuán distinto es el carácter del ferrocarril americano del que estamos acostumbrados á apreciar en Europa; y se hallará plausible explicación á la enorme superioridad del número de los caminos de hierro americanos sobre el de los europeos, hasta el punto de que tienen muchos más kilómetros los Estados Unidos solamente que todas las naciones de Europa juntas.

Otro signo diferencial de grandísima importancia se encuentra entre los ferrocarriles americanos y los europeos. Estos fueron construidos, en sus líneas generales cuando menos, con arreglo á un plan bien estudiado en cuya realización se tuvieron en cuenta las mejores condiciones que la técnica de aque-

Los tiempos podía ofrecer, de forma que puede asegurarse que las líneas principales fueron construidas en Europa, ya desde un principio, por modo definitivo. En los Estados Unidos no; allí se vieron desde el primer momento los ferrocarriles como un medio y hasta con un fin puramente industriales, y así se empezó en todas partes por hacer lo estrictamente necesario para pasar por los caminos de hierro, á reserva de mejorarlos luego á medida que su resultado financiero lo fuera permitiendo. Y así se ha visto que, en un principio, todo ha crecido en los ferrocarriles americanos un carácter provisional, con puentes, estaciones y toda clase de obras de madera. Y claro está que, en estas condiciones, el carácter de los ferrocarriles americanos es fundamentalmente distinto del de los europeos.

II

Los trazados de los ferrocarriles americanos.

Los principios fundamentales sobre que se basaron, en un principio, los trazados de los ferrocarriles americanos han variado á medida que han cambiado las ideas sobre la explotación de las vías férreas; ni más ni menos que en Europa.

Al aparecer los ferrocarriles, constituían la red de vías principales, en los Estados Unidos, los grandes ríos y los canales navegables. El primer papel de los ferrocarriles fué, pues, allí el de llenar la *discontinuidad* de tales vías, por lo que fueron las primeras líneas férreas, por lo regular, líneas cortas, muy rectas y con pendientes insignificantes.

Construyéronse también en un principio, y por el solo esfuerzo de la *iniciativa privada* de gran número de Compañías, una multitud de líneas cortas destinadas exclusivamente á la explotación del tráfico entre las ciudades de alguna importancia de los estados de Nueva Inglaterra y Nueva York, que constituían en un principio la región más rica y poblada de los Estados Unidos. Varias de estas pequeñas líneas han llegado á formar, por virtud de fusiones sucesivas, alguna de las grandes líneas actuales.

Simultáneamente se construyeron, también por iniciativa particular, en los estados de Pensylvania, Maryland y Nueva Jersey, una infinidad de líneas cortas, de carácter puramente *industrial* en un principio, para explotar las cuencas hulleras que en dichos Estados radican. No había antes allí otras vías industriales que las de los grandes ríos que atraviesan y fecundan aquellas regiones, y estas vías navegables fueron precisamente las que sirvieron para *jalonar* la dirección de los ferrocarriles destinados á sustituirlas, con lo cual se obtuvieron vías de transporte que por la *regularidad* que permitían en el tráfico, por la *elasticidad* de que era susceptible el movimiento en ellas, y por la *flexibilidad* de su trazado, respondían mejor á las exigencias industriales; y esto motivó que, al cabo de algún tiempo, pasaran los ríos y canales á ser simplemente vías auxiliares de los ferrocarriles á ellos paralelas.

Poco tiempo después se emprendió la construcción de líneas con el auxilio de los Estados ó de las ciudades de la Confederación. Estas líneas tuvieron principalmente por objeto la sustitución por líneas *continuas* de las vías que, en parte ya férreas y en parte todavía navegables, atravesaban las regiones más ricas del territorio. Y este auxilio de las ciudades ó de los Estados fué otorgado unas veces en dinero y otras veces cediendo á la empresa ferroviaria grandes extensiones de terreno á uno y otro lado de la vía férrea en proyecto, con la particularidad en este caso, de que los Estados ó ciudades otorgantes se quedaban para sí porciones iguales de terreno alternadas con las que cedían, y de forma que jamás hubiese enfrente de una porción cedida, y al otro lado de la vía, otra porción de la Empresa sino del Estado ó de la ciudad, con lo cual quedaba bien repartido el negocio que con los terrenos había de hacerse por virtud de la nueva vía férrea.

Respecto á las condiciones técnicas de los primeros ferro-

carriles americanos hay que decir que los Ingenieros se preocuparon ante todo de obtener desde luego las facilidades que un ferrocarril, aunque esté medianamente construido y conservado, ha de ofrecer, desde el punto de vista comercial, en la realización de los transportes, y no atendieron, por lo tanto, á las superiores ventajas que para la explotación habían de resultar, en el porvenir, de construirse las líneas por modo perfeccionado. Quiere esto decir que se preocuparon poco de tener buena velocidad y mayor baratura en la explotación, para atender exclusivamente á la *velocidad* y *baratura* en la construcción. Y se comprende que así quisiesen *empezar* los Ingenieros americanos porque habían de contar con una mano de obra carísima, con un interés enorme del capital, que llegó á ser hasta del 10 por 100, y con que las líneas habían de servir poco para el tráfico de viajeros.

Así fué cómo, para evitar obras costosas, se plegaron en los trazados de las líneas todo lo posible al terreno, abusando de las pendientes y contrapendientes y empleando curvas de radio muy corto, á todo lo cual se prestaba, por otra parte, admirablemente, el tipo de coches y vagones montados sobre *bogies*, que ya desde un principio fué adoptado en los Estados Unidos.

Pero, andando el tiempo, y ante la competencia entablada entre las distintas Compañías ferroviarias, comprendieron éstas la necesidad de mejorar las condiciones de explotación de sus líneas, siquiera para que resultase ésta más económica, y fué entonces cuando se decidieron á hacer grandes sacrificios para mejorar los trazados hasta dejarlos en algunas líneas en condiciones análogas á las de los mejores ferrocarriles europeos, teniendo para ello la ventaja, en muchos sitios, de un terreno que se prestaba muy bien para tales mejoras.

Véase, pues, cómo en América se han desarrollado los ferrocarriles por modo completamente distinto de como se desarrollaron en Europa. Aquí empezó la construcción ferroviaria por las líneas principales y de interés general, por los grandes nervios de cada sistema nacional, como si dijéramos; allí por vías cortas, de interés particular, sin plan alguno, que sólo después y uniéndose unas con otras alcanzaron á formar líneas generales y continuas. Aquí fueron construídas las primeras líneas en las mejores condiciones técnicas, preocupándose los Ingenieros de obtener una explotación racional y económica antes que una construcción rápida y barata; allí sólo se preocuparon, de momento, los Ingenieros, de *avanzar vía*, sin atender para nada á lo que pudiese costar la explotación, porque toda su atención estaba en alcanzar que costase poco la construcción. Aquí, una vez construídas las primeras líneas, fué decayendo el principio de la construcción perfecta que fué guía de los Ingenieros, hasta dejar que se maleara lo bien hecho; allí, por el contrario, fué perfeccionándose con el tiempo la construcción, hasta poner todo lo mal hecho, en un principio, en las mejores condiciones técnicas.

En la construcción de los ferrocarriles americanos fué siempre problema capital, según ya se ha indicado, la falta de brazos y, por consiguiente, lo muy caro de la mano de obra. Á esto se debe, en gran parte, tanto quizás como á otras miras económicas que obligaron á los Ingenieros á reducir todo lo posible las cuentas de primer establecimiento de los ferrocarriles, que no se vean en las líneas americanas túneles y desmontes en la proporción que se ven en trazados análogos de las vías europeas. Esto lleva consigo, como es natural, una mayor elevación de la rasante general del trazado, y, como consecuencia, el grave inconveniente de tener que salvar las vías de agua con altos y largos puentes y viaductos, ya que todo había de cifrarse en evitar movimientos de tierra y, por lo tanto, grandes terraplenes. Pero poco preocupaban á los Ingenieros americanos los puentes y viaductos, porque tenían á mano grandes árboles de buenas maderas, con los que construyeron de momento las mayores obras de este género, á reserva de sustituirlas más adelante con obras de metal.

Cuando se trataba de cruzar alguno de los grandes ríos na-

vegables, los Ingenieros, llevados en un principio por las mismas razones de economía, no vacilaban en preferir los puentes relativamente bajos y con algún tramo giratorio á los puentes elevados y de vigas continuas, contruidos en Europa sobre ríos de menor importancia, Y. por iguales motivos, cuando se trataba de cruzar por el interior de alguna ciudad, hacíanlo los Ingenieros americanos sencillamente á nivel, pasando á menudo por las mismas calles y aun aprovechando líneas de tranvías ya establecidas, con lo cual alcanzaban la gran ventaja de unir *muy fácilmente* las vías generales con los muelles, las fábricas y los almacenes de cada localidad. Claro está que sólo se obtuvieron estas ventajas á costa de la *seguridad* y faltando á cuantas disposiciones previsoras rigen en Europa; pero todas estas cosas, que hubieran parecido monstruosas á los europeos, no importaron mucho á los americanos, que al cabo se familiarizaron con ellas.

Pero últimamente, en los grandes centros de población, como Nueva York, Boston, Chicago y Washington se han hecho y se hacen sobre todo ahora obras colosales para elevar en unos puntos y para bajar en otros las rasantes á fin de evitar los pasos á nivel por las calles. Sirva como ejemplo de estas obras colosales la de «Pennsylvania Railroad», que costará más de 250 millones de francos, en la que se trabaja ya desde hace tres años, para pasar desde Nueva Jersey á Brooklyn, al través de la ciudad de Nueva York, por medio de un túnel por debajo del North River, de la isla Manhattan y del East River, con una gran estación Central cerca de la Herald Square que ocupará el área de cuatro manzanas. Y todo esto sólo para unir la red del «Pennsylvania» con la del «Long Island Railroad» que aquella Compañía acaba de adquirir.

* *

Señaladas las ideas anteriores, características de los trazados de los ferrocarriles americanos, no estarán de más cuatro palabras sobre los límites generalmente adoptados por los Ingenieros de los Estados Unidos en el estudio de los trazados por lo que toca á las rampas y á las curvas, que son sus elementos primordiales, pudiendo decirse desde luego que dichos Ingenieros se han preocupado más que los europeos de la influencia que puede ejercer en la tracción la *coincidencia* de tales elementos.

La inclinación de las rampas se mide en los ferrocarriles americanos por pies ingleses, de 0^m,305 cada uno, referidos á la milla inglesa de 1.609 metros; pero aquí, al tratarse de ellas, y con el solo objeto de hacer más fácil la comparación de dichos ferrocarriles con los europeos, se indicarán las rampas de las líneas americanas por milímetros, para lo cual se habrá hecho previamente la consiguiente reducción.

En los Estados Unidos, como en Europa, se ha hecho una distinción completa entre las rampas de los ferrocarriles de trazado fácil, destinados á cruzar terrenos llanos, y las de los ferrocarriles con que se atraviesan las cordilleras. Estas son, en líneas generales, tres solamente, en los Estados Unidos, á saber: los Montes Alleghany, las Montañas Rocosas y la Sierra Nevada.

En las líneas de terrenos llanos, que son los de casi toda la cuenca inmensa del Mississippi, los de la región de los lagos y los del Canadá, llamadas comunmente líneas de *pequeñas pendientes*, puede considerarse como máxima la inclinación de 0^m,01, es decir, de 10 ^m/_m por metro. Y aun en muchas de estas líneas, sobre todo en las principales, como la de Buffalo á Chicago, de 870 kilómetros, no pasa la mayor rampa de 7 ^m/_m por metro. Igual criterio ha regido en las líneas que siguen el curso de los ríos, aun cuando sea bastante accidentado el terreno por ellas seguido; y así se ve que en la línea de gran tráfico de Nueva York á Albany, de 300 kilómetros, que sigue el curso del río Hudson, no pasan de 6 ^m/_m las rampas máximas, y aun son éstas muy cortas y se hallan en alineaciones rectas; de manera que estas rampas máximas no ofrecen mayor resistencia al mo-

vimiento de los trenes que las muchas curvas que hay en el trazado para sortear las sinuosidades de las laderas de los ríos.

En las líneas de las dos vertientes de los Montes Alleghany son usuales y corrientes las rampas de 11 y de 13 ^m/_m; y, á pesar de que con ellas se alcanzan cotas de 600 y 800 metros sobre el nivel del mar, tuvieron especial cuidado los Ingenieros americanos en disminuir todo lo posible la importancia de dichas rampas. Puede decirse que únicamente en algunas de las líneas primitivas se encuentran rampas límites de 18 y de 22 ^m/_m; y, aun en las que atraviesan las grandes cordilleras de las Montañas Rocosas y de la Sierra Nevada, las del «Central» y de la «Unión Pacific», que se elevan hasta 2.400^m en esta última Sierra, no se ha pasado de aquella rampa límite de 22 ^m/_m.

Comparando, pues, los trazados difíciles de Europa con los análogos de los Estados Unidos, puede decirse que, en igualdad de condiciones, son superiores las rampas empleadas en Europa; y que los Ingenieros americanos han llevado á mayores alturas sus ferrocarriles con menores rampas y con túneles de menor longitud en las divisorias, alargando, como es natural, los trazados y empleando curvas de mucho menor radio.

Hay que decir, sin embargo, que dichos Ingenieros no han vacilado, cuando les ha convenido, en adoptar pendientes de 3 y 4 ^m/_m en las estaciones. No deben ver seguramente los inconvenientes para el servicio que se ven en Europa para tal adopción.

En las estaciones de clasificación de vagones por la gravedad las vías destinadas al lanzamiento de los vehículos tienen pendientes que varían de 5 á 10 ^m/_m.

Las curvas se definen ó miden en los ferrocarriles americanos por la longitud de su radio, en pies, ó bien, y esto es lo más general, por el número de grados de un ángulo en el centro correspondiente á una cuerda de 100 pies; pero para facilitar aquí la comparación de estas curvas con las de los ferrocarriles europeos, se expresarán aquéllas, como se hace para éstas, por las longitudes de los radios, en metros.

Ya se ha dicho que el tipo de material móvil empleado desde un principio en los Estados Unidos ha permitido que figurasen en los proyectos de ferrocarriles curvas de mucho menor radio que en los ferrocarriles de Europa. En las primeras líneas no se adoptaron curvas de radio inferior á 305 metros (1.000 pies) para los terrenos buenos y abiertos, ni de menos de 122 metros (400 pies) para los terrenos difíciles de las grandes líneas; pero luego llegaron hasta á emplearse curvas de 78 metros de radio, y no hay que decir cuánta economía representa esto en la construcción, porque así puede plegarse mucho mejor la vía á lo abrupto del terreno, evitándose movimientos de tierra en grandísima cantidad, así como puentes y viaductos. Hay que advertir que para la vía general de Europa, de 1^m,435 de ancho, igual á la americana, los límites correspondientes á los radios dichos de 305 y 122 metros, empleados en América, son los de 800 y 250 metros, respectivamente, y que para la vía española, de 1^m,670 de ancho, estos límites son, en números redondos, de 1.000 y de 300 metros.

En los ferrocarriles de gran tráfico contruidos últimamente en los Estados Unidos, y al tratar de mejorar los antiguos, para obtener las líneas en que circulan los expresos á la velocidad comercial de 85 kilómetros por hora, se ha procurado, sin embargo, que ninguna curva sea de radio inferior á 218 metros. Pero en los ferrocarriles de orden secundario no se ha vacilado en seguir empleando curvas de muy pequeño radio, alguna vez hasta de 76 metros solamente, y combinándolas con las mayores pendientes de 22 ^m/_m, lo cual obliga á explotar con doble máquina en la cabeza del tren y con una tercera máquina en la cola.

En las estaciones se ha procurado que se halle la vía, á lo sumo, en curva de 300 metros de radio, pero esta regla tiene muchísimas excepciones. Pueden citarse algunas estaciones donde se halla la vía general en curva de 67^m,5 y donde las vías secundarias están en curva de 42 metros seguida de una contracurva de 69. Esto no obstante, circulan por allí trenes de gran

número de vagones con la consiguiente admiración de los Ingenieros europeos.

Para los ferrocarriles americanos no hay regla que fije la longitud mínima de alineación recta á intercalar entre dos curvas de sentido contrario, y desde luego puede decirse que las alineaciones rectas en tales condiciones puestas, no sólo no tienen los 100 metros prescritos, por lo común, para los ferrocarriles europeos, mas ni siquiera los 40 metros á que según algunos Ingenieros puede bajarse en casos extremos. Es muy común, por el contrario, hallar el empalme de dos curvas de sentido contrario sin alineación recta intermedia, en los ferrocarriles de carácter secundario cuando menos; y, aun en los demás, se encuentran alineaciones rectas de esta clase de sólo 15 ó 17 metros, que es la longitud de una locomotora. Sin embargo, en las líneas últimamente construídas y en las mejoradas, parece que ya se tiene en cuenta la regla de los ferrocarriles europeos, y que se colocan entre curvas de sentido contrario alineaciones rectas tanto más largas cuanto menores sean los radios de las curvas extremas. Así se ven alineaciones rectas de 153 metros entre curvas de 175 metros de radio, y alineaciones rectas de sólo 76 metros entre curvas de 350 metros.

III

Explanaciones, puentes y túneles de los ferrocarriles americanos.

El elemento primordial de toda explanación de ferrocarril es la disposición del perfil transversal tipo; pero en los ferrocarriles americanos es precisamente este *perfil transversal tipo* lo que menos definido queda, cuando son puestos en explotación. Y no es ciertamente debido esto á que los Ingenieros americanos desconozcan la importancia que para la regularidad y la seguridad de la explotación tiene un perfil transversal bien estudiado, que asegure á la vía un asiento firme y un saneamiento perfecto, sino que en los Estados Unidos siempre *hay prisa* para empezar la explotación, y no aguardan para ello á que la plataforma del camino esté en las condiciones necesarias para que la línea pueda ser abierta al servicio público. En cuanto se ve que la explanación alcanza al espacio preciso para colocar traviesas, se procede, sin esperar más, á asentar la vía, y desde luego se hacen circular los trenes. Después, cuando la línea está *ya en explotación*, y valiéndose precisamente de la propia vía, se ensanchan los desmontes y terraplenes, se abren cunetas y se coloca el balasto de que, por lo general, se prescinde en un principio. Todo esto fuera imposible en Europa, donde la construcción y la explotación de los ferrocarriles están reglamentadas de forma que no lo consintieran, ni por asomo, las Inspecciones oficiales ó Divisiones de ferrocarriles; pero en los Estados Unidos no hay Inspecciones ni Divisiones, ni cosa que valga, contra el empeño particular de entregar al público servicio cuanto antes un ferrocarril.

Por regla general, el ancho de la explanación, lo mismo en desmontes que en terraplenes, es mucho más reducido en los ferrocarriles americanos que en los europeos.

En las líneas cuyo ancho de vía es de 1^m,435, que es el generalmente adoptado, si se trata de vía única puede decirse que el ancho de la explanación, en terraplén, es de 4^m,27, y en desmonte, incluso las cunetas, de 6^m,10, mientras que en España estas dimensiones casi nunca son inferiores á 5^m,50 y 6^m,40, respectivamente. Si se trata de líneas con doble vía, acostumbran á dar á la explanación, los Ingenieros americanos, un ancho de 7^m,32 con una entrevía de 2^m,13, mientras que en España aquella dimensión es, por regla general, de 8 metros á 8^m,40, y la entrevía de 1^m,80 á 2 metros. En las líneas de tres ó cuatro vías el ancho de la explanación es bastante variable, pero rara vez es inferior á 16 metros. En las líneas de cuatro vías se da á veces mayor anchura á la entrevía central, llegándose hasta 2^m,43 en vez de 2^m,13.

Una de las cosas que más distingue la plataforma america-

na, al compararla con la de las líneas de Europa, y que, por lo tanto, más la caracteriza, es la poca anchura y á veces hasta la falta de banquetas al pie del talud del balasto, y la poca profundidad de las cunetas, cuyo fondo casi nunca es más bajo que el nivel de la explanación. Estas dos condiciones, que son consecuencia casi forzosa del menor ancho de la explanación, son causa de que en las épocas de grandes lluvias se produzcan fácilmente erosiones en el balasto, ya de sí generalmente escaso y malo, que dejan al aire los extremos de las traviesas y han motivado muchos accidentes.

Otra de las cosas que llama la atención al observar la explanación de los ferrocarriles americanos es la rareza de las obras especiales para la consolidación de taludes. Sólo por excepción se encuentran muros de sostenimiento y revestimiento, zameados, saneamientos, túneles á cielo abierto y, en general, los trabajos dealbañilería corrientes en toda la línea. En un recorrido de unos 9.000 kilómetros por ferrocarriles americanos quizás no he encontrado más allá de media docena de desmontes revestidos. Los Ingenieros americanos prefieren, por regla general, desmenuzar la vía de las tierras desprendidas á medida que tales desprendimientos ocurran, utilizando dichas tierras para recrecer y ensanchar los terraplenes que nunca tienen el ancho debido, según se ha dicho, al ponerse en explotación la línea; y hasta se han visto obligados, á veces, á provocar desprendimientos artificiales para tener tierras á buen precio con que ensanchar los terraplenes.

Debé advertirse, sin embargo, que, como son también relativamente *contados* los desmontes de gran cota que se encuentran en los ferrocarriles americanos, no es de extrañar que sean también en menor escala que en Europa, en igualdad de clase de los terrenos, las obras de consolidación que tanta influencia tienen en el coste de las líneas de algunas regiones europeas, como, por ejemplo, en las líneas de Tarragona á Barcelona y de Zaragoza á Barcelona de la Red Catalana de M. Z. A.

En la ejecución de las explanaciones emplean generalmente los Ingenieros americanos procedimientos distintos que los europeos. Mientras que para éstos los procedimientos mecánicos son una excepción, son para aquéllos la regla general. Esto es debido al coste excesivo que allí alcanza el movimiento de tierras, según ya se ha dicho, hasta el punto de tener que pagarse en dos dollars el jornal de peón; existiendo además gran dificultad para proporcionarse caballos y carretas para el transporte; y de aquí que, á fin de economizar *tiempo y dinero*, se decidan los Ingenieros americanos por el empleo casi exclusivo de dragas, excavadoras y perforadoras, según la clase de terrenos con que se encuentran, al paso que en Europa puede decirse que sólo se emplean las perforadoras para la construcción de los grandes túneles como un medio de *acelerar* la obra. Este empleo de procedimientos mecánicos, por pura *economía*, no se limita en los Estados Unidos al desmonte para túneles y trincheras de ferrocarriles, sino que se extiende hasta la excavación de los sótanos de las casas, según he visto en Nueva York.

Los productos del desmonte de las trincheras se depositan generalmente á un lado y otro de la vía, en forma de *caballeros*, abriendo justo el paso para los trenes, de momento, pues de lo que se preocupan ante todo los Ingenieros es de abrir camino; y antes de utilizar para los terraplenes subsiguientes las tierras dejadas en los *caballeros* de las trincheras, se construyen dichos terraplenes con tierras de préstamo tomadas de los terrenos contiguos, lo cual es cosa fácil, dado el escaso, á veces casi nulo, valor de estos terrenos al construirse el ferrocarril.

Otro de los aspectos característicos de los ferrocarriles americanos está en todo lo referente á la construcción de puentes. En Europa, y sobre todo al principio, fueron preferidos los puentes de fábrica para los ferrocarriles; y los puentes de hierro y de madera, principalmente estos últimos, fueron excepciones de

aquella regla general. En América pasó todo lo contrario; porque siendo como es abundante la madera en todos los Estados, se construyeron muchos puentes de este material, que permite, además, una mano de obra más en consonancia con la celeridad que ha constituido la norma capital en la construcción de los ferrocarriles americanos.

Como, por otra parte, los ríos que debían cruzarse eran á menudo de gran caudal y de mucha anchura, era conveniente disminuir el número de apoyos intermedios; y he aquí cómo se vieron obligados los Ingenieros americanos á estudiar la construcción de vigas de gran luz para soportar los pesos extraordinarios de sus trenes de mercancías con dos y tres locomotoras de gran potencia; y así llegaron poco á poco á crear los tipos de puentes llamados *americanos*, que luego fueron vulgarizados en Europa.

Estos tipos de puentes de madera, de que todavía se usan algunos en América para tramos de mediana luz, fueron el punto de partida de otros tipos más especialmente apropiados para el empleo del hierro y del arero, y, sobre todo, mejor dispuestos para salvar luces mucho mayores que las salvadas con los puentes de madera. Al principio fueron ejecutados estos puentes bajo reglas puramente empíricas y por constructores desprovistos de conocimientos técnicos; pero luego se ha mejorado sucesivamente esta construcción á consecuencia de estudios cada día más profundos y al compás de la mejor instrucción técnica de los Ingenieros, reclutados, en gran parte, entre la masa de emigrantes de Europa, habiéndose así llegado á un grado de perfección admirable, y á tenerse en América por cosa corriente los tramos de 100, 150 y 200 metros de luz, sin contar los grandes puentes de luces excepcionales, como el de Brooklyn.

Pero no se circunscribió el empleo de la madera á los verdaderos puentes, sino que hasta los pontones y las mismas tajeas y alcantarillas, esto es, hasta las obras de 0^m,50 á 3 metros de luz se construyeron y se construyen todavía con vigas de madera sentadas sobre estribos de piedra en seco ó con un pequeño baño de mortero. Á veces toda la obra está constituida por una sencilla canal de madera.

Son varias las cosas que llaman desde luego la atención en los puentes de hierro ó de acero americanos, á saber: que, en los compuestos de varios tramos, éstos son, por lo general, independientes y no continuos como en Europa; que, en los grandes tramos, domina el sistema articulado sobre el sistema rígido; que la relación de la altura de las vigas principales á la luz del puente es mucho mayor que en Europa, probablemente para aprovechar mejor el trabajo del metal; que, en algunos puentes se emplea todavía el sistema de construcción mixta de hierro y de madera; y que, en ciertas líneas, se hallan los puentes protegidos por su parte superior con tejadillos, á fin de evitar la sobrecarga de las nieves.

Una de las curiosidades con que se encuentra á menudo el europeo por los ferrocarriles de los Estados Unidos es la de los *puentes móviles*, en que han resultado maestros los Ingenieros americanos. El paso de los grandes ríos, por los que la navegación es extremadamente activa, y en los que el Gobierno federal exige que quede libre una altura de 15 á 20 metros por debajo de los puentes fijos y sobre el nivel de las mayores avenidas, ha obligado al establecimiento de gran número de puentes móviles giratorios á fin de evitar el aumento de coste que representarían los puentes fijos á las alturas dichas. Los puentes móviles son generalmente de *doble tramo* giratorio montado sobre la pila central del puente, de suerte que, al abrirse el puente para apoyarse sobre las estacadas que prolongan la pila sobre que descansa, quedan abiertos dos pasos iguales de anchura que varía ordinariamente entre 50 y 70 metros, habiendo, sin embargo, puentes que dejan hasta un paso libre de 150 metros.

Estos puentes deben abrirse para cada barco que se presente, á no ser que se halle á la vista un tren. Y es muy frecuente ver cómo se abre el puente para dar paso á un buque, cómo se cierra en seguida para dar paso á un tren, y vuelve á abrirse

sin descanso, continuando así un movimiento de rotación en el mismo sentido, de manera que al final de cada periodo quedan los tramos el uno en la posición que antes tenía el otro. Los trenes deben siempre detenerse antes de antrar en un puente giratorio, del mismo modo que antes se hacía en los cruzamientos de ferrocarriles no protegidos por enclavamientos. La inobservancia de esta precaución por parte de los maquinistas ha causado en los Estados Unidos varias y terribles catástrofes.

Hállanse también en los ferrocarriles americanos algunos puentes de levantamiento vertical, pero son de menos importancia que los giratorios.

Los procedimientos empleados para la fundación de los puentes americanos han sido copiados en su mayor parte de Europa, introduciendo sólo las modificaciones necesarias para adaptarlos á las particularidades del régimen de las grandes corrientes que allí hay que salvar. Pero algo hay, con todo, que distingue las fundaciones de los puentes americanos, y es el empleo extraordinario de la madera en tales fundaciones, cualquiera que sea el sistema que se haya adoptado para la cimentación; y no con el carácter transitorio que pudiera creerse, dada la calidad de este material, como se hizo para la superestructura de los puentes en que poco á poco ha ido cambiándose la madera por el hierro ó el acero, sino que, lejos de disminuir, tiende á aumentar el empleo de la madera en las fundaciones, incluso en las que se hacen por el aire comprimido, á causa sin duda de la baratura de dicho material.

Como se ha visto, las explanaciones tienen poca importancia en los ferrocarriles americanos, sobre todo comparadas con la mucha que tienen los puentes y viaductos; pues bien, los túneles tienen todavía menos importancia, si cabe, que los desmontes y terraplenes que constituyen las explanaciones. Pueden recorrerse muchos miles de kilómetros de ferrocarril en los Estados Unidos sin encontrar un solo túnel.

Las reglas á que se sujetaron los Ingenieros americanos al estudiar el trazado de sus ferrocarriles, sobre todo en los comienzos de la construcción de éstos, les hicieron reducir, como ya se dijo, el número y la longitud de los túneles para disminuir los gastos de primer establecimiento, y sobre todo para *disminuir* el tiempo de la construcción y para *acelerar* la llegada al de la explotación. De suerte que puede decirse que los Ingenieros americanos se dedicaron con preferencia, al estudiar los trazados, á *evitar* los túneles, dejando á un lado el perfeccionar los medios de su ejecución, que copiaron de Europa, salvo el empleo, hasta para túneles muy cortos, de las perforadoras mecánicas, por las razones antes ya citadas.

La inmensa mayoría de los túneles de los Estados Unidos no alcanzan la longitud de 500 metros, y pueden considerarse como excepcionales los que llegan á 1.500 metros. Hasta cuando se ha tratado de salvar las grandes cordilleras de los Alleghany y de las Montañas Rocosas han evitado los Ingenieros americanos la construcción de túneles; y aun la mayoría de los que en tales cordilleras se construyeron, más bien lo fueron para evitar el contorno de contrafuertes montañosos que para pasar las divisorias por puntos bajos, con objeto de mejorar el trazado.

EDUARDO MARISTANY.

(Se continuará.)

ADVERTENCIA

Con objeto de no interrumpir en fin de tomo la discusión del Congreso que habíamos empezado en el número anterior, se publica á continuación el final de la referida discusión, con la foliación de 1905, para que se pueda así agregar al número anterior.