

MADRID, 1.º DE OCTUBRE DE 1877.

TOMO XXV.

NÚM. 19.

SUMARIO.

Ferro-carriles internacionales, por D. Eusebio Page.—Memoria redactada por el Ingeniero Jefe de Obras públicas de la isla de Puerto-Rico, D. Leonardo de Tejada (continuacion).—Sobre la Exposicion de Paris de 1878.—Ley de Obras públicas (continuacion).—Parte oficial.—Subastas.—Obras públicas de Ultramar.

FERRO-CARRILES INTERNACIONALES.

Líneas por el Pirineo Central.

En nuestro número anterior dimos á conocer todas las líneas que por el momento se estudian entre nuestro país y el vecino reino de Portugal, y los puntos en que se cruza la frontera. Hoy terminaremos nuestra tarea con la descripcion y empalmes de las líneas que se dirigen á Francia, de las que ya nos hemos ocupado en otras ocasiones, pero no con los detalles que hoy ya podemos dar, en vista del considerable adelanto que han tenido sus estudios. Estas líneas son tres, y de ellas vamos á ocuparnos con la debida separacion.

Línea de Canfranc.

Una de las soluciones aceptadas para el cruce del Pirineo por su parte central, se halla determinada por la depresion conocida con el nombre de Puerto de Canfranc, en el que tiene su origen el rio Aragon. El valle de este rio, que se desarrolla normalmente á la divisoria principal desde su origen hasta Jaca, constituye apropiada zona para el establecimiento de un camino de hierro entre los dos puntos mencionados; pero á partir del último, sus aguas corren hacia Occidente, desviándose considerablemente de la direccion que con el puerto de Canfranc define el primer trozo de la línea férrea de Zaragoza á Barcelona, entre cuyas estaciones de Zuera y Tardienta debe disponerse el empalme del proyecto pirenaico. El valle de más importancia que se encuentra entre Jaca y el citado camino construido, es el del rio Gállego, que desarrollándose paralelamente al Aragon en sus primeros trayectos, como él, cambia de direccion en el puente de Fanlo, perdiendo aquella posicion

relativa en Azcánigo, donde vuelve á adquirir su primitiva direccion, que no varía en el resto de su valle. Por efecto de esta particular disposicion, su plano en esta última parte se ofrece como prolongacion de la primera del rio Aragon, y con ambos se constituye la zona general de estudio en la solucion de que se trata.

La circunstancia de hallarse contruido el ramal de Tardienta á Huesca, y la de ser esta poblacion la capital de la provincia, determinaron el considerarla como origen del trazado pirenaico, con lo que se obtendria la ventaja de reducir la longitud de la línea que hubiera de construirse, si bien á expensas de la direccion general más conveniente. Como la poblacion de Huesca se halla implantada en la cuenca del rio Cinca, pues lo está en el valle del Isuela, tributario de aquél por intermedio del Alcanadre, deben citarse como accidentes característicos que hay que salvar para establecer una línea de comunicacion entre ella y el puerto de Canfranc, las divisorias de los rios Cinca-Gállego y Gállego-Aragon, una vez que, segun se ha dicho anteriormente, los valles de éstos ofrecen disposicion aceptable para su desarrollo.

La excepcional configuracion del terreno, y las consideraciones ligeramente apuntadas, han dado motivo en esta Direccion general al estudio de una verdadera red de ante-proyectos, que vamos á describir en el orden en que se han llevado á cabo, indicando tambien el estado de adelanto que alcanzan en la actualidad.

En primer lugar, y con el fin de obtener la línea más corta entre Huesca y la frontera, aceptando aquella poblacion como punto de partida por las consideraciones ántes expuestas, se estudió el trazado llamado del Pantano, en el que se salva la divisoria Cinca-Gállego, subiendo por el valle del Isuela, donde se hallan los restos de aquella obra, y llegando al Gállego por su afluente el Garoneta. En la proximidad del Molino de Caldearenas se cruza el rio, y por su ladera derecha sigue la línea hasta la desembocadura de su tributario el Tulivana, que se aprovecha para ascender á la divisoria Gállego-Aragon, bajando al valle de este rio, por el Gas, en la proximidad de Jaca. En el resto,

el trazado se desarrolla por el Aragón hasta el túnel de la frontera. La línea mide $116.628^m,90$. En su primera parte, comprendida entre Huesca y el Molino de Caldearenas, y que constituye el paso de la divisoria Cinca-Gállego, se emplean las curvas de radio mínimo 150 metros y las pendientes de 50 milésimas, aceptadas para el estudio de estas líneas. El cruce de la divisoria Gállego-Aragón se verifica en excelentes condiciones, merced á un no pequeño rodeo, motivado por la excéntrica posición que ocupa el punto más accesible de la cadena de montañas que constituye dicho accidente. Desde Jaca á la frontera, y particularmente desde Villanua, punto situado á unos nueve kilómetros de aquella población, las dificultades del terreno se pronuncian considerablemente, y para vencerlas con la mayor economía se han empleado las curvas de radio límite, aumentándose la pendiente hasta 55 milésimas. El túnel de la frontera que termina en Francia en la proximidad de las casas conocidas por las Forjas de Abel, mide 6.600 metros. El trazado en la nación vecina se desarrolla por el valle de Aspe y termina en Oloron, desde cuyo punto hasta Pau se construye en la actualidad el ferro-carril que servirá estas dos poblaciones, y más tarde ha de enlazar la línea pirenaica y la red general francesa.

El proyecto de que se trata fué presentado á la Superioridad en el año próximo pasado.

Con objeto de evitar el difícil paso que, según se ha dicho, constituye la primera parte de aquel trazado, se ha llevado á cabo el estudio de una variante que tiene por extremos los de dicha parte, ó sean Huesca y el Molino de Caldearenas. A expensas de un mayor desarrollo, se cruza la divisoria Cinca-Gállego en mejores condiciones que las que ofrece el primer trazado, y se sirve además una zona más importante que la que éste sigue. Partiendo de Huesca salva el citado accidente en la proximidad de Esquedas, pasa por Plasencia, Quinzano, Venta de Turuñana, Ayerbe, pueblo de alguna consideración, y La Peña, que como el anterior la reclama, si no por sí, por la circunstancia de hallarse emplazado junto al río Savon, tributario del Gállego, por cuyo valle pueden fácilmente llegar los productos de las zonas limítrofes de la provincia que hayan de transportarse en dirección á Barcelona.

En esta variante, que mide $75.291^m,03$, no se emplean curvas de radio inferior á 200 metros, y las de éste figuran en pequeño desarrollo: las pen-

dientes no exceden de 20 milésimas, y las obras de alguna importancia se reducen á las que se proyectan para el trozo comprendido entre Concilio y la Venta de la Garoneta. El trozo del primitivo proyecto á que hubiera de sustituir esta variante, tiene de longitud $51.153^m,940$.

Cambiando el origen del trazado y tomando como punto de partida la estación de Zuera en el ferro-carril de Zaragoza á Barcelona, con el fin de presentar la solución más directa, si bien la de más desarrollo de primera construcción, se ha estudiado la variante que arrancando de aquella estación y cruzando las extensas llanuras que constituyen la ladera izquierda del Gállego, termina un poco antes de Ayerbe (en la Venta de Turuñana), enlazando con la solución anteriormente descrita. Su longitud es $40.206^m,07$; y como el trayecto comprendido entre Huesca y la citada venta mide $27.769^m,84$, el aumento de desarrollo en lo que se refiere á primera construcción sería de $12.436^m,23$, si se aceptase la última variante. Teniendo en cuenta que la longitud total de los trozos hoy construidos de Zuera á Tardienta y de este pueblo á Huesca es próximamente de 55 kilómetros, resulta para recorrido total en la explotación, como distancia entre Zuera y la Venta de Turuñana, por el trazado que tiene su origen en la capital de la provincia, los 55 kilómetros referidos, más los $27.769^m,84$, longitud de la sección que termina en la citada venta, ó sean $80.769^m,84$ que es próximamente el doble de la solución directa.

Los datos que constituyen los proyectos relativos á una y otra variante, permitirán en su día apreciar debidamente las ventajas é inconvenientes de cada una. Dichos proyectos, que están completamente terminados, se presentarán á la Superioridad en brevísimo plazo.

Con el fin de formar exacta idea de las dificultades que ofrece el cruce de la divisoria Gállego-Aragón, por otro punto que no sea el elegido en el primitivo estudio, y poder deducir las condiciones en que sería dado establecerle, á fin de evitar el rodeo á que obliga el paso natural, se han practicado ante-proyectos en las direcciones que definen los barrancos que surcan por una y otra vertiente las pronunciadas sierras de Urueil y de San Juan, que dispuestas cual barreras transversales á la dirección general de la línea, determinan el mencionado rodeo. En las diversas soluciones á que se hace referencia, y cuyas longitudes varían de 26 á 35 kilómetros, dando lugar la más corta á una

disminucion de unos once kilómetros con relacion al primer proyecto, las obras que sería forzoso establecer presentarian gran importancia, y las condiciones técnicas que ofreciera el trazado originarian una explotacion en condiciones análogas á las del paso del Puerto. Estas várias soluciones, que arrojan un total de 104 kilómetros próximamente, se presentarán acompañando á las variantes anteriores en un plano de conjunto, y los perfiles longitudinales que manifiestan aquellas circunstancias, siendo dado con estos antecedentes deducir las ventajas que ofrece el paso estudiado por los rios Tulivana y Gas.

El trozo más difícil de esta línea es sin duda alguna el comprendido entre Villanua y la frontera, donde ademas de la accidentada disposicion que el terreno presenta, ocasionando la construccion de obras importantes, se halla la de más consideracion, que es el túnel internacional. Estas circunstancias justifican el que tanto en la parte francesa cuanto en la española, se pretenda ensayar diversas combinaciones de trazado, aplicando los sistemas más ó ménos adecuados que ofrecen los últimos adelantos obtenidos en la ciencia del Ingeniero, para salvar los grandes desniveles de una manera compatible con la economía, cuando, como sucede en estas líneas, concurren todas las circunstancias más desfavorables. Para conseguir el resultado más ventajoso, de acuerdo con los Ingenieros franceses, se han celebrado en la campaña del presente año várias conferencias, que han dado por resultado el levantamiento de una base de operaciones cuyos extremos son las bocas del túnel más largo de cuantos pueden proyectarse, y que enlazada convenientemente con los planos frances y español, permitirá formar uno completo de la frontera, sobre el que se podrán discutir ámpliamente las soluciones estudiadas ántes de ahora, y las que han sido objeto de la última campaña.

De esta manera, armonizados los trabajos que se realizan en una y otra nacion, una vez terminados los de gabinete relativos al trozo de que se trata, se tendrán reunidos todos cuantos datos son necesarios para apreciar debidamente las condiciones de la línea entre Huesca ó Zuera y Oloron, y poder establecer la comparacion con las correspondientes á los otros valles, que con los del Aragon y Gállego constituyen el objeto de nuestros estudios.

Línea del Cinca.

Otra de las líneas comprendidas en el plan mandado estudiar á esta Comision, se refiere á una que, arrancando de la línea de Zaragoza á Barcelona y subiendo el Valle del Cinca, llegará por él á la frontera. Del lado de Francia corresponde á ésta la que, partiendo de la línea de Tolosa á Bayona, pasa por Arrean, cabeza de distrito y centro mercantil de alguna importancia, continuando después por el Valle de la Neste d'Aure hasta muy cerca de su origen, enlazando con la vía española bajo el puerto de Salcortz en un túnel de 4.844 metros, por el que se atraviesa la divisoria pirenaica.

En este empalme termina el trazado por el Cinca, que desde su origen, en Monzon, mide una longitud de 115 kilómetros, y que constantemente se mantiene en el fondo del valle ó muy inmediata á él.

Diversas variantes se ha creído deber estudiar ántes de proponer una solucion definitiva. Á ello inducia la gran importancia que en la localidad tiene la villa de Barbastro, así como la circunstancia especial de tener ésta ya un ferro-carril en construccion, debiendo examinarse comparativamente las ventajas que su empalme pudiera ofrecer. Las dificultades que aguas abajo de Ainsa presentaban ciertas cadenas trasversales y paralelas á la cordillera principal, contribuian tambien á aconsejar el estudio de variantes que, abandonando el valle principal, siguieran otros, cuyas ventajas é inconvenientes se trataba de analizar.

En su consecuencia se estudiaron con el carácter de ligero anteproyecto dos líneas que, partiendo la una de Ainsa, se dirige por Castejon, Eripol y Almazorre al Valle del Vers, terminando en Algrezer, arrancando la otra de ésta en Almazorre y prolongándose en direccion á Ainsa hasta el Collado de Arcusa. Ambas miden una longitud de 44 kilómetros.

Conservando la direccion general del rio Cinca se ha estudiado otro ramal que, desprendiéndose de la línea directa á Monzon, en las inmediaciones del notable puente del Grado y de la confluencia de los valles del Cinca y del Esera, siga por la margen izquierda del Cinca hasta encontrar el rio Vero, por el que remonta hasta llegar á Barbastro. Su longitud es de 25 kilómetros, y ha sido estudiado con igual detenimiento que la línea directa. Como anteproyecto ligero ha sido estudiada tam-

bien otra línea con objeto de llegar á Barbastro por el Collado de Creguenzan, evitando el rodeo á que obliga la dirección del río Vero.

En la zona inmediata á la divisoria, los trabajos se han concretado al mencionado puerto de Salcortz, dadas las dificultades que en la vertiente Norte presentaban las cuencas de Riou-Majou y de la Neste de Louron, por donde hubiera sido preciso descender al penetrar en Francia, y dada también la gran longitud de túnel que resultaría subiendo en la vertiente Sur por el valle del Cinqueta.

Ha sido preciso, sin embargo, estudiar en la unión del Cinca con el Cinqueta una pequeña variante de 8 kilómetros, comparando dos trazados de diversas pendientes en esta zona, en que las dificultades de las avalanchas y deyecciones se unen á las que presenta la topografía del terreno, que es muy accidentado y tortuoso.

El proyecto de las referidas línea y variantes está muy adelantado, y podrá presentarse á últimos del año actual ó principios del próximo inmediato.

Línea del Noguera Pallaresa.

En la provincia de Lérida está comprendida otra línea que se refiere á los valles del Segre, Noguera-Pallaresa y Garona; sirve importantes centros de producción agrícola, cuales la capital, Balaguer, Tremp, Pobla de Segur y Sort, enlazando con la Península el importante Valle de Arán que del otro lado de los Pirineos está situado. Su longitud es de 240 kilómetros, pasa á cielo descubierto la divisoria á una altitud de 1.880 metros por la notable depresión de Plá de Beret, se extiende en 52 kilómetros por el Valle de Arán y penetra en Francia por el desfiladero de *Pont du Roi*, empalmándose á corta distancia de él, en *Chaum*, con el ferro-carril, hoy en explotación, de Montrejean á Bagnères de Luchon.

Á la mencionada depresión de Plá de Beret subese por un valle relativamente suave y tendido; pero la abundancia de nieves en algunos sitios, las avalanchas y las deyecciones que en él se presentan, han indicado la conveniencia de estudiar una variante por el puerto de la Bonaigua, la que, con un túnel de 4 kilómetros en la divisoria, evita la mayoría de los inconvenientes antes referidos, presentando además la ventaja de reducir en 21 kilómetros la longitud del trazado, tenien-

do la de esta variante que parte de las inmediaciones de Esterri para reunirse á la línea principal en las de Tredos.

Con objeto de acortar la distancia á Tolosa, establecer comunicación con el populoso valle del Salat y facilitar la corriente de comercio que tiene una importancia relativa bastante considerable en esta dirección, se estudia otra variante que abandonará el valle del Noguera-Pallaresa en las inmediaciones de Alos, y pasará al del Salat cruzando la frontera por el puerto de Salan con un túnel, cuyo estudio no está terminado, y para el que se presentan dos soluciones, cuyas longitudes probables son de 5 y 6 kilómetros respectivamente.

Siguiendo esta dirección, la unión con la red francesa actual se verificará en Saint-Girons, estación de término del ramal de Boussens á esta población.

Por el contrario, de la línea del Cinca la dirección del trazado no ofrece duda en la parte baja del valle, por hallarse éste encajonado entre altas y ásperas vertientes, y hallarse en su fondo situadas las poblaciones de mayor importancia de la localidad. Ha sido preciso, en cambio, estudiar con gran detenimiento la colocación de la traza para evitar en lo posible las ramblas, desprendimientos y grandes masas de roca que han obligado á combinar diversas direcciones de detalle y cruces de río; así como las poblaciones que, extendiéndose desde la ladera á considerable altura hasta el fondo del valle, cerraban el paso por completo á la traza.

Todos los datos de campo relativos á esta línea están ya tomados, á excepción de los de la parte comprendida entre Balaguer y Tremp, que se están tomando en la actualidad, y á algún otro que tal vez exija el estudio que se está llevando á cabo de los túneles y empalmes de la frontera.

Con estas tres líneas queda completo el programa que se prefijó para estos estudios. La red francesa es más amplia y comprende mayor número de valles, si bien con longitudes mucho más cortas. Recientemente se ha abierto á la explotación la prolongación de la línea de Tolosa á Foix hasta Tarascon, se trabaja con actividad en la construcción desde Tarascon á Ax, y en breve comenzará la construcción de un ferro-carril con pendientes de 0^m,050 hasta el alto del Coll de Puigmorens, por el que se descende al rico y pintoresco valle de las Cerdeñas. Del lado de España no se ha hecho hasta ahora reconocimiento ni trabajo alguno

en esta direccion, ciñándose por completo al programa referido.

EUSEBIO PAGE.

MEMORIA

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

D. LEONARDO DE TEJADA.

(Continuacion.)

Cuando el terreno es muy accidentado, la economía en el coste de las explanaciones es siempre considerable, aunque una parte de ella quede anulada por la mayor longitud que resulta para el trazado por lo que éste se adapta al terreno. Se ve, pues, que la economía se debe, no sólo á la reduccion del ancho de la vía, sino á la variacion de las condiciones del trazado de las líneas, del material fijo y móvil que se emplea en ellas, y de la explotacion; en una palabra, á la variacion radical que lleva consigo el trazado de vía estrecha. Siendo, pues, las diferencias de coste de los ferro-carriles de vía ordinaria y de vía estrecha debidas principalmente á las diferencias esenciales de sistema ántes indicadas, se comprende perfectamente que la de algunos centímetros en el ancho para los de vía estrecha influirá poco en su coste total si no se alteran las demas condiciones, sucediendo lo que con los ferro-carriles ordinarios en que, segun puede observarse, la diferencia que existe en los anchos de las diversas líneas construidas no han influido sensiblemente en el coste total medio kilométrico de las mismas en igualdad de las demas condiciones.

En general, influye más sobre el coste total de las líneas el mayor ó menor radio de las curvas y las mayores ó menores pendientes que se adopten que el ancho de la vía; pero debe tenerse presente que la economía obtenida en el coste de establecimiento por disminucion de radios ó aumento de pendientes se traduce siempre por aumento de gastos para la explotacion.

La combinacion de los tres elementos, ancho de la vía, radio de las curvas y pendientes, sin exceder de ciertos límites, dará la solucion más conveniente y económica, debiendo tenerse en cuenta para determinarla en cada caso las condiciones del terreno, y el movimiento probable que haya de verificarse por la línea proyectada.

Los inconvenientes de las curvas de pequeño

radio son aumento de longitud del trazado, facilidad de descarrilamiento y aumento de resistencia á la accion de los motores, y por consiguiente, disminucion de efecto útil de los mismos; pero si la velocidad de la marcha de los trenes no excede de 50 kilómetros, como sucede en general en los ferro-carriles de vía estrecha, dichos inconvenientes no son de consideracion.

Cuando el terreno sea difícil y accidentado deberá reducirse el radio de dichas curvas todo lo posible, pues de este modo se obtendrá una gran economía en los gastos de establecimiento, pudiendo aceptarse sin temor alguno curvas de 100 metros y aún de menor radio en los ferro-carriles de vía estrecha. Sin embargo, en general no convendrá descender del límite de 150, ó á lo más de 100 metros, sino en casos muy especiales.

Los inconvenientes de las fuertes pendientes son: aumento de resistencia á la traccion de las subidas, peligros de accidentes en las bajadas, mayor deterioro del material móvil y de la vía, por la accion de los frenos, y mayor coste de dicho material por la necesidad de emplear motores de gran peso. Cuando el terreno sea muy accidentado, ó cuando haya que salvar una elevada divisoria, la adopcion de fuertes pendientes podrá producir una gran economía en el coste de establecimiento del ferro-carril, ya por la disminucion de la longitud del trazado y ya tambien por la menor importancia de las obras que deben ejecutarse. Del exámen de las ventajas é inconvenientes de exagerar las pendientes ha de deducirse el límite del cual no deberá pasarse, en cada caso, segun las condiciones del terreno y de la línea que trate de establecerse. El mayor de los inconvenientes es de la resistencia á la traccion que da siempre lugar á un aumento, tanto de los gastos de explotacion correspondientes al arrastre, como de los relativos á la conservacion del material y la vía. Cuando la velocidad de marcha de los trenes no pase de 20 á 25 kilómetros, puede llegarse hasta el límite de 40 milésimas. En los Estados-Unidos se han explotado con locomotoras líneas en que existian inclinaciones de 55, 60 y hasta 70 milésimas, empleando máquinas de seis y ocho ruedas acopladas, con velocidades de 25 kilómetros. En general no conviene que dichas inclinaciones excedan del límite de 25 á 30 milésimas.

Los inconvenientes de la vía estrecha son: menor potencia de los motores empleados y menor estabilidad de éstos y de los vehículos; habiéndose