

de los trazados españoles que se están ultimando para ser presentados al Gobierno, tan luego como se formalice el debido acuerdo, corresponde una variante portuguesa que forme la debida continuacion del primero estudiada en Portugal, tanto por mejorar cuanto sea posible la situacion de su trazado, cuanto por la deferencia y sincero acuerdo con que han correspondido al nuestro los Ingenieros portugueses del ferro-carril del Minho, y en especial el ilustrado Jefe de la sexta seccion Sr. Diego de Barros, facilitando así extraordinariamente la resolucion de aquel complejo problema.

De los tres emplazamientos estudiados para el paso del Miño, viene á resultar una longitud de puente próximamente igual, comprendida entre los 250 y 300 metros, si bien las condiciones de altura y fundaciones son bastante desemejantes; y en cuanto á la longitud que en España ha de construirse: la una solucion necesita muy poca vía nueva, pero deja muy distante la poblacion de Tuy, y la otra necesita unos 6 kilómetros de alguna dificultad, si bien pasa por la misma ciudad ántes citada, en tales términos, que para decidir sobre esta aparente compensacion de ventajas y desventajas, debe esperarse la decision que la Superioridad tenga por conveniente dictar en virtud de otro orden de ideas, ajeno á la cuestion técnica. En cuanto al ferro-carril de Orense á Vigo que se ha de unir con el anterior, va á abrirse de un día á otro la seccion comprendida entre Vigo y las márgenes del Miño, que permitirán, si se decide con brevedad lo relativo á este empalme, ver realizado en un breve plazo el ferro-carril de Oporto al Miño y su proloñgacion á Galicia, la comarca más poblada de España, que ha sido una de las líneas primeramente pensadas, sin duda porque siempre se ha previsto como de las más importantes de toda la Península.

Tal es, descrito brevemente, el estado de nuestras líneas internacionales con Portugal, y los trabajos que la Comision internacional ha llevado á cabo para fijar los empalmes acordados en principio, desde el año 1864, cuyo resumen es como sigue:

Aprobado por los dos Gobiernos el empalme en Paimogo para la union del ferro-carril de Huelva á la frontera, con el que á ésta se dirige en Portugal desde Beja.

Presentado al Gobierno y pendiente de resolucion el empalme en Monfortinho de los ferro-car-

riles de Malpartida á la frontera, y el llamado de la Beira baja en Portugal.

En igual estado que el anterior, el empalme en Villarformoso para los ferro-carriles de Salamanca á la frontera por Ciudad-Rodrigo y el de la Beira alta en Portugal.

Ultimándose, para ser presentado en breve plazo, el empalme hácia Tuy del ferro-carril de Orense á Vigo con el ferro-carril del Minho en Portugal, cuyo empalme, por sus circunstancias especiales, ha necesitado bastante trabajo y repetidos estudios.

En disposicion de proceder al estudio del empalme de la linea de Cáceres á la frontera tan luego como el Gobierno portugues nombre los Ingenieros con quienes la Comision española debe entenderse.

Y finalmente, no habiendo intentado nada en el correspondiente á la linea del Duero mientras esta solucion no se fije de una manera clara y concreta por los Gobiernos de los dos países, de acuerdo con la opinion pública siempre manifestada en el mismo sentido.

De esperar es que no se retrase ya el planteamiento de todas las líneas ántes indicadas, porque felizmente para los tiempos que alcanzamos, la educacion política de los pueblos les hace comprender que son perfectamente compatibles la estimacion y respeto mutuo de dos naciones autónomas con la fusion y acorde desarrollo de sus intereses materiales que ha de realizarse, beneficiando grandemente los dos países, á favor del mayor número posible de vías férreas que crucen la frontera comun.

EUSEBIO PAGE.

MEMORIA

REDACTADA POR EL INGENIERO JEFE DE OBRAS PÚBLICAS DE LA ISLA DE PUERTO-RICO,

D. LEONARDO DE TEJADA.

(Continuacion.)

Conveniencia de que el trazado entre Humacao y la Capital sigá la linea de la costa pasando por Fajardo.

El trazado desde Humacao por Naguado y Fajardo á la Capital, que hemos indicado, seria, en concepto de esta Jefatura, más conveniente que el que, separándose de la costa, siguiese por Caguas á dicha Capital. Numerosas razones podrian

invocarse en favor del primero, bastando indicar que el terreno es mucho más fácil en la proximidad de la costa que por el interior; que la única población imponente á que habria de servir el ferro-carril, si se adoptase el segundo trazado, seria la de Caguas, mientras que llevándolo por la costa, serviria á Naguaba Ceiba, Fajardo, Luquillo, Rio Grande, Loiza y la Carolina, que carecen hoy de toda clase de comunicaciones terrestres, fuera de los caminos naturales, casi siempre intransitables. Además, existiendo una carretera construida y en buen estado de conservacion entre la Capital y Caguas, que por las condiciones de su trazado no podria aprovecharse en su totalidad ni en parte para el establecimiento del ferro-carril económico, siendo sólo de 50 kilómetros la distancia que separa á Caguas de Humacao, y estando comprendida en el plan de carreteras aprobado la que ha de unir á estos puntos pasando por Gurabo, Juncos y Piedras, con cuya carretera quedarán completamente servidas dichas poblaciones, parece más natural atender á aquellos pueblos, hoy desatendidos, que mejorar el sistema de comunicaciones de éstos, que gozan ya del beneficio que les proporciona la existencia de una buena carretera en una gran parte de la distancia que los separa de la Capital. Siendo, pues, más conveniente, técnica y económicamente considerado, el trazado por la costa, más rica esta zona que la del interior, y de mayor importancia y en mayor número las poblaciones que habrian de quedar servidas, es incuestionable que en el caso de decidirse la ejecucion del ferro-carril, convendria que éste, tanto entre Humacao y la Capital como en su totalidad, se estableciese en la zona del litoral.

Resumiendo lo anteriormente expuesto, resulta: que el terreno en la proximidad de la costa, en toda la Isla, se presta al establecimiento de un ferro-carril de vía estrecha; que el trazado seria fácil y económico en gran parte de la longitud, no excediendo del 10 por 100 de la total la que ofreceria alguna dificultad; que sólo en el trayecto de Maunabo á Yabucoa, cuya longitud es de 10 kilómetros próximamente, las dificultades serian de consideracion; y finalmente, que convendria que el trazado desde Humacao á la Capital fuese por la costa, pasando por Naguabo y Fajardo.

Dificultad de utilizar para el ferro-carril alguna parte de los trozos de carreteras y obras de fábrica construidas.

Debe indicarse además, que siendo cortos los trozos de carreteras del litoral construidos y existentes, tanto en la proximidad de Mayagüez y Ponce como en otros puntos, estando en general algo retirados de la zona más conveniente para el establecimiento de la vía férrea, y no reuniendo las mejores condiciones del trazado, tanto horizontal como vertical, dada la configuracion del terreno para ser utilizados con aquel objeto, poco ó nada podria aprovecharse de sus explanaciones, y mucho menos de sus obras de fábrica, que, escasas en número, no reúnen las condiciones de buena construccion y resistencia necesarias para el paso del ferro-carril.

Ancho que convendrá fijar para la vía.

Una de las cuestiones más importantes que hay que resolver, despues de fijar el plan de ferro-carri-les de un país, es la de determinar el ancho de vía más conveniente y que deberá servir de tipo para las líneas de dicho plan y para los que se construyan con posterioridad, toda vez que la uniformidad en el ancho de la vía es la primera condicion para la facilidad del tráfico y la circulacion, puesto que toda variacion obligaria á efectuar trasbordos ó á la construccion de un material móvil especial. Es de tal interes dicha uniformidad, que en muchos casos se ha optado por ella, sacrificando la economía que habria podido obtenerse en la construccion de algunas líneas con la reduccion del ancho de la vía á los mayores inconvenientes y coste que hubiese producido para la explotacion los trasbordos motivados por los distintos anchos.

Quando la cuestion no está prejuzgada, como sucede en la isla de Puerto-Rico, donde hasta la fecha no hay construida ni concedida ninguna línea de ferro-carril, y donde además las circunstancias del país y el tráfico y movimiento probables exigen la adopcion del sistema más económico, es decir, el de vía estrecha, la cuestion se facilita extraordinariamente. Se sabe, en efecto, que allí donde las necesidades del movimiento y tráfico motivan el establecimiento de grandes líneas con las condiciones de trazado y ancho de vía que exigen la marcha y seguridad de los trenes á gran velocidad y las condiciones del material de que éstas se componen, es difícil, ó más

bien imposible de obtener la uniformidad en el ancho de las distintas líneas, pues se comprende muy bien que el ordinario, aplicable á la red principal y aún á la secundaria, sería completamente inadmisibles bajo el punto de vista económico para los de tercero y cuarto órden; y es bien sabido, por otra parte, que todo cambio en el ancho de las vías por donde se han de verificar los trasportes da siempre lugar á un trasbordo, y por consiguiente, á un aumento de gastos en dichos trasportes y á la molestia consiguiente para los viajeros.

Habiéndose indicado ya que en Puerto-Rico sólo son aplicables económicamente los ferro-carriles de vía estrecha, la cuestion está reducida á determinar qué tipo, entre los de esta clase, conciliará mejor la economía en los gastos de su establecimiento con las mejores condiciones para su explotación, teniendo en cuenta, no sólo el movimiento que se verifica en la actualidad por los caminos ordinarios existentes, sino el probable por el ferro-carril en un cierto número de años. Una vez adoptado el ancho de la vía tipo para los ferro-carriles que han de formar la red general de esta Isla, puede asegurarse que éste sería el de todas las líneas que viniesen á empalmar con ella y que se ejecutasen en lo sucesivo, ya fuesen de interés local ó particular, pues la pequeñísima economía que podría obtenerse, reduciendo más aún dicho ancho de vía, no compensaría, ni con mucho, el mayor coste que producirían los trasbordos y los inconvenientes de emplear un material especial.

El límite inferior generalmente adoptado para las líneas de vía estrecha destinadas al transporte de viajeros y mercancías es de 3 piés ingleses (0^m,914), pues aunque existe algun ejemplo notable, el ferro-carril de Juterag, en el país de Gales, cuyo ancho de vía es de 2 piés (0^m,61), que primitivamente se concedió para ser explotado con caballerías y transportar productos de canteras, las condiciones del material empleado, y las limitadas velocidades á que deben marchar los trenes, lo hacen de todo punto inadmisibles para líneas de alguna extensión é importancia.

Consideraremos, pues, como límite inferior, del cual no podrá pasar, el de 3 piés ingleses (0^m,914) para los ferro-carriles destinados al servicio de viajeros y mercancías en que los trenes hayan de marchar con una velocidad ordinaria de 20 á 35 kilómetros por hora. Los tipos más

generalmente adoptados son los de 3 $\frac{1}{2}$ piés ingleses (1^m,067) y 3 piés (0^m,914). Con arreglo al primero se han construido los ferro-carriles económicos existentes en Noruega, Canadá, Australia y algunos puntos; y con arreglo al segundo, la mayoría de los de esta clase ejecutados en los Estados Unidos. Convendrá, pues, adoptar uno de ellos, ya por hallarse sancionados por la práctica, y ya también por la mayor facilidad y economía que se obtendría en la adquisición del material, puesto que evitaria la construcción del especial que sería necesario si se fijase su ancho de vía distinto de los citados.

En concepto de esta Jefatura, el más aceptable para Puerto-Rico sería de 3 $\frac{1}{2}$ piés (1^m,067), porque debiendo la línea del litoral contornear toda la Isla, unir las cabezas de los departamentos y recorrer una zona muy rica, es probable que en un tiempo relativamente corto, después de establecida dicha línea, el movimiento de viajeros y mercancías aumente considerablemente, lo que exigirá un aumento de trenes; y como el máximo de éstos que puede recorrer una línea dada depende de la velocidad de los mismos y de la distancia media de las estaciones, mientras mayor sea, relativamente, el ancho de la vía, mayor será la velocidad que podrán tomar aquéllos, sin peligro para la seguridad de los viajeros, y mayor también el número de trenes que podrán recorrer la línea.

La economía que se obtiene con los ferro-carriles de vía estrecha es debida al menor coste de las explanaciones; del material fijo de la vía, por la disminución del peso de los rails; de las dimensiones de las traviesas; de la cantidad de balasto necesario, etc.; del material móvil de locomotoras, coches y wagones, mucho más ligeros y económicos que para los ferro-carriles ordinarios; á la menor importancia que se da á todas las construcciones de la línea, tales como estaciones, casas de guarda, etc.; á la reducción de los radios de las curvas que la menor distancia entre los rails permite llevar á cabo sin aumentar los gastos de tracción y el desgaste del material fijo y móvil, haciendo el trazado más adaptable al terreno y por consiguiente menos costoso; al menor ancho de las obras de fábrica y túneles que deberán construirse para una sola vía; al aumento del peso útil transportado con relación al del material de transporte (peso muerto), y en fin, á la reducción de todos los gastos de establecimiento y explotación

hasta el límite compatible con la buena construcción de la línea y con la seguridad y buena marcha de los trenes.

Naturalmente el menor ancho de la vía produce economía en el coste de las explanaciones, pero esta economía es debida principalmente á la mayor facilidad que proporciona la vía estrecha para adaptar más el trazado al terreno disminuyendo los movimientos de tierra, pues la que obtendría directamente por el estrechamiento de las explanaciones sería mucho menor, porque el ancho de éstas depende del de los vehículos que hayan de recorrer la línea, y en general, la reducción que se aplica al de dichos vehículos es menor que la que se hace sufrir al ancho de la vía.

(Se continuará.)

RESISTENCIA DE MATERIALES.

Método nuevo para el trazado de la curva de presiones en las bóvedas de fábrica,

POR

M. SZYSTOWSKI.

(Continuación.)

9.º Scheffler.—Independientemente de la dirección impresa en Francia á la investigación de la curva de presiones, en Alemania el Dr. Scheffler, inspirándose en las ideas emitidas por Moseley, desarrolló el principio de la mínima resistencia, y tomándole por base de sus investigaciones, publicó su teoría de la estabilidad de bóvedas en la obra titulada: *Theorie der Gewölbe, futter mauern und eisernen Brücken, Braunschweig, 1853.*

Segun dicha teoría, la curva de menor resistencia es precisamente la curva de presiones buscada y la única que puede asegurar realmente el equilibrio de una bóveda.

Scheffler prescinde por completo en su teoría de los resultados de las experiencias de Boistard, y prosigue sus interesantes investigaciones de una manera puramente analítica, considerando las dovelas como cuerpos indeformables.

No pretendemos dar aquí una crítica completa de la teoría del Dr. Scheffler, trabajo desarrollado ya por Mr. Dupuit en su obra titulada, *Traité de l'équilibre des voûtes, 1870*, y que recomendamos al lector que desee estudiar la cuestión. Diremos únicamente que la teoría que nos ocupa es muy

metafísica y no inspira, por lo mismo, gran confianza en las aplicaciones.

10. Ivon Villarceau.—El método de Méry á pesar de sus errores é inexactitudes, ha servido de punto de partida á numerosos trabajos emprendidos por otros sabios. Así Mr. Ivon Villarceau ha tratado de cambiar la forma del intrados de tal manera, que la curva de presiones pase siempre por el medio de las juntas de las dovelas.

Los principios que han servido de base á este nuevo método, han permitido al autor reducir á un mínimo la resistencia por unidad de superficie de los materiales que componen la bóveda, y por consiguiente, el exceder el límite práctico de la abertura de las bóvedas. Los cálculos que justifican las reglas adoptadas son sumamente complicados y no tienen gran utilidad práctica, encontrándose expuestos con los detalles más minuciosos en la obra titulada *Sur l'établissement des arches des ponts, 1854.*

11. F. Dupuit.—El orden cronológico nos obliga á decir ahora algunas palabras sobre los trabajos de este ilustre hombre, que han estado en bogá, sobre todo en Francia, durante un cierto tiempo. Dicho Ingeniero publicó sus trabajos por primera vez en 1858, en los *Annales des Ponts et Chaussées*. Allí demuestra principalmente que cuando una bóveda reposa sobre la cimbra, no existe empuje en la clave; pero que repentinamente y á medida que se va bajando la cimbra, aparece desde luego aquel empuje y aumenta despues constantemente hasta que ésta se haya quitado completamente.

Desarrollando esta idea, establece Mr. Dupuit el principio siguiente:

«En las bóvedas simétricas, la curva de presiones para cada mitad debe ser tangente á la curva de intradós. Este punto de tangencia se encuentra siempre sobre el punto de rotura, y si se examina la bóveda despues de haber separado la cimbra, se nota que la mitad de ella gira al rededor de dicho punto para venir á apoyarse en la clave contra la otra mitad.»

Lo que acabamos de citar es suficiente para indicar el método de Mr. Dupuit.

La curva de presiones trazada en las condiciones anteriores representa la bóveda en el momento de su equilibrio estricto, pero no asegura del todo su estabilidad. Es verdad que Mr. Dupuit recomienda para hacer el equilibrio estable, cambiar la forma de la bóveda por medio de golpes,