

EDUARDO TORROJA
OFICINA TECNICA DE INGENIERIA
MADRID

*Copia del informe invitado
por el consejo de obras públicas.*

Fecha

Núm. 50.507

COPIA DEL INFORME EMITIDO POR EL CONSEJO DE OBRAS PUBLICAS, SECCION
2ª DEL PROYECTO COMPARATIVO DE DOS SOLUCIONES DE CRUCE DEL FERROCARRIL DE
FERROL A GIJON SOBRE LA RIA DEL EO.

Respecto al sistema de cimentacion le parecen aseptables a la Seccion las razones que los Ingenieros autores del proyecto han tenido en cuenta para elegir la del empleo de pilotes de hormigón armado, pues dado el resultado de los sondeos que hasta los 23 mts de profundidad acusaban la presencia de fangos no muy consistentes no parece prudente emplear el de aire comprimido, único que en este caso podría adoptarse en sustitución del pilotaje; pero le parecen muy atendibles las observaciones hechas por la Jefatura de puentes respecto a la longitud de la hinca de los pilotes, que por haber tomado el mas alto de los angulos de rozamiento indicados por Berialer ha resultado para ésta, la longitud de 10 metros, adoptada en el proyecto, lo que daría una superficie lateral por pilote de 14 m^2 y una carga de 1852 Kgs por m^2 de superficie, cuando no debia pasar de 800 por lo que la expresada Jefatura manifiesta, y con ella se halla de acuerdo la Sección, que sería prudente aumentar la longitud de aquellos y la seccion transversal de los mismos, para no rebasar el limite de carga indicado, sin exagerar extraordinariamente aquella dimension. Tambien parece acertada la indicacion de la citada Jefatura de que pudiera recurrirse, por tratarse de un caso excepcional, a los pilotes huecos y aprovechar la estructura hueca para realizar inyecciones de mortero, con cuyo procedimiento podría constituirse unas plataformas de apoyos de gran resistencia. = Segun el informe citado podrian evitarse estas modificaciones de la cimentacion si de los sondeos que se realizaran en el eje de la ria, resultara que sin rebasar la punta de Castropol se encontraran fangos mas consistentes que en el lugar donde se situa el puente de la 1ª solucion o una capa de arena de 8 a 10 metros de espesor, lo cual es probable dada la naturaleza geologica de estas rias, como se ha comprobado en la de Navia, pero para esto

haría falta el estudio detallado de una tercera solución de la que nada indicaban los Inspectores ya citados. La Sección con el plano general a la vista observa desde luego que aunque sea muy atendible esta indicación, el nuevo estudio obligaría a atravesar la ría en puntos más próximos al mar, con lo que la facilidad que pudiera obtenerse para el pilotaje, vendría compensada con la dificultad de la obra en general y cree que no conviene complicar el problema agregando otro trazado a los dos estudiados. No terminará la Sección la cuestión de los cimientos sin hacer algunas observaciones que a su juicio son pertinentes al caso; se observa en los planos que los pilotes que constituyen las dos palizadas de que se compone cada pila forman una especie de caballetes de cuatro pies arriostándose sus cabezas a la altura de la marea media, por vigas de hormigón armado. En los planos figuran dichos pilotes con una inclinación bastante acentuada y sin embargo en el pliego de condiciones se dice que se hincarán verticalmente en contradicción con los planos, claro es que la estabilidad sería mayor si la colocación se hiciera con arreglo a lo dibujado, pero esto daría lugar a dificultades de construcción no prevista en ninguna parte del proyecto, de modo que sería preciso que los autores salvaran este extremo haciendo desaparecer la contradicción que existe entre ambos documentos. Por otra parte cree la Sección que sería conveniente envolver la parte de pilotes que se halla fuera del fondo de la ría con un macizo de hormigón en masa, ó si se quieren evitar dificultades de construcción, con escollera bien concertada hasta la marea viva y hormigón desde este nivel hasta los arriostamientos. = Los autores del proyecto atendiendo a las indicaciones de los Inspectores informantes de que convendría aumentar las luces de los tramos, han hecho un estudio muy concienzudo del asunto llegando a la conclusión de que la solución más aceptable es la adoptar 24 tramos fijos de 20 metros de luz y una móvil de 23, para dar paso a la navegación existente, que actualmente según datos estadísticos es de muy poca importancia. Se vé resulta una luz total de 503 metros completándose con la pila de refuerzo del tramo móvil de 512 metros que tiene la longitud total del puente. = En el replanteo se proponía una obra de 27 tramos

fijos de 10 metros de luz y uno levadizo de 18 en total 288 metros muy inferior al de este proyecto que según se dijo se halla bien calculado para no causar perturbaciones en la navegación.= Se aprovecha la distancia de seis metros que existe entre las palizadas de cada apoyo para dividir la longitud de 20 metros de la viga en un tramo central de 14 metros y dos voladizos de 3 metros con lo que disminuye el momento de flexión del centro sin que en ningún caso llegue éste a ser negativo.=

El puente se proyecta para que a la vez sirva de paso al ferrocarril y a la carretera, por lo que todas las partes fijas vienen a constituir en conjunto como si fueran dos puentes adosados con apoyos y tramos independientes siendo solidario para las dos vías el tramo móvil.= Según se manifiesta en el informe del Ingeniero Jefe de puentes no se ha tenido en cuenta en el cálculo de forjados y nervios de los tramos fijos el efecto dinámico que marca la Instrucción de puentes vigente y aunque se refiere ésta a puentes metálicos sin balasto y acaso no sea muy aplicable a tramos rectos de hormigón armado de bastante masa, como es fácil rehacer los cálculos sería conveniente realizar aquellos con este incremento de carga indicado, con lo que la Sección se halla conforme.=

También opina la Jefatura de puentes que aunque los autores del proyecto admiten cargas de 12 Kilógramos por m^2 para el acero de las armaduras y de 45 por cm^2 para el hormigón de acuerdo con el Ingeniero Rivera, parecen más aceptables los coeficientes de 10 y 40 adoptados por Zafra y que sujetándose a ellos deben rectificarse las secciones de los distintos elementos, con lo que también se halla de acuerdo la Sección.= Como se ha indicado también es de opinión la Jefatura de puentes, que se modifiquen las dimensiones de los pilotes con arreglo a lo que en su informe se indica, observación que le parece muy atinada a la Sección y que deberá tenerse en cuenta en la modificación del proyecto.=

Nada se dice en la Memoria ni en el pliego de condiciones sobre el sistema de apoyo de los tramos sobre pilas.= En cuanto al tramo móvil se ha estudiado con todo detalle su disposición resultando la más aceptable por los razonamientos expuesto en la Memoria, el tipo Escherzan adoptado en el proyecto.- Se ha hecho el cálculo de todos sus elemen-

tos con gran detalle y para un gran número de hipótesis. Todos los cálculos le parecen aceptables a la Jefatura de Puentes y con ella se halla de acuerdo la Sección.= En cuanto a la solución de atravesar la ría con un puente de altura suficiente para que bajo él pudieran cruzar las embarcaciones sin necesidad del tramo móvil resulta del estudio que del problema hacen los autores del proyecto que no parecen, aceptable por su elevado coste y por que dada la poca seguridad que ofrecen los cimientos cualquier pequeño asiento podría ocasionar averías de gran importancia en la obra comparado con lo que por la misma causa tendría lugar en el puente bajo; son muy atendibles los razonamientos que respecto a este asunto se hacen en la Memoria y parecen acertada la elección adoptada en el proyecto.= Para terminar cuanto a esta primera solución se refiere hace notar la Sección que el trabajo debe completarse con todo lo referente a las obras comprendidas entre el principio y la terminación de la segunda solución, teniendo en cuenta no sólo la expl^uación y obras de fábrica sino el importe de la superestructura y los edificios pues sólo así podrá hacerse la comparación económica de las dos soluciones con alguna exactitud.= La solución contorneando la ría hasta Vega de Ribadeo dá principio en el Kl. 2 del replanteo y termina en el 9, las pendientes en ella son muy aceptables pues la mayor es de 0,0114, que ha tenido que calcular la Sección pues en el perfil longitudinal (hoja nº 3 de los planos) no figura la pendiente de la rasante ni las curvas, yi en la Memoria sólo se concretan algunas. El trazado horizontal es también admisible por lo que a las curvas se refiere pues el radio menor es de 200 m. y se trata de un ferrocarril de vía estrecha pero de -bía modificarse aumentándose la longitud de la recta nº 33 que comprendida entre curva y contracurva sólo tiene una de 29 mts. de largo. También convendría variar la traza entre los perfiles 23 y 43 metiéndola más en la dera, aunque con esto se alargara algo el túnel nº 1, para cruzar en su origen el barranco siguiente, sobre el que va situado el viaducto nº 1 y sustituirlo por una obra pequeña, la que en el proyecto viene a costar 206.268 pesetas. = Parece muy ateni-

nada la observación de la Jefatura de puentes respecto al del Río Suarón que por poner un apeadero en el muelle de Vega de Ribadeo, es de rasante muy baja lo que obliga a adoptar una sección transversal en forma de cajón que eleva su coste y que además por estar el puente en curva obliga a encauzar el río para evitar el choque de las aguas con la palizada, por otra parte, dada la poca altura de la viga, podrían también chocar con ella los cuerpos flotantes por todo lo cual convendría ver si variando algo el trozo se podrían subsanar alguno de estos inconvenientes. Por la primera de las razones los autores del proyecto proponen dragado para aquel fin, sin que en la propuesta figure partida para ello, a pesar de que en la Memoria se afirma que existe. = Aunque los señores inspectores en su informe admitían la posibilidad de aprovechar parte de la línea de Villaodrid, a Ribadeo, para contornear la ría, los autores del proyecto sin duda atendiendo a los inconvenientes que traería consigo utilizar un trazado común por dos Compañías y que por tratarse de un ferrocarril minero su característica en pendientes, curvas, y gálibos no satisfarían a las condiciones de la vía que nos ocupa sin grandes modificaciones, han prescindido de estudiar esta solución, lo cual no deja de ser razonable. = Las obras de fábrica se hallan bien estudiadas, de ellas los puentes nº 1 y 2 son en realidad verdaderos viaductos constituídos por pilas de hormigón en masa y tramo recto de hormigón armado, cuya solución se halla bien justificada por los autores.

Los puentes nº 2 y 3 tienen longitudes de 134 y 108 mts. justificadas por la condición de los cauces y por la existencia de puentes mas agua arriba de ellos de análogos desagües. Sus estructuras son de un sistema análogo a la de los tramos fijos de la primera obra. En cuanto se refiere a los cálculos de estas cuatro obras, son aplicables las observaciones que exigieron al tratar del puente bajo de la primera solución y deben rectificarse de acuerdo a lo que en aquel lugar se indica. = Según manifiesta la Jefatura de puentes

Los cimientos de los puentes 1 y 2 y los pontones de Remi han de ofrecer dificultades, como se demostró al construir el f.c. de Villadodríd, por lo que cree la Sección que han de requerirse cimentaciones especiales que no se preven en los proyectos respectivos en los que tampoco se encuentra la partida de imprevistos a justificar a que se hace referencia en la Memoria y que según el criterio de la Sección no se debe poner en el nuevo proyecto sino redactar un reformado en caso de que la naturaleza del terreno hiciera necesaria un aumento de obra. = Las demás obras son de poca importancia y en ellas se ha hecho uso de los modelos oficiales para todos aquellos casos en que éstos puedan tener aplicación. Unicamente se observa en los pasos superiores e inferiores que parece pequeño el espesor de los muros cuya estabilidad no se ha calculado en el proyecto, deberá pues subsanarse esta deficiencia y aumentar la dimensión indicada si resultara necesario como consecuencia de la operación indicada.= También merece alguna revisión los pasos a nivel pues parece muy excesivo el número de 40 para una longitud de 17 Kms.= Para poder hacer la comparación con la solución directa, falta también en esta incluir el importe de la superestructura y los edificios que forman parte de la línea.= En el informe de la Jefatura de Puentes, se completan los estudios económicos de las dos soluciones teniendo en cuenta el coste aproximado que habrá de producir en los presupuestos las prescripciones que en él se imponen, y resulta el importe de la solución directa, Ribadeo Castropol, vendría a ser de X 4.071.286 pesetas y la solución Vega de Ribadeo 7.143.752, con una economía de 3.072.466 para la primera sin que haya que olvidar que el puente proyectado para el paso de la vía en aquella viene a estar constituido en realidad de 2, 1 para carretera y otro para ferrocarril, lo que haría elevar en números redondos por lo menos a cuatro millones dicha diferencia, esto unido al aumento de gastos de los 12 Kms. de mayor recorrido de la segunda hace que resulte a todas luces mas conveniente la primera de aquellas.= Pasando ahora al es-

tudio del proyecto ha examinado la Sección los tres documentos que faltan analizar. = En cuanto a los planos resultan bastantes completos, aunque en el perfil longitudinal de la solución de Vega de Ribadeo faltan las indicaciones de las rasantes y la alineación. = También se nota la falta de los detalles de la manera de apoyar las vigas en las pilas en todos los puentes de hormigón armado. De la misma manera para hacer una comparación exacta de las dos soluciones harían falta los planos de la estación de Vega de Ribadeo y la de la casilla de guarda no siendo preciso la de la estación de Castropol que es común a ambas y figura en el replanteo. Por lo demás resulta en general aceptable. = En el pliego de condiciones se notan algunas deficiencias que deberán subsanarse en el nuevo proyecto que se redacten, Falta en él en primer término, el párrafo que suele encabazar estos pliegos. = Se debe modificar la redacción del artº 1º de acuerdo con las modificaciones que deberán introducirse en el proyecto atendiendo a las indicaciones de este dictamen. = En el artº 4º que se ocupa de las arenas, falta especificar las dimensiones de lo que se designa por grava gruesa, grava media y fina. En el artº 5º falta indicar en el párrafo 3º las dimensiones de la piedra que se denomina de gran tamaño. = Al hablar de los cementos de alta resistencia, así como aluminosos en el artº 6º, falta especificar las condiciones a que deberán satisfacer. = Falta también la proporción en que deberán entrar la piedra y la arena en los hormigones de que se ocupa el artº 7º. En el artº 28 al tratar de la hincada de los pilotes se habla de la verticalidad de los mismos y sin embargo figuran estos inclinados en los planos; deberá pues subsanarse esta contradicción en el nuevo proyecto. = Parece mucho tiempo la duración de una hora para efectuar a mano la maniobra del tramo móvil señalado en el artº 35, deberán disponerse los aparatos de ejecutar a mano esta operación duplicando el número de obreros que actúan en su funcionamiento y reduciendo a media hora la duración indicada. = Respecto a la temperatura de 65º que se asigna como máxi-

ma ~~xxx~~ a cualquier elemento del motor directo en funcionamiento normal, parece algo baja y además este límite se suele señalar en las instrucciones por su diferencia con la temperatura ambiente. = En el párrafo 2º del artº 36 será conveniente indicar los valores correspondientes a las cargas de trabajo. = El abono del m/3 de terraplén o pedraplen, ejecutado en las marismas, deberá hacerse de manera distinta a la del proyecto y en armonía con ello deberá modificarse la redacción del párrafo 2º del artº 42. = También se debe aclarar la redacción del artº 44 para evitar discusiones entre el contratista y la Administración. Carece el pliego de todo cuanto se refiere a descripción y abono de los aparatos de apoyo de los tramos de hormigón armado por lo que debe subsanarse esta deficiencia. = Con estas modificaciones parece aceptable el documento que nos ocupa. = El cuarto documento se compone en realidad de los cuatro capítulos que figuran en los formularios, a saber: cubicación, cuadro de precios, presupuestos parciales y presupuesto general, pues aunque en el proyecto figuran cinco es porque sin razón que lo justifique, forman dos capítulos, el cuadro número uno y dos. - Estos cuadros carecen de la advertencia que según los formularios deben encabezarlos. = Dicen los autores que los precios son los del proyecto aprobado; en realidad resultan aceptables la mayoría pero la Sección tiene que hacer observaciones sobre algunos de ellos, en primer lugar el precio medio del m/3 de desmonte, se ha deducido sin tener en cuenta el volumen probable de las distintas clases de terreno. = No existe precio del m/3 de terraplén a pesar de lo que se prescribe en el artº 42 del Pliego de condiciones y es que en el precio de excavación va incluido también el de transporte en contra de lo dispuesto en el formularios vigentes. En cambio figuran dos precios para pedraplenes que a juicio de la sección deben desaparecer y si acaso poner un precio especial para el terraplén de las marismas o un medio especial del abono del mismo, porque el asiento que pueda tener el terreno fangoso, haga difícil la determinación del volumen de obra ejecutada. - Al deducir el m/3 de hormigón

moldeado se ha exagerado la cantidad de grava y se ha disminuído la de arena que conviene poner en la relación de 2 a uno como se ha puesto en el hormigón armado; en cambio le parece a la Sección que la cantidad de cemento, que deberá entrar en este último debe ser de 400 Kgs. por m/3.= En cuanto al precio del m.l. de hınca de pilotes la Sección de acuerdo con lo que indica el Ingeniero Jefe de Puentes cree que es un poco exagerado y debe rebajarse. Como resumen de lo expuesto resulta que los Ingenieros autores del proyecto, han tratado de satisfacer las conclusiones impuestas en el dictamen de los inspectores encargados de informar sobre la solución mas conveniente del problema, pero el proyecto adolece de alguna deficiencia que deberá subsanarse antes de adoptar una resolución sobre el asunto y aunque por el estudio que hace la Jefatura de puentes y cimientos se deduce con bastante aproximación que la solución mas económica es la adoptada en el trazado del replanteo y por tanto la más conveniente para el tráfico, por acortarse con ello unos 12 Kms. de longitud de línea y si bien tiene este el inconveniente en tramo móvil; no ha de ser esto gran obstáculo para establecer un itinerario conveniente a los trenes por ser de poca importancia la navegación en la ría, como se ha indicado en otro lugar y en cuanto al peligro que ésto puede suponer para la circulación puede evitarse casi en absoluto, no solo por los enclavamientos que se ponen entre dicho tramo y las señales de alto sino porque se pueden establecer en la explotación normas que eviten salga un tren de Castropol a Ribadeo sin tener la seguridad de que aquel se haya cerrado.= Sin embargo como en el informe de los expresados inspectores se indica que sería conveniente antes de adoptar esta solución que fuese autorizada por el Ministerio de la guerra ya que la villa de Vega de Ribadeo podría quedar servida por el f.c. de Villadrid a Ribadeo, debía resolverse esta cuestión previa una vez reformado el proyecto antes de adoptar la resolución definitiva.

Es copia.

Prado