

Ferrocarril del Norte.

Sección de Valladolid á Burgos.

Memoria correspondiente al trazado general de esta sección y al definitivo de la primera parte comprendida entre Valladolid y Dueñas.



R 90446

NO SE PRESTA

BIBLIOTECA CENTRAL DE LA RIOJA



1000211503

Ferrocarril del Norte.

Sección de Valladolid á Burgos.

Memoria correspondiente al trazado general de esta sección y al definitivo de la primera parte comprendida entre Valladolid y Dueñas.

Habiendo sido nombrado por Real orden de 26 de Abril del presente año para hacer el estudio de la sección del ferrocarril del Norte de Valladolid á Burgos, tengo el honor de remitir el proyecto de su primera parte, comprendida entre Valladolid y Dueñas, con una ligera idea del trazado general hasta Burgos.

Las circunstancias especiales en que actualmente se encuentra la línea de que voy á tratar, me ponen en el caso de ser, al redactar los documentos del proyecto, tan breve como es posible, acelerando los trabajos cuanto sea compatible con la necesaria exactitud en obra de esta naturaleza.

Así, pues, en la Memoria sólo diré lo absolutamente necesario. Empezaré por dar una idea general del trazado de toda la sección, indicando los puntos que facultativamente deben quedar determinados como de sujeción entre Valladolid y Burgos, concluyendo con el de su primera parte, cuyo proyecto definitivo tengo el honor de remitir á la aprobación superior.

IDEA GENERAL DEL TRAZADO

Cuanto pudiera decirse del objeto y utilidad del ferrocarril en cuestión, sería inútil, ó, por lo menos, á nada conduciría. Baste saber que es una de las secciones en que se ha dividido la línea del Norte, considerada bajo todos conceptos como la primera línea de todas las que han de componer la red de ferrocarriles de España y á la que, con sobrada razón, se ha llamado línea Europea.

Sabido es que esta línea no sólo ha de tener por objeto la economía, regularidad y velocidad en los transportes de mercancías, sino que estableciendo una fácil comunicación entre España y toda Europa, será recorrida por un número de viajeros de una importancia inmensa.

De aquí la necesidad de evitar toda construcción que pudiera servir de obstáculo á la regularidad y á la rapidez del servicio, ó que, en cualquier concepto, pudiera dar lugar á desagradables accidentes.

Introducción.

Objeto y utilidad del proyecto.

Elección del trazado. Condiciones á que debe satisfacer.

Estudios preliminares
de reconocimiento.

Valladolid y Burgos están situados, el primero en la cuenca del Pisuerga, el segundo en el valle del río Arlanzón, cuyas aguas, reunidas con las del río Arlanza, desembocan en el Pisuerga. Estos tres valles, colocados uno á continuación de otro, y como si los dos segundos fuesen la prolongación del primero hasta Burgos, presentan uno de los trazados más fáciles que pueden ocurrir para líneas de esta especie. Brevedad en la distancia, pendientes insignificantes: éstas son las dos condiciones que llenan los tres ya referidos valles, y estas son, precisamente, las condiciones á que, como ya he dicho, tiene que satisfacer esta obra. El trazado del ferrocarril por los valles del Pisuerga, Arlanza y Arlanzón es, pues, el único trazado conveniente entre Valladolid y Burgos.

La posición de los puntos extremos de la línea, siendo la misma respecto del río Pisuerga, parece que éste debería quedar siempre á un mismo lado del trazado, y con tanta mayor razón, cuanto que el atravesarle una vez ha de obligar necesariamente á verificarlo otra; sin embargo, esto es precisamente lo que tiene que suceder, por exigirlo así las vertientes de la izquierda del valle, que batidas por el río, cerca del pueblo de Cabezón, en una extensión considerable, obligarían á construir el ferrocarril sobre muros de sostenimiento en el mismo río, y á seguir después estas mismas vertientes, con todos los inconvenientes y dificultades que necesariamente hablan de presentar sus ásperas estribaciones y fuertes y continuas barrancadas, precisamente á la vista de la llanura que forma la extensa vega del Pisuerga.

Es, pues, preciso pasar á la orilla derecha, lo cual se verifica de la manera más ventajosa á 2.500 metros agua abajo del pueblo de Cabezón.

Colocada la villa de Dueñas á orillas del Pisuerga y á la derecha de su corriente en una fuerte estribación de la ladera que limita el valle por esta parte, naturalmente Dueñas es un pueblo de sujeción; y digo naturalmente, porque aun cuando parece que pudiera volverse á atravesar el río antes de llegar á dicho punto, de ninguna manera es conveniente, pues que no á larga distancia vuelve aquél á apoderarse del pie de la ladera izquierda, presentando las mismas dificultades que en Cabezón, y porque también de este modo se aislaría del ferrocarril la rica provincia de Palencia, colocando entre ambos el poderoso obstáculo de un río de tanta consideración.

En este trozo, de 30.489,36 metros de longitud, no hay pendiente que exceda de 0^m,0045, como se verá al tratar del proyecto definitivo.

Desde Dueñas pueden seguirse dos direcciones: la general, por el pie de una estribación de las vertientes de la derecha, que continúan hasta el pueblo de Magaz, lo que obliga á establecer este punto como de sujeción; ó la dirección á la ciudad de Palencia, dejando la de Burgos para volver á tomarla á unos 5 kilómetros del punto de separación.

En el primer caso, la ciudad de Palencia queda separada de la línea dos leguas y media, que pueden salvarse por medio de un ramal; en el segundo, el ferrocarril formará un ángulo, cada uno de cuyos lados tendrá más longitud que el ramal ya citado, sin que en ese gran desarrollo se gane más de legua y media en la primitiva dirección, puesto que el trazado, no pudiendo salvar en buenas condiciones la divisoria del Carrión y el Pisuerga, tendría que limitarse al valle de aquél, volviendo á entrar en el de éste á la vista del punto en que le abandonó.

De aquí resulta que el rodeo que se obtendría yendo á Palencia, sería próximamente de tres leguas, por lo que me parece preferible la primera dirección; y no por esto desconozco la importancia de la ciudad de Palencia, pero creo que esa importancia quedará suficientemente atendida por medio del ramal de que antes he hablado, evitando de este modo, al mismo tiempo, el perjuicio de hacer recorrer tres leguas más el tráfico general y el aumento de dos leguas al Estado.

La distancia entre Dueñas y Magaz es de tres leguas, y su pendiente no excederá de 0^m,005.

En este trozo, y cerca de Dueñas, se atraviesa la carretera de Burgos, el Canal de

3

Castilla y el río Carrión á unos 100 metros de su confluencia con el Pisuerga, evitando así el paso de su divisoria.

Sigue la línea la orilla derecha del Pisuerga por un terreno despejado y con pendientes que no excederán de $0^m,005$ hasta 2 kilómetros antes de llegar al pueblo de Torquemada, que situado sobre una meseta á bastante altura del río, no es posible tocar en él sin obstáculos inmensos, puesto que no queda espacio entre aquél y éste.

Por esta razón es indispensable pasar ya á la orilla izquierda para tomar el valle del Arlanza, que se ve en la prolongación de aquélla. El paso del río se presenta en muy buenas condiciones, á 2 kilómetros aguas abajo de dicho pueblo, quedando éste unos 500 metros separado de la línea, pero con fácil acceso por medio del puente actual.

La longitud de este trozo no pasa de dos leguas, y su pendiente máxima de $0^m,006$.

Salvado el río, se presenta una espaciosísima vega hasta Quintana la Puente, y que ya corresponde al valle del Arlanzón, pues el del Pisuerga se inclina hacia el Norte desde el punto donde se le reune aquél, distante de Torquemada unos 2 kilómetros.

Agua arriba de Quintana la Puente afluye el río Arlanza en el Arlanzón; esta circunstancia hace dudar si convendría pasar este último río á unos 500 metros aguas arriba de dicho pueblo, evitando de este modo un segundo puente sobre el Arlanza, ó si, por el contrario, sería más ventajoso atravesar ambos ríos separadamente, dirigiendo la línea á Palenzuela.

En el primer caso, hay que tomar la vertiente derecha del valle, cuyo pie bate el río en un espacio de unos 2 kilómetros, siguiendo sus inflexiones y ocasionando movimientos de tierra de consideración, que originarían grandes gastos en la construcción y no pocos inconvenientes en la explotación.

Adoptando el segundo medio, se sigue la espaciosa vega, sin que resulte más desventaja que la construcción de otro puente, cuyo coste creo que quedaría sobradamente compensado con la mayor economía que se obtendría en la ejecución de la línea por esta parte, y mucho más con su mejor explotación.

Creo, pues, preferible continuar en dirección á Palenzuela y pasar ambos ríos separadamente en los puntos que el estudio del proyecto definitivo determine. Cualquiera de las dos soluciones que se adopte tendrá que pasar por Villazopeque, pueblo situado al pie de la vertiente derecha del valle y á muy poca distancia del río.

En este trozo y hacia la venta del Pozo, puede tomarse ventajosamente el punto de partida para el ramal de Alar. Su longitud es de cinco leguas y su pendiente no pasará de $0^m,004$.

Como hemos dicho, se atraviesa el Arlanzón, porque de seguir la orilla izquierda era preciso faldear su vertiente, continuando el inmenso anfiteatro que forma, con movimientos de tierras de importancia, con muros de sostenimiento y con un rodeo extraordinario.

Este anfiteatro concluye en el pueblo de Buniel, á cuya parte inferior debe dirigirse la línea para no separarse de la dirección general, pasando segunda vez el río unos 500 metros antes de dicho pueblo, cuyo punto presenta para ello las mejores condiciones.

Este trozo, de tres y media leguas, pasa también por los pueblos de Celada y Estepar, que coge en su dirección y sin vueltas que aumenten su desarrollo. Su pendiente no pasará de $0^m,005$.

Desde Buniel sigue la vega del Arlanzón, que debe atravesar el ferrocarril aproximándose todo lo posible á la vertiente izquierda del valle, tanto para no aumentar su desarrollo, cuanto para desviarse del río, que el poco relieve de su cauce contribuye á que en las avenidas se desborden sus aguas, siendo preciso, por lo tanto, separar la línea de su alcance. Siguiendo, pues, esta orilla se llega á Burgos por detrás del Hospital del Rey, al punto determinado para la estación en el proyecto del ferrocarril de la sección de Burgos á Bilbao, estudiado por el entendido Ingeniero D. Calixto Santa Cruz. Este último trozo tiene dos leguas de longitud, sin que su pendiente exceda de $0^m,006$.

Resumiendo cuanto acabo de decir, resulta: primero, que las buenas condiciones del

trazado obligan á determinar como puntos de sujeción entre Valladolid y Burgos, á Dueñas, Magaz, Torquemada, Villazopeque y Buniel; y segundo, que la longitud total de la línea no excederá de 20 leguas, dividida en grandes alineaciones rectas, unidas por curvas insensibles, ni la máxima pendiente de 0^m,006, sin que para esto haya necesidad de obras que merezcan mencionarse por su importancia.

Dada esta idea general del trazado de toda la sección, voy á ocuparme ahora del proyecto definitivo de su primera parte, comprendida entre Valladolid y Dueñas.

TRAZADO DEFINITIVO ENTRE VALLADOLID Y DUEÑAS

Determinación del punto de partida.

Situado Valladolid en la margen izquierda del río Pisuerga, claro es que el punto de partida de la línea debe establecerse también al mismo lado, á no ser que consideraciones de otro género se opongan á ello; pero esto no basta; es preciso, además, que el punto de partida se coloque en buenas circunstancias, para que á él pueda llegar la sección de Avila; es preciso también que se aproxime cuanto sea posible al centro de la población, al centro del comercio, al centro del movimiento de la ciudad; y, por último, es preciso que en él se presente llano y espacioso terreno.

Todas estas condiciones llena cumplidamente el llamado Campo Grande de Valladolid. A él se llega perfectamente viniendo de Avila, según el detenido estudio de mi digno compañero D. Angel Retortillo; á él vienen á reunirse todas las comunicaciones de Valladolid, hasta el punto de que en el día se piensa ya en la construcción de un ramal que, atravesando el Pisuerga, sirva para traer también á dicho punto la carretera de Zamora, actualmente en construcción, sin embargo de que su entrada en Valladolid podía verificarse naturalmente por el puente mayor de la ciudad; el comercio, la población y la riqueza tienen una tendencia marcada hacia aquel punto, tendencia de tanta consideración, que ni la construcción del embarcadero del Canal, al otro lado del río, ha podido detener; y, por fin, en él se dispone de un terreno de insensible desnivel de más de 70.000 metros cuadrados, sin que, ni para entrar viniendo de Madrid, ni para salir yendo á Burgos, se atraviesen calles, edificios, ni otros objetos de consideración, pudiendo verificarlo además con pendientes que ni en una ni en otra sección pasan de 0^m,002.

Es, pues, evidente, palmario, que el Campo Grande es el punto de partida natural. La estación en el Campo Grande participará de todas las ventajas de estar dentro de la población, sin ninguno de sus inconvenientes.

Prescindir del Campo Grande, separar la estación de la ciudad, siquiera sea á corta distancia, sería, en mi entender, despreciar la tendencia del tráfico, sería desconocer el curso natural de las cosas, sería, en fin, establecer un contrasentido para la explotación, como desgraciadamente ha sucedido ya en algunos casos, en los que no pocas veces se emplea más tiempo, y se encuentran más dificultades para llegar á la estación desde el punto de partida que para concluir el viaje, y ha de tener algunas leguas.

Por todas estas razones establecí, pues, el punto de partida en el Campo Grande, en el centro de la carretera de Madrid, y á 229 metros del portillo del mismo nombre.

Esto supuesto, la salida natural á Burgos se presenta siguiendo la misma orilla; pero habiendo de pasar el Pisuerga, como he dicho al hablar del trazado general, cerca de Cabezón, podría creerse que eso mismo convendría hacer en Valladolid, para ir á tocar con el embarcadero del Canal de Castilla, pero no es así. Para llegar al Canal sería preciso construir un puente de mucho mayor coste que el que ha de hacerse en Cabezón, por la grande elevación que necesitaría para ganar la altura de dicho embarcadero sobre el Campo Grande, y por las malas condiciones en que se encuentra el río respecto del punto de partida. Llegada la línea al Canal, no es posible seguir entre éste y el río, por verse el pri-

Dirección siguiendo la orilla del Pisuerga en que está edificada la ciudad de Valladolid.

4

mero batido por el segundo en una extensión de más de 500 metros, de tal manera que sería preciso construir el ferrocarril entre dos aguas sobre un murallón en el río de unos 30 metros de altura, con todos los gastos, inconvenientes y peligros de una obra fundada en su álveo, y en sentido de su corriente.

Tampoco puede seguirse por la parte superior del Canal, porque estando éste colocado al pie de la vertiente del valle, sería preciso ir por ésta, salvando con curvas, desmontes y terraplenes considerables, las estribaciones y fuertes barrancadas que la componen.

Las pendientes y las curvas son los graves inconvenientes de los ferrocarriles, y adoptando esta dirección se prodigarían, buscando el único terreno quebrado que se presenta precisamente á la vista de la espaciosa vega del Pisuerga. Pues, una de dos: ó había que seguir una de estas malas direcciones, ó había que volver á atravesar el río á media legua del primer paso.

Y ¿para qué? para enlazar el Canal de Castilla con el ferrocarril, cuando este resultado podría conseguirse más económica y racionalmente por medio de un ramal. Pero ni aun esto es necesario, porque atravesando la línea al Canal, á dos leguas de Valladolid, y enfrente de Cabezón, aquél será su embarcadero natural.

Queda fuera de toda duda que con tocar de cualquier modo en el Canal á las inmediaciones de Valladolid, se buscan dificultades donde no existen, se perjudica el tráfico general con un rodeo inmotivado y se aumentan de una manera considerable los gastos de construcción y no poco los de explotación. Por el contrario, siguiendo la orilla izquierda del Pisuerga, el trazado reúne las mejores condiciones facultativas y económicas, además de que al Canal no se le origina perjuicio alguno. En efecto, cuantas producciones lleguen hoy y vayan llegando al canal desde Zamora y otros puntos de la orilla izquierda, se embarcarán en él y seguirán su navegación hasta Alar. Las que lleguen de Madrid, Medina del Campo, etc., seguirán por el ferrocarril hasta Cabezón, donde tomarán también el Canal para Santander. El Canal queda, pues, en posesión de todo el tráfico, de todas las ventajas que hoy posee, más las del aumento del movimiento que ha de producirle la nueva vía. Luego el Canal en nada queda perjudicado. Y, por último, si esto sucediera, podría ser cuestión de indemnización, si es que, como no creo, pudiera ó debiera haber lugar á ella; pero de ninguna manera sería justo tratar de subsanar un perjuicio con otro inmensamente mayor.

No entro á examinar la cuestión para el caso en que el Gobierno de S. M. llegue á tomar posesión del Canal de Castilla, porque entonces queda resuelta por sí misma.

Preferida la dirección por la orilla izquierda, y partiendo del punto ya indicado en el Campo Grande, el ferrocarril se dirige por el Callejón de los Toros, atravesando la cerca de la ciudad, á 150 metros del portillo de Panaderos, por medio de una alineación recta hasta frente de la ermita de San Isidro.

Una vez fuera de la población, y á la vista de la espaciosa vega del Pisuerga, era preciso dirigirse ya á Dueñas, pasando lo más cerca posible del pueblo de Cabezón, único de alguna importancia que se encuentra en esta primera parte de la línea. Para esto se hacía indispensable buscar una alineación que, huyendo de las frecuentes y pronunciadas vueltas del río, cruzara normalmente á éste, pues que, como ya he dicho al tratar del trazado general, este cruzamiento es inevitable. A estas condiciones satisface la segunda alineación, que siendo tangente á las dos vueltas, en sentido inverso, más pronunciadas del Pisuerga, le corta normalmente en un punto intermedio, como se manifiesta en los planos.

Esta línea, prolongada, dejaba á la villa de Dueñas bastante á la derecha, por lo cual convenía abandonar esta dirección en el momento en que el río y el terreno lo permitieran, y esto es lo que se hace en la tercera alineación, que no ha sido posible dirigirla desde luego á Dueñas por las estribaciones que se desprenden de la vertiente general del valle; tampoco ha sido posible separar completamente la línea de estos accidentes del terreno, porque á ello se oponían la carretera general de Burgos y el Canal de Castilla, colocados



10000211503

ambos al pie de estas estribaciones; de aquí la dirección dada a la tercera alineación, que se continúa hasta encontrarse con el Canal cerca de Dueñas, desde donde se dirige la cuarta á este punto, no sin tocar en las estribaciones de que antes he hecho mención, y terminando en la explanada que se presenta entre el Campo Santo y el parador nuevo de Parra.

La longitud de esta primera parte es de 30.489,36 metros, dividida, como hemos visto, en cuatro grandes alineaciones, que se unen por medio de tres curvas, sin que por sus dimensiones puedan ocasionar inconveniente alguno en la explotación. Estas curvas son arcos de círculo de 1.000 metros de radio la primera y de 10.000 las segundas, cuyos puntos, determinados en el terreno por medio de abscisas y ordenadas, como está indicado en los planos, han servido para llevar la nivelación.

Este trazado atraviesa el paso del portillo de Panaderos, la carretera de Calatayud, la del valle del Esgueva, los dos brazos del río del mismo nombre, la carretera general de Burgos, el camino del pueblo de Santovenia, el río Pisuerga, el camino de Cigales, el de Mucientes, el Canal de Castilla, el camino de Trigueros, el de Cubillas de Santa Marta, otra vez la carretera de Burgos y varios otros caminos y veredas de servicio.

Al hablar de las obras de fábrica detallaré las exigidas por el paso de los ríos que acabo de citar.

Respecto del cruzamiento de los caminos arriba indicados, con el ferrocarril, he procurado disminuir cuanto es posible el número de pasos de nivel (pues el poco relieve del terreno en estos puntos no permite otra clase de construcciones), distribuyéndolos de manera que, sin grandes inconvenientes, pueda uno mismo servir para dos ó más caminos. Con este objeto he propuesto, como se indica con líneas de carmín en los planos, la reunión de varios en uno solo, la desviación de otros y la supresión de algunos que no creo necesarios.

Para evitar los pasos de nivel de mucha oblicuidad, he variado también el trazado de la carretera de Burgos á las inmediaciones del ferrocarril, en sus dos puntos de encuentro.

El número de pasos de nivel no ha podido reducirse, sin embargo, á menos de 8 en los puntos indicados en los planos y perfiles.

Establecida la estación de primer orden en Valladolid y otra de tercero cerca de Cabezón, en el punto de encuentro del ferrocarril, á donde precisamente afluye también el valle de Mucientes, de Trigueros y otros pueblos, queda entre las dos estaciones una distancia de 14.000 metros, que debe promediarse con un apartadero, cuya colocación vendrá á estar próximamente enfrente del pueblo de Santovenia.

Entre la estación de Cabezón y la de llegada á Dueñas, que debe ser de segundo orden por afluir en aquel punto el Canal, la carretera de Burgos y el camino de Aragón, resulta una longitud de 16.490 metros, que convendrá dividir con otro apartadero.

Tanto para las estaciones, como para los apartaderos, el terreno presenta en los puntos propuestos, todas las buenas condiciones que son de desear; y así dividida la línea, podrá verificarse su explotación de la manera más fácil y ventajosa.

Para concluir con el trazado en proyección horizontal, debo advertir que está marcado en el terreno por estacas numeradas y puestas de 500 en 500 metros en las alineaciones rectas y de 80 en 80 metros, próximamente, en las curvas.

La numeración de las estacas empieza en el Campo Grande, como punto de partida.

Ya he dicho que la longitud de la parte de que estamos ocupándonos es de 30.489,36 metros, y siendo la diferencia de nivel de los puntos extremos de 19,728 metros, resulta para el desnivel general del terreno 0,0006 metros. Esta diferencia de altura es la que hay que ir ganando, subiendo siempre, si es posible, desde Valladolid á Dueñas, en el establecimiento de las rasantes. Pero esto no puede conseguirse de una manera uniforme; es preciso sujetarse á las inflexiones del terreno, que, sin embargo de ser bastante igual en general, presenta algunos accidentes repentinos, como suele suceder en todos los países llanos.

Rasantes.

Por otra parte, esas mismas llanuras obligan en los pasos de aguas á elevar las rasantes tanto como es necesario para facilitar el conveniente desagüe, produciendo con esto un exceso de altura que es preciso volver á perder, á no aumentar considerablemente los movimientos de tierras, motivando esto mismo las rampas y contrarrampas.

Estas consideraciones y las condiciones á que, como dije en un principio, debe satisfacer esta línea, son las que he tenido presente al establecer las once rasantes en que está distribuida la altura total del terreno. Todas van subiendo á partir de Valladolid, excepto dos que bajan; la primera después del paso del Canal de Castilla, por la altura que ha sido preciso dar al puente, para el servicio de la navegación y por presentarse en seguida una extensa llanura, constantemente 4 metros más baja que el pavimento de aquél en una extensión de más de 3 kilómetros; y la segunda, porque elevándose el terreno después de esta llanura casi repentinamente 8 metros, y no pudiendo pasar por el pie de esta estribación por ocuparle ya la carretera y el Canal, me ha parecido lo más conveniente subir á esta meseta, que continuando con ligeras inflexiones, por espacio de unos 1.500 metros, desaparece repentinamente, produciendo un escalón de mayor altura que el de la subida, después del cual se presenta el terreno, otra vez, casi de nivel en una extensión de 4 kilómetros próximamente.

Además de la contrarrampa que de la configuración particular del terreno resulta, se origina también un desmonte y un terraplén de bastante consideración. La longitud total de ambos reunidos es de 2.500 metros y su altura media de 3 metros, pero las tierras del primero pueden perfectamente aprovecharse en la ejecución del segundo.

Para que este trazado pueda continuarse con facilidad al hacer el estudio de toda la línea hasta Burgos, salvando el fuerte y repentino desnivel que, pasada la villa de Dueñas, se presenta, es preciso llegar á este punto con la menor altura posible; por otra parte, la división de la última rasante en dos, á fin de disminuir obra, me hubiera producido otra contrarrampa y me hubiera aumentado mucho su inclinación; por estas razones, he adoptado la última rasante, que ocasiona un desmonte á media ladera de 2 kilómetros de longitud por 3 metros de altura media.

Este y la obra de que he hablado en el párrafo anterior, son los dos movimientos de tierra más considerables que se presentan en esta primera parte, y quizá más que cuantos se presenten en toda la línea.

Resulta, pues, el trazado dividido en 11 rasantes, cuyas longitudes varían entre 2.133,20 metros y 5.434,76 metros, y cuyas inclinaciones entre 0,00 y 0,0045 metros.

El estado general del trazado núm. 1, el de rasantes núm. 2 y el de cotas núm. 3, que coloco á continuación, completarán cuanto acabo de decir tan ligeramente como me ha sido posible.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE FÁBRICA

La longitud total del ferrocarril entre Valladolid y Dueñas es de 30.489,36 metros, que se construirá por de pronto para una sola vía con los apartaderos necesarios á la regularidad del servicio.

Todas las obras de fábrica, sin excepción, se harán, por el contrario, para dos vías.

	Para dos vías. <i>Metros.</i>	Para una vía. <i>Metros.</i>
El ancho total del camino en la cumbre de los terraplenes, será de	8,30	4,50
Entre los bordes interiores de las cunetas en los desmontes y cortaduras	7,40	3,50
Entre los pretilos de los puentes y en los subterráneos	8,00	4,20

Las anteriores latitudes se distribuirán del modo siguiente: 1,44 á 1,45 metros para el ancho de la vía entre los bordes interiores de las barras carriles; 1,50 desde los bordes exteriores de éstas hasta las aristas de los terraplenes; 1,00 desde los mismos bordes exteriores hasta las aristas interiores de las cunetas en los desmontes; 1,35 desde los mismos bordes exteriores hasta los pretiles de los puentes y en los subterráneos, y 1,80 para la entrevía medida entre las caras exteriores de los carriles de cada vía.

La totalidad de las obras de fábrica consiste en un puente sobre el río Pisuerga, 2 sobre los dos arroyos del Esgueva, uno sobre el Canal de Castilla, 3 alcantarillas, 9 tajeas para el paso de las aguas de lluvias y desagüe de las cunetas y un muro de sostenimiento.

Vamos ahora á detallar separadamente cada una de estas obras.

Los puentes de madera no han tenido, generalmente, en este país el buen éxito que sería de desear, sin duda por la no muy buena disposición en que hay que emplear la madera, á causa de no haber buenos y bien dispuestos almacenes; esta consideración me ha conducido á proyectar de fábrica todos los puentes.

Puente núm. 1 y 2
sobre el río Pi-
suerga.

El río Pisuerga presenta en el paso de la línea un ancho en aguas ordinarias de 92 metros y una profundidad media de 3 metros. Esta circunstancia, y el no ser posible por el terreno casajoso de su lecho los agotamientos, hacen difícil y costosa las fundaciones.

Por esta razón, y porque así lo ha tenido á bien la Junta Consultiva en su acuerdo de 5 de Agosto, se propone el puente núm. 1, compuesto de tres arcos escarzanos de 28 metros de luz cada uno, por 6 de flecha.

Este puente, si bien presenta el inconveniente de la dificultad de las cimbras, ofrece la ventaja de disminuir las fundaciones, que tienen que verificarse con 3 metros de agua, término medio.

A sus costados presenta muros calados de sostenimiento, con lo cual su desagüe total bastará en todos los casos, pues que excede al de algunos puentes establecidos agua abajo en el mismo río.

La altura máxima de las inundaciones sobre las más bajas aguas es de 6 metros, y con objeto de que el puente facilite la conveniente salida, aun en los casos extraordinarios, hemos adoptado las alturas siguientes:

		Altura sobre las más bajas aguas. — Metros.
Cota de las más bajas aguas.....	57,435	»
Cota de las mayores inundaciones.....	51,435	6,00
Cota de los arranques de los arcos.....	51,435	6,00
Cota del vértice de los arcos.....	45,435	12,00
Cota del nivel de los carriles.....	43,435	14,00

Los espesores de la bóveda, pilas, estribos, etc., están conformes con las fórmulas y con la de otros puentes construídos en proporciones semejantes.

La construcción total de piedra de sillería nos parece demasiado costosa é inútil, por eso no la hemos empleado más que en los arcos, en los arranques, en las coronaciones y en las aristas. La fábrica de sillarejos, hecha con cuidado, satisface cumplidamente al objeto de las demás partes del puente.

Los arcos de los muros de sostenimiento serán de sillarejo, y éstos de mampostería concertada.

Las fundaciones, por la naturaleza del lecho del río que, como he dicho, se compone de casajo, y por su profundidad, creo que deben hacerse de hormigón, procurando antes un encajonado que sólo tenga por objeto amortiguar la velocidad del agua en el recinto

en que ha de construirse, á fin de que después de su dragado preliminar, el agua no se lleve y deslave el hormigón, que ha de ir echándose y apisonándose por capas.

Se compone de tres arcos de medio punto de 4 metros de luz cada uno; la altura de las pilas es de 1,50 metros. El desagüe que con estas dimensiones se origina es suficiente, atendidas las avenidas de dicho arroyo y las dimensiones de otros puentes construídos sobre el mismo.

Los espesores de los estribos, pilas y clave son, sucesivamente, 2 metros, un metro y 0,70 metros, como se ve en su proyecto núm. 3.

La altura de este puente, después de permitir el servicio de la navegación, debe ser la menor posible, pues de otro modo elevaría mucho la rasante en aquel punto.

Por esta razón le propongo, como se ve en su proyecto núm. 4, de un arco escarzano de 8 metros de luz por 0,80 de flecha.

La altura de los arranques sobre el camino de sirga será de 3 metros, dimensión que me parece suficiente, atendiendo también á la que se gana en la vuelta del arco.

La banqueta del camino de sirga tiene 2 metros de anchura, y su altura sobre la cara de aguas es de 1,25 metros.

El espesor de la bóveda es de 0,70 metros y el de los estribos de 3 metros.

Está formado de un arco escarzano de 6 metros de luz por uno de flecha.

Como este arroyo está encauzado, y su nivel, con muy corta diferencia, es constante, los arranques del arco están á muy poca altura, dejando sólo la suficiente para las aguas accidentales que pueda recoger en las lluvias

A continuación de este puente, y á uno y otro lado, seguirán muros de sostenimiento, con una tajea en el de la derecha, como se indica en su proyecto correspondiente.

Los tres puentes que acabo de describir pueden hacerse de sillería en las bóvedas, aristas, coronaciones é impostas; en el resto de sillarejo.

Las aletas ó los muros de sostenimiento que le son adosados, de mampostería concertada.

La fundación de estos tres puentes no presenta dificultad de ninguna clase, puede hacerse de mampostería ordinaria con excavaciones de 2 á 3 metros.

Las alcantarillas y tajeas son todas de mampostería concertada ó de ladrillo, y su número me parece suficiente para que el paso de las aguas de lluvia no quede interrumpido en ningún punto de la línea.

El trazado por frente del pueblo de Cabezón pasa á media ladera sobre las huertas del mismo pueblo; por su mucho escarpe, por evitar la ocupación de tanto y tan buen terreno con la base del terraplén, y por poder dar paso entre el ferrocarril y el río al camino del pueblo de Mucientes, que de otro modo exigiría un viaducto, conviene hacer un muro de sostenimiento, como se indica en los perfiles transversales, con dos escurridores para dar salida á las aguas de un manantial que ha de atravesarle. Su longitud será de 168 metros y su altura media de 3 metros. Su construcción de mampostería en seco.

NATURALEZA DEL TERRENO

La naturaleza del terreno en esta parte de la sección se presenta de la manera más favorable.

Es terreno lacustre, presentando una ligera capa de arena silíceas en la parte superior, á la que siguen generalmente capas de arena margosa, alternando en algunos puntos con otras de arena arcillosa. Estas y aquéllas contienen cantos rodados de pequeñas dimensiones y en gran cantidad.

Antes de concluir, voy á permitirme una observación, que ya apunté en un principio.

Puente núm. 3 sobre
el primer arroyo del
Esqueoa.

Puente núm. 4 sobre
el Canal de Cas-
tilla.

Puente núm. 5 sobre
el segundo arroyo
del Esqueoa.

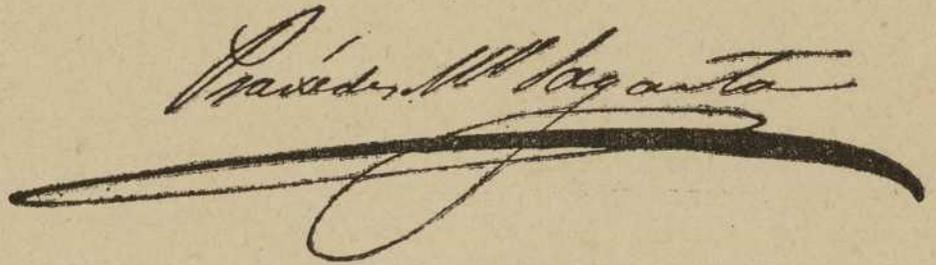
Alcantarillas y ta-
jeas núms. 6, 7
y 8.

Muro de sosteni-
miento.

Las repetidas instancias que de la Superioridad he recibido para la más pronta conclusión de los trabajos de una parte cualquiera de la sección, cuyo estudio me está encomendado, y las circunstancias especiales en que se colocó el ferrocarril del Norte por decreto de 4 de Julio de este año, me imponían, en mi entender, la obligación de sacrificar algo, si no de la exactitud, por lo menos del esmero con que, tanto esta ligera Memoria como los demás documentos de este estudio, podían haberse redactado, á la brevedad en el proyecto, pasando á considerar á aquélla como una de las más principales condiciones de éste.

Por aquella razón, yo me atrevería á suplicar á los señores de la Junta Consultiva que han de juzgar este trabajo, que, al hacerlo, con la ilustración que les distingue, se sirvan no perder de vista esta circunstancia.

Valladolid 23 de Julio de 1852.

A handwritten signature in dark ink, reading "David M. Sagasta". The signature is written in a cursive style and is followed by a long, horizontal flourish that extends across the width of the signature.

7

Ferrocarril del Norte.

Sección de Valladolid á Burgos.

Memoria

y

*Pliego de condiciones facultativas correspondientes al trazado definitivo
de la segunda parte comprendida entre Dueñas y Torquemada.*



Ferrocarril del Norte.

Sección de Valladolid á Burgos.

*Memoria correspondiente al trazado definitivo de la segunda parte
comprendida entre Dueñas y Torquemada.*

Cuando tuve la honra de presentar el trazado general en toda la sección y el definitivo de su primera parte, comprendida entre Valladolid y Dueñas, quedaron determinados como puntos de sujeción: Magaz y el paso del río Pisuerga, cerca de Torquemada. También manifesté los inconvenientes y dificultades que habían de originarse de tocar en Palencia con la línea general. Y habiendo sido confirmadas estas observaciones por el estudio de detalles, en ellas he fundado el trazado definitivo de esta segunda parte, que tengo el gusto de remitir á la aprobación de la Superioridad.

Con objeto de evitar las muchas y repentinas vueltas que, de seguir la ladera en que está situada la villa de Dueñas, habían de originarse, sin que por esto dejase de haber grandes movimientos de tierras; y á fin de disminuir los varios cruzamientos del ferrocarril con el Canal de Castilla y la carretera de Burgos, en el espacio en que estas dos vías, el río Pisuerga y la estribación en que está colocada la ya indicada villa, aparecen como disputándose el terreno que respectivamente ocupan, he prolongado la última alineación recta del trazado de la primera parte, ya aprobado, resultando de aquí la primera enfilada de esta segunda parte. Esta línea que va entre el Canal y el Pisuerga, cruzaba el río Carrión muy oblicuamente, por lo cual ha sido preciso establecer la segunda alineación, que hubiera podido continuar hasta el pueblo de Magaz, si las estribaciones de las vertientes de la izquierda del valle lo hubieran permitido; y de aquí la dirección dada á la tercera alineación, que se continúa hasta encontrarse con la carretera y el Pisuerga, desde donde se dirige la cuarta á Magaz, para, desde aquí, ir ya directamente á Torquemada con la quinta y última alineación, que termina enfrente del puente del mismo nombre.

La longitud de esta segunda parte es de 25.212,20 metros, dividido, como hemos visto, en cinco grandes alineaciones rectas, que se unen por medio de cuatro curvas, sin que por sus dimensiones puedan ocasionar inconveniente alguno en su explotación. Estas curvas son arcos de círculo de 2.000 metros de radio la menor y 5.000 la mayor; cuyos puntos, determinados en el terreno por medio de abscisas y ordenadas, como está indicado en los planos, han servido para llevar la nivelación.

Este trazado atraviesa el Canal de Castilla, dos brazos que el río Pisuerga forma en sus avenidas, el río Carrión, la carretera de Santander, el camino de Calabazanos, idem de

Introducción.

Alineaciones.

Soto á Palencia, la carretera de esta ciudad, otra vez la carretera de Burgos, el río Pisuerga, el camino de Villaviudas y otros varios caminos y veredas de servicio.

Al hablar de las obras de fábrica detallaré las exigidas por el paso de los ríos que acabo de citar.

Respecto del cruzamiento de los caminos arriba indicados con el ferrocarril, he procurado disminuir cuanto es posible el número de pasos de nivel (pues el poco relieve, en general, del terreno, no permite más que el establecimiento de dos viaductos), distribuyéndolos de manera que sin grandes inconvenientes puede uno mismo servir para dos ó más caminos; por cuya razón he propuesto, como se indica con líneas de carmín en los planos, la reunión de varios en uno solo, la desviación de otros y la supresión de los que no creo necesarios. El número de pasos de nivel no ha podido, sin embargo, reducirse á menos de seis, establecidos en los puntos indicados en los planos y perfiles. Y para evitar los de mucha oblicuidad he variado también el trazado de la carretera de Burgos y de algunos caminos, á las inmediaciones del ferrocarril.

Establecida, como dije al presentar el trazado de la primera parte, una estación de segundo orden en Dueñas, una de tercero en Magaz y otra de segundo en Torquemada, queda entre las dos primeras estaciones una distancia de 15.596 metros, que debe intermediarse por medio de un apartadero con andén, cuya colocación vendrá á estar precisamente al frente de Palencia, y en el punto desde donde debería arrancar el ramal á esta ciudad. Así dividida la línea, podrá verificarse su explotación regular y ventajosamente.

Para concluir ya con el trazado en proyección horizontal, réstame sólo advertir que está marcado en el terreno por estacas colocadas de 500 en 500 metros en las alineaciones rectas y de 80 en 80 en las curvas.

Rasantes.

Ya he dicho que la longitud de la parte de que nos ocupamos es de 25.212,20 metros, y siendo la diferencia de nivel de los puntos extremos de 20,274 metros, resulta para el desnivel general del terreno 0,0008 metros.

Este desnivel, las inflexiones del terreno, que, sin embargo de ser bastante igual, en general presenta algunos accidentes repentinos, como suele suceder en todos los países llanos; y la altura que para el conveniente desagüe es necesario dar á las obras que establecen el paso de los ríos, han decidido el establecimiento de las cinco rasantes en que está distribuído el ya dicho desnivel.

La primera rasante es horizontal, sin embargo de presentar el terreno una bajada repentina, porque se necesita toda la altura del punto de partida para pasar el canal, la carretera y el río Carrión. Esta rasante produce un terraplén de bastante consideración y un murete de sostenimiento y de defensa contra las aguas del Pisuerga en sus avenidas, pues el brazo que el ferrocarril atraviesa en aguas ordinarias, puede hacerse desaparecer, como se indica en los planos, por un encauzamiento tan sencillo como poco costoso.

La longitud del terraplén es de 2.132 metros y la altura media de 7. Las mismas dimensiones en el murete de sostenimiento son 394 metros y 4,50 metros.

Todas las demás rasantes van subiendo, excepto la cuarta, que teniendo que sujetarse á una bajada parcial del terreno, baja también; pero ni aquéllas ni ésta producen obras que por su importancia merezcan mencionarse.

Resulta, pues, de lo expuesto, que el trazado está dividido en cinco rasantes, cuyas longitudes varían entre 3.629,10 metros y 9.083,80 metros, y sus inclinaciones entre 0,00 y 0,0042 metros.

El estado general del trazado núm. 1, el de rasantes núm. 2 y el de cotas núm. 3, que coloco á continuación, aclararán lo que ligeramente acabo de decir.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE FÁBRICA

La longitud total del ferrocarril entre Dueñas y Torquemada es de 25.212,20 metros, que se construirá por de pronto para una sola vía, con los apartaderos necesarios á la regularidad del servicio.

Todas las obras de fábrica se harán, por el contrario, para dos vías.

	Para dos vías. <u>Metros.</u>	Para una vía. <u>Metros.</u>
El ancho total del camino en la cumbre de los terraplenes será de .	8,30	4,50
Entre los bordes interiores de las cunetas, en los desmontes y cortaduras.....	7,40	3,50
Entre los pretilos de los puentes y en los subterráneos.....	8,00	4,20

Las anteriores latitudes se distribuirán de la manera siguiente: 1,44 metros á 1,45 para el ancho de la vía entre los bordes interiores de las barras carriles, 1,50 metros desde los bordes exteriores de éstas hasta las aristas de los terraplenes, 1,00 metros desde los mismos bordes exteriores hasta las aristas interiores de las cunetas de los desmontes, 1,35 metros desde los mismos bordes exteriores hasta los pretilos de los puentes y en los subterráneos, y 1,80 metros para la entrevía medida entre las caras exteriores de los carriles de cada vía.

La totalidad de las obras de fábrica en esta segunda parte consiste en un puente sobre el río Pisuerga, otro sobre el Carrión, otro sobre la carretera de Burgos, otro sobre el Canal de Castilla, un viaducto para varios caminos de servidumbre, un pontón sobre el arroyo de Dueñas, tres alcantarillas, siete tajeas y un murete de sostenimiento.

Vamos ahora á detallar separadamente cada una de estas obras.

Ya he manifestado, al presentar la Memoria de la primera parte, las razones que tenía para desechar la madera en puentes de alguna consideración.

El río Pisuerga presenta en el paso de la línea, cerca de Torquemada, un ancho en aguas ordinarias de 80 metros y una profundidad media de 0,80 metros, que con el buen terreno de su lecho, facilita mucho las fundaciones.

Propongo, pues, para este paso el puente núm. 1, compuesto de cinco arcos escarzanos de 14 metros de luz cada uno por 2,80 metros de flecha.

La altura máxima de las inundaciones es precisamente de 6,50 metros sobre las más bajas aguas, y con objeto de que el puente facilite la conveniente salida aun en los casos extraordinarios, he adoptado las alturas siguientes:

		Altura sobre las más bajas aguas. <u>Metros.</u>
Cota de las más bajas aguas.....	14,726	»
Idem de las mayores inundaciones.....	8,226	6,50
Idem de los arranques de los arcos.....	8,226	6,50
Idem de las altas aguas.....	10,826	3,90
Idem del vértice de los arcos.....	5,426	9,30
Idem del nivel de los carriles.....	3,926	10,80

Puente núm. 1 sobre el río Pisuerga.

Puente núm. 2 sobre
el río Carrión.

Con lo cual el desagüe que proporciona es mayor que el de algunos puentes colocados agua abajo en el mismo río.

Los espesores de la bóveda, pilas, estribos, etc., están conformes con el cálculo y con los de otros puentes construídos.

El río Carrión presenta en el paso de la línea un ancho en aguas ordinarias de 60 metros y una profundidad media de 0,70 metros. Su lecho es, como el del río Pisuegra, cascajoso.

Por esta razón propongo el puente núm. 2, compuesto de tres arcos escarzanos de 16 metros de luz cada uno, por 5,10 metros de flecha.

Las alturas que he adoptado, para darle el conveniente desagüe aun en los casos extraordinarios, atendiendo á la altura de las inundaciones, son las siguientes:

		Altura sobre las más bajas aguas.
		<u>Metros.</u>
Cota de las más bajas aguas.....	10,617	»
Idem de las mayores inundaciones.....	6,517	4,10
Idem de los arranques de los arcos.....	6,517	4,10
Idem de las más altas aguas.....	7,917	2,70
Idem del vértice de los arcos.....	5,517	9,20
Idem del nivel de los carriles.....	3,517	11,20

El puente presenta á sus costados muros calados de sostenimiento, por la mucha extensión que las aguas toman en las avenidas.

Las bóvedas, pilas y estribos tienen los espesores que el cálculo y la experiencia aconseja.

La construcción total de piedra de sillería, tanto en este puente como en el anterior, nos parece demasiado costosa é inútil; por eso no la hemos empleado más que en los arcos, en los zócalos, en las impostas, en los arranques, en las coronaciones y en las aristas.

Las demás partes del puente son de fábrica de sillarejo.

Los arcos de los muros de sostenimiento serán también de sillarejo y éstos de mampostería concertada.

Las fundaciones, tanto en este puente como en el anterior, por la naturaleza del lecho del río, que, como ya he dicho, se compone de cascajo, pueden hacerse de hormigón, procurándose antes un encajonado que sólo tenga por objeto amortiguar la velocidad del agua en el recinto en que ha de construirse, á fin de que después de su dragado preliminar, el agua no se lleve y deslave el hormigón, que ha de ir echándose y apisonándose por tongadas.

Puente oblicuo número 3 sobre el Canal de Castilla.

La dificultad y excesivo coste que de variar el canal había de originarse y los inconvenientes que se presentarían sujetando el trazado del ferrocarril á pasar normalmente aquella vía, me han obligado á proyectar un puente oblicuo para este paso.

Pero no es esto sólo; era preciso que el puente dejase libre el servicio de la navegación, y como la altura de que podía disponer era tan poca, he tenido necesidad de prescindir de un puente de piedra, adoptando uno de palastro, como se ve representado en su proyecto núm. 3.

Está compuesto de cuatro vigas, que forman la parte resistente del puente, apoyadas en los estribos sobre unas cajas de fundición, empotradas en la mampostería.

A estas vigas se fijan, por medio de pernos, unos traveseros, también de palastro, sobre los cuales insisten los largueros de madera que sostienen los carriles con cojinetes ordinarios. El pavimento del puente está formado de tabloncillos apoyados y sujetos á los traveseros.

Para salvar la dificultad de la poca altura de que podía disponer, era preciso dar á las vigas una forma y una composición tales que, con el menor volumen posible, resistiesen á los esfuerzos á que pudiesen estar sometidas, lo que creo haber conseguido de la manera siguiente.

La viga está formada por dos plataformas de palastro, unidas por un tabique vertical y cuatro inclinados, que sirven de contrafuertes, formando otros tantos triángulos. La plataforma que constituye la parte superior de la viga está ligeramente encorvada para resistir á los esfuerzos de elevación, y se compone de una hoja de palastro de 10 milímetros de espesor; la inferior, que es horizontal, tiene la misma composición. Las juntas de las placas que componen cada una de estas plataformas se verifican al tope y se fortifican por medio de cubrejuntas de 0,30 metros de anchura, sujetas á las placas por dos filas de pernos.

Los tabiques vertical é inclinados tienen una constitución análoga, pero sus cubrejuntas, en vez de ser sencillas, son en forma de T, y á uno y otro lado del tabique y para evitar su deformación en los extremos y en el medio, donde los esfuerzos son mayores, en los primeros al aplastamiento y en el segundo á la flexión, se han colocado perpendicularmente á los tabiques dos placas, también de palastro y del mismo espesor que el de las hojas que las componen, en el medio de la viga, separadas una de otra 3 metros y otras dos en cada una de sus extremos, con una separación igual á la parte de la viga que entra en cada estribo. Estas placas de palastro tienen el mismo ancho que las plataformas superior é inferior de la viga y están sujetas á éstas y á los tabiques por medio de escuadras de 10 milímetros de espesor. Para fortificar más la parte vertical de la viga se han colocado entre las cubrejuntas del tabique vertical otras placas, con sus correspondientes cubrejuntas planas; lo que hace que esta parte se componga verdaderamente de tres hojas en vez de una de que se componen las demás que constituyen la viga.

Los traveseros de palastro que se apoyan sobre las vigas consisten en una hoja de 0,20 metros de altura, con sus escuadras en la parte inferior para fijarlos á las vigas y en la superior para recibir los largueros; la separación de uno á otro de estos traveseros es de 1,50 metros.

La vista del proyecto y sus detalles dará de las diferentes partes que le componen una idea más clara que la que yo podría dar haciendo una explicación, por lo minuciosa, pesada; y concluiré, pues, la descripción de este puente con un resumen general de sus principales dimensiones.

RESUMEN GENERAL DE LAS PRINCIPALES DIMENSIONES DEL PUENTE

Longitud total del puente.....	20,00 metros.	<u>Dimensiones generales.</u>	
Separación de los estribos.....	14,00 »		
Anchura.....	8,60 »		
Altura del camino de sirga sobre la cara de aguas.....	1,50 »		
Altura de la cara inferior de las vigas al camino de sirga.....	3,70 »	<u>Parte inferior de las vigas.</u>	
Altura de la viga.....	{ En el medio.....		0,80 »
	{ En los extremos.....		0,75 »
Ancho de las vigas.....	0,50 »		
Distancia entre las vigas.....	1,50 »		
Longitud de las vigas.....	15,20 »		
Flecha en la parte superior de las vigas.....	0,05 »		
Longitud de las placas que componen la parte inferior.....	2,00 »		
Espesor de estas placas.....	10 milímetros.		
Ancho de las cubrejuntas con el mismo espesor que las placas que reunen.....	0,30 metros.		

Cabiques.

Longitud de las placas.....	2,00 metros.
Espesor.....	10 milímetros.
Anchura de las cubrejuntas.....	0,30 metros.
Altura de los hierros en forma de T.....	0,80 »
Altura de las escuadras.....	0,15 »
Espesor de todas las hojas.....	10 milímetros.
Longitud de las placas.....	2,00 metros.
Ancho de las cubrejuntas.....	0,30 »
Espesor de todas las placas.....	10 milímetros.
Distancia entre los pernos de centro á centro en las diferentes partes que componen una viga.....	0,10 metros.

Parte superior.

Cálculo de resistencia de las vigas.

Para calcular la resistencia de las vigas de esta naturaleza, tenemos la fórmula

$$P = \frac{S \cdot H \cdot C}{L}$$

en la que P es el peso de rotura en toneladas, S es la superficie del metal de una sección en centímetros cuadrados, H la altura en centímetros lineales, L la luz en centímetros, también lineales, y C una constante determinada por la experiencia.

Para una de las vigas de que nos ocupamos tenemos

$$P = \frac{340^{\text{c.}} \times 80^{\text{c.}} \times 11^{\text{t.}}}{1.500^{\text{c.}}} = 199^{\text{t.}},46.$$

Este peso es la carga de rotura, comprendiendo el peso de la viga, que podrá ser de unas 20^t próximamente. Es, pues, preciso, para tener el peso que produzca la rotura, añadir á la carga de ésta un peso de 10^t.

Luego antes de romperse una de las vigas de que nos ocupamos, se le puede imponer una carga en el medio, dada por la expresión siguiente:

$$199^{\text{t.}},46 - \frac{20}{2} = 189^{\text{t.}},46.$$

Suponiendo un tren de locomotoras, se tendrá un peso de tres toneladas por metro lineal, ó sea 45 toneladas por cada dos vigas.

Y como la carga de rotura de una viga, igualmente repartida sobre su longitud, es de $189^{\text{t.}},46 \times 2 = 378^{\text{t.}},92$, se deduce que la relación del peso máximo que se podrá colocar sobre la viga á la carga de rotura, será como 22,50 es á 378^t,92, ó como 1 : 16.

La viga, además de su peso, tiene que sufrir permanentemente el de la vía, pavimento del puente, etc., etc. Sea este peso de 30^t. Si le quitamos de 378,92, tendremos 348^t,92; peso 15 veces mayor que el máximo que podrá hacerse pasar sobre la viga.

Como se ve, ésta tiene un exceso de resistencia, que se le ha dado aumentando el espesor de los palastros, por el temor de dejar hojas muy delgadas expuestas á los efectos de la influencia atmosférica.

Las dilataciones ó contracciones que puedan experimentar las vigas por los efectos de la temperatura, son poco sensibles, y pueden tenerse en cuenta sin más que dejar un pequeño huelgo en las cajas de fundición en que insisten sus extremos.

Las mismas razones que para el puente anterior, nos han obligado á proyectar el de que ahora nos ocupamos. Es el mismo sistema, sin más diferencia que, por disponer aquí de menor altura, he suprimido los traveseros de palastro reemplazándoles por otros de madera sobre los que insisten directamente los cojinetes como en el resto de la vía. El número de vigas es de cinco.

Puente oblicuo número 4 sobre la carretera de Burgos.

Los traveseros tienen unas entalladuras en la parte superior, en las cuales se clavan los tabloncillos que forman el pavimento.

Como la luz y demás circunstancias del puente son próximamente las mismas que las del anterior, no me detengo más en su descripción.

Se compone de un tramo de madera de 9 metros de luz por 5 de altura sobre los carriles; su ancho es de 4,70 metros. Está formado por tres cuchillos, cuya sencillez, lo mismo que la de las demás partes del puente, me dispensa de más explicación, con tanto mayor motivo cuanto que en el proyecto está bastante detallado.

Se compone de un arco de medio punto de 8 metros de luz; la altura de los arranques es de 10 metros. Este puente servirá además para dar paso al desagüadero del Canal. Todo el exterior, incluso la bóveda, será de sillarejo. Los cimientos, de mampostería ordinaria, profundizándolos 2 metros debajo del terreno natural.

Los espesores de la bóveda y estribos están marcados en el plano.

Las alcantarillas y tajeas son todas de mampostería concertada ó de ladrillo, y su número, indicado en los perfiles, me parece suficiente para que el paso de las aguas de lluvia no quede interrumpido en ningún punto de la línea.

El trazado por frente de Dueñas pasa entre dos aguas, el Canal de Castilla y el río Pisuerga; tanto por la mucha altura que allí lleva el ferrocarril, cuanto por defenderle contra las aguas del río, se proyecta, como está representado en los perfiles transversales correspondientes, un murete de sostenimiento de 394 metros de longitud por 4 de altura media. Su construcción será de mampostería ordinaria.

El terreno en esta segunda parte de la línea se presenta de la misma naturaleza y en las mismas condiciones, próximamente, que el de la primera de que ya hablé en su correspondiente Memoria.

Valladolid 20 de Enero de 1853.

Juan de M. Segura

Viaducto núm. 5.

Pontón núm. 6 sobre el arroyo de Dueñas.

Alcantarillas y tajea núms. 7, 8, 9 y 10.

Muros de sostenimiento.

Naturaleza del terreno.



Ferrocarril del Norte.

Sección de Valladolid á Burgos.

*Memoria correspondiente al trazado definitivo de la tercera parte comprendida
entre Torquemada y Villazopeque.*

Ferrocarril del Norte.

Sección de Valladolid á Burgos.

Memoria correspondiente al trazado definitivo de la tercera parte comprendida entre Torquemada y Villazopeque.

Al hablar del trazado general de la sección del ferrocarril del Norte de Valladolid á Burgos, hice presente la necesidad que había de abandonar el valle del río Pisuerga y seguir el del Arlanzón en la confluencia de estos dos ríos. También manifesté las razones que determinaban al pueblo de Villazopeque como uno de los puntos de sujeción de la línea. Y habiendo sido ahora confirmadas estas ideas por el estudio detenido del terreno, de ellas he partido para el trazado definitivo de esta tercera parte, que tengo el honor de remitir á la aprobación de la Superioridad.

Entre Torquemada y Villazopeque, puntos extremos de la parte de que nos estamos ocupando, no se encuentra población alguna que por su importancia ó especiales circunstancias obligue á desviar la línea de la dirección general. Y en este supuesto, para unir los dos puntos arriba indicados, el mejor trazado, en mi entender, sería el que con el menor número de alineaciones y sin tocar en ninguna de las dos laderas que terminan el valle que ha de conducirnos á Burgos, salvase las muchas sinuosidades de los ríos Arlanza y Arlanzón y los cruzase de una manera conveniente después de su punto de reunión.

Sin más que echar una rápida ojeada sobre el plano general, podrán verse satisfechas todas estas condiciones, que han originado tres alineaciones rectas y tres curvas, siendo la primera de aquéllas prolongación de la última de la segunda parte, comprendida entre Dueñas y Torquemada, que ya tuve el gusto de someter á la aprobación superior.

Resulta, pues, que la longitud total de esta parte, que es de 32.830,93 metros, será dividida en tres grandes alineaciones rectas, unidas por dos arcos de círculo de 10.000 metros de radio el primero y de 5.000 metros el segundo, y terminada por otro arco de círculo de este mismo radio.

Los puntos de estas curvas, determinados en el terreno por medio de abscisas y ordenadas, como se indica en los planos, han servido para llevar la nivelación.

Este trazado atraviesa los caminos de Villaviudas, de Hornillos, de San Esteban de Valdecañas; el arroyo de Valdecañuelas; el camino y la cañada de Herrera; la cañada de la Huelga; el arroyo de Rojas; el camino de Quintana la Puente; el arroyo de Montenegro; el camino y cañada de Palenzuela; el río Arlanza, reunido ya con el Arlanzón; la

Consideraciones generales.

Alineaciones.

....

carretera de Burgos; el camino y arroyo de Revilla; el camino de Balbás; el arroyo de Vizmallo; otra vez la carretera de Burgos; el arroyo de Villazopeque, y otros varios caminos y veredas de servicio.

Para disminuir, hasta donde lo permita la conveniencia pública, el número de cruzamientos de los caminos arriba indicados con el ferrocarril, y para evitar también la mucha oblicuidad en algunos de estos cruzamientos, he reunido varios caminos en uno solo, desviando otros y suprimiendo algunos que no creo necesarios, como con líneas de carmín se manifiesta en los planos. Sin embargo de esto, no he podido reducir este número á menos de 7 pasos de nivel y dos puentes de servicio.

Del cruzamiento del ferrocarril con los arroyos y ríos ya mencionados, me ocuparé al hablar de las obras que éstos exigen.

Lo mismo en esta parte que en las dos que ya tengo presentadas, el trazado en proyección horizontal está marcado en el terreno por estacas numeradas, colocadas de 500 en 500 metros en las alineaciones rectas y de 80 en 80 próximamente en las curvas.

Para concluir con la ligera idea que me he propuesto dar del trazado, réstame sólo dividirlo con los apartaderos y estaciones necesarias al buen servicio.

Dos estaciones de tercer orden, una en Quintana la Puente y otra en Villodrigo, dividen esta línea en partes próximamente iguales, y de una extensión conveniente para la separación que debe haber entre los apartaderos, facilitando, al mismo tiempo, de esta manera, cómoda entrada en el ferrocarril á los varios pueblos que alrededor de aquéllos se observan.

Rasantes.

Como ya hemos dicho, la longitud total de esta parte es de 32.830,93 metros, y siendo 45,383 metros la diferencia de nivel de los puntos extremos, resulta 0^m,0014 para el desnivel general del terreno, que he distribuído en seis rasantes en rampa, sin que por esto se originen obras de tierra que por su magnitud merezcan mencionarse.

La longitud de estas rasantes varía entre 2.525,78 y 8.955,41 metros, y sus inclinaciones entre 0,0004 y 0,0049 metros.

Con el doble objeto de evitar mayores explicaciones acerca del trazado y de aclarar lo que tan ligeramente acabo de indicar, coloco á continuación un estado general del trazado núm. 1, otro de rasantes núm. 2 y el de cotas núm. 3.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE FÁBRICA

Todas las obras de fábrica se proponen para dos vías, distribuyendo sus latitudes en la forma que he manifestado en las dos partes de este proyecto ya presentadas.

El número de estas obras en la parte de que tratamos y que vamos á examinar sucesivamente, consiste: en un puente sobre los ríos Arlanza y Arlanzón ya reunidos; 2 viaductos, uno para la carretera de Burgos y otro para varios caminos de servicio cerca de Villazopeque; 2 pontones sobre los arroyos de Revilla y Balbás; 5 alcantarillas; 6 tajeas, y un muro de sostenimiento y de defensa.

Puente núm. 1 sobre el río Arlanza.

El río Arlanza, debajo de la Venta del Moral é inmediatamente después de su confluencia con el Arlanzón, ofrece en la línea del proyecto un ancho en aguas ordinarias de 58 metros y una profundidad media de 2 metros y 1,50 metros.

Por otra parte, la mucha y repentina altura que nos presenta la meseta que forma el terreno al otro lado del río, nos obliga á elevar la rasante en aquel punto y á adoptar para este paso el puente núm. 1, compuesto de 5 arcos de medio punto de 10 metros de luz cada uno, resultando de aquí para la obra las alturas siguientes:

Altura
sobre las más
bajas aguas.
—
Metros.

Cota de las más bajas aguas.....	68,231	»
Idem de las mayores inundaciones.....	64,506	3,725
Idem de los arranques de los arcos.....	65,156	3,075
Idem de las altas aguas.....	65,506	2,725
Idem del vértice de los arcos.....	60,156	8,075
Idem del nivel de los carriles.....	58,956	9,275

Con lo cual facilitase el desagüe conveniente, aun en los casos más desfavorables.

Las fundaciones de este puente se harán de la misma manera que las de los puentes sobre el Pisuerga, de que hemos hablado en la primera y segunda parte del proyecto, puesto que las circunstancias locales y la naturaleza del lecho del río son las mismas en este caso que en aquéllos.

Su construcción se verificará, respecto de los materiales, en una disposición semejante á la adoptada en los ya citados puentes, pudiendo decirse que éstos y el que ahora nos ocupa sólo se diferencian en la forma y dimensiones.

Los resultados del cálculo y de la experiencia nos han servido de guía en la determinación de los espesores de la bóveda, pilas, estribos, etc.

En el cruzamiento del ferrocarril con la carretera de Burgos á la vista de Villazopeque, va aquél en desmonte, quedando ésta á bastante altura para el establecimiento de un puente de servicio.

Se compone éste de un arco escarzano de 8 metros de luz por 4,40 metros de flecha y 4,90 de altura sobre los carriles.

La bóveda, aristas, zócalo, imposta y pretilos, son de sillería; el resto de los paramentos de sillarejo y los cimientos y macizos de mampostería ordinaria.

Los espesores de la bóveda y estribos, así como las demás dimensiones del puente, están marcados en su proyecto correspondiente núm. 2.

Este viaducto, que se establece para varios caminos de servicio enfrente de Villazopeque, es el viaducto, proyecto núm. 5, que se propone en la segunda parte.

Se compone de un arco de medio punto de 3,50 metros de luz por 3,25 de altura hasta los arranques.

Los zócalos, aristas, aristones, impostas, pretilos y coronación de las aletas, son de sillería; de sillarejo, la bóveda; de mampostería concertada, los paramentos; y los macizos y cimientos, de mampostería ordinaria.

Las alcantarillas y tajeas son de mampostería concertada ó de ladrillo, y su número, indicado en los perfiles, me parece suficiente.

El trazado, cerca de la Venta del Moral se aproxima bastante á una fuerte inflexión del río Arlanzón, y para evitar que esté socavando el terreno que ahora le separa de la línea y pueda en lo sucesivo perjudicarla, se propone un muro de sostenimiento y de defensa, como está representado en los perfiles transversales correspondientes.

Su longitud será de 140 metros; su altura media, 2,80 metros, y su construcción de mampostería ordinaria.

Es la misma en esta parte del trazado que en las dos anteriores.

Zamora 24 de Junio de 1853.

Praxedis M. Pazanta

Viaducto número 2
para la carretera
de Burgos.

Viaducto núm. 3.

Pontón núm. 4 sobre
los arroyos de Re-
oilla y Balbás.

Alcantarillas y ta-
jeas 5, 6, 7 y 8.

Muro de sosteni-
miento.

Naturaleza del te-
rreno.



Ferrocarril del Norte.

Sección de Valladolid á Burgos.

*Memoria correspondiente al trazado definitivo de la cuarta y última parte
de la expresada sección comprendida entre Villazoyeque y Burgos.*

Ferrocarril del Norte.

Sección de Valladolid á Burgos.

Memoria correspondiente al trazado definitivo de la cuarta y última parte de la expresada sección comprendida entre Villazopeque y Burgos.

Huir de las muchas y repentinas vueltas del río Arlanzón, separarse de las vertientes que limitan su valle, y aproximarse á los varios pueblos por éste diseminados, son tres condiciones á las que hemos creído deber satisfacer en el trazado de la cuarta y última parte de la sección del ferrocarril del Norte de Valladolid á Burgos, que tengo la honra de remitir al examen de la Superioridad.

Satisfechas estas condiciones, como se ve en el plano general, resulta el trazado formado por seis alineaciones rectas, unidas entre sí por arcos de círculo de 1.000 metros de radio el menor, y de 5.000 el mayor; cuyos puntos, determinados en el terreno por medio de abscisas y ordenadas, nos han servido para llevar la nivelación.

Este trazado de 32.874,32 metros de longitud atraviesa además de varios arroyos y caminos vecinales y de servicio, dos veces la carretera de Valladolid y una el río Arlanzón, terminando en Burgos en las eras de Santa Clara, sitio elegido para punto de partida en el proyecto del ferrocarril de Burgos á Bilbao, por su entendido autor D. Calixto Santa Cruz.

Con el doble objeto de disminuir, cuanto sea posible, el número de estos cruzamientos y de evitar la mucha oblicuidad de algunos, hemos reunido dos ó más caminos en uno solo, suprimido otros, y desviado varios, como con líneas de carmín está indicado en los planos de detalles, quedando así reducido el número de estos cruzamientos á 17, que se verificarán por otros tantos pasos de nivel.

Tres estaciones de tercer orden para los pueblos de Villazopeque, Estepar y Quintanilleja de las Carretas, distribuyen en la línea los apartaderos convenientes al buen servicio y proporcionan fácil comunicación con el ferrocarril á las muchas poblaciones que se observan inmediatas al trazado.

La longitud total de la parte que nos ocupa es, como ya hemos dicho, de 32.874,32 metros; la diferencia de nivel de los puntos extremos de 71,791 metros; luego 0^m,00219 será el desnivel general del trazado elegido entre Villazopeque y Burgos, que hemos distribuido en seis rasantes en rampa, cuyas longitudes varían entre 4.711,00 y 8.246,16 metros, y cuyas inclinaciones entre 0,0007 y 0,0039 metros, sin que por esto se hayan originado obras que por su magnitud merezcan especial mención.

Alineaciones.

Rasantes.

Tanto para evitar que las aguas muertas del río Arlanzón, en las avenidas extraordinarias, puedan perjudicar en algunos puntos al ferrocarril, como para facilitar el desagüe á los muchos arroyos que en todos sentidos cruzan su valle, hemos procurado que la línea vaya casi siempre en terraplén, conviniendo esto al mismo tiempo para la buena distribución de las pendientes.

Como complemento de lo que acabo de decir, colocamos á continuación un estado general del trazado en planta núm. 1, otro del perfil núm. 2 y el de rasantes núm. 3.

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE FÁBRICA

Las obras de fábrica se construirán para dos vías, cuyas dimensiones se distribuirán del mismo modo y forma que manifestamos en la primera y segunda parte del proyecto.

La totalidad de aquéllas en esta parte consiste en un puente sobre el río Arlanzón, 7 pontones, 18 alcantarillas y 14 tajeas, siendo únicamente la primera la que por su importancia merece especial mención.

*Puente núm. 1 sobre
el río Arlanzón.*

El trazado atraviesa el río Arlanzón muy oblicuamente. Esta oblicuidad podía evitarse, ó modificando el cauce del río, ó sujetando la línea á su dirección. La modificación de cauce, aun prescindiendo de los inconvenientes que presentan generalmente operaciones de esta clase en ríos de alguna consideración, no era admisible en este caso, por impedirlo, agua arriba de la obra, la ladera en que está fundado el pueblo de Frandóñez, y agua abajo el puente de la carretera de Burgos, en cuyos dos puntos, y muy cerca de uno y otro, pasa la línea del proyecto. Con el segundo medio se huye, es verdad, de la dificultad; pero se cae en los graves inconvenientes que producirían una porción de vueltas, resultado de la dirección normal al río, y que por su poco desarrollo y la proximidad de unas á otras, formarían un trozo de no muy buena explotación y poco en armonía, seguramente, con el resto del trazado.

Hemos preferido consiguientemente adoptar un puente oblicuo.

Esto supuesto, el material que con más economía podría emplearse en la obra que nos ocupa, es la madera; pero ya he manifestado al hablar del trazado general de toda la sección, los inconvenientes que, en mi entender, ofrece en España este gran elemento de construcción.

El hierro podía, indudablemente, sustituir con ventaja al material que acabo de examinar, adoptando uno de los sistemas que se han aplicado con éxito en obras semejantes, ó estudiando otro aplicable al caso actual; pero observando que la localidad de que tratamos dista bastante de los puntos de fabricación de este metal, al mismo tiempo que es muy abundante en buena piedra, hemos creído que no cabía duda en la elección. El puente debía ser de piedra.

Ahora bien, en los puentes oblicuos existe siempre empuje al vacío, sea cualquiera el sistema de aparejo que se adopte. La intensidad de este empuje aumenta con la oblicuidad, luego ésta debe fijar un límite, pasado el cual, no sea prudente, no sea posible la construcción de la obra. No conozco este límite; pero si he de guiarme por lo que me enseña la experiencia de constructores tan atrevidos como hábiles, no creo que deba adoptarse ni permitirse la construcción de arcos de $38^{\circ}10'$ (que es el caso en que nos encontramos), con los aparejos ordinarios para esta clase de puentes.

Las consideraciones que acabo de exponer, unidas al ancho que el río presenta en el paso de la línea, á la altura que toman las aguas en las avenidas, al poco relieve del terreno en el paso del río, á la naturaleza de su lecho, etc., etc., nos han conducido á adoptar el puente proyecto núm. 1, compuesto de 3 arcos escarzanos de 17 metros de luz por 2 de flecha, y aparejados por escalones, ó sea por zonas rectas.

Como de más facil construcción, podía haberse compuesto el proyecto de 5 arcos en vez de 3, pero resultando, por la mucha oblicuidad del puente, un espesor de pilas igual, con muy corta diferencia, en uno que en otro caso, deseché esta idea por la gran masa que de esta manera se oponía al paso de las aguas.

Tanto los estribos, como las pilas, tienen, lo mismo que en los puentes ordinarios, sus paramentos laterales paralelos al hilo de agua. Pero todas sus aristas se han redondeado, no sólo para evitar los ángulos agudos, sino también para facilitar el paso de las aguas, sustituyendo con esto á los tajamares, que en este caso son caros, de difícil construcción y de muy mal aspecto.

Las pilas presentan un exceso de espesor que no puede evitarse, por resultar del encuentro de las zonas de dos arcos consecutivos, con las cuales hay que ir ganando la oblicuidad del paso.

Las bóvedas están compuestas de seis zonas rectas paralelas al eje del camino, y establecidas debajo de cada carril y de los pretilos, de manera que el plano vertical que pasase por el eje de aquél dividirla á su zona correspondiente en dos partes iguales.

En cada dos de estas zonas, que llamaremos principales, resultan unos intervalos que podrían tabicarse, cubrirse con maderas, etc., etc., adoptando cualquier sistema de construcción que satisficiera al doble objeto de rellenar estos huecos y facilitar el paso de los encargados del servicio del ferrocarril. Proponemos, pues, para esto, otras zonas semejantes á las principales y de menor espesor, que llamaremos secundarias; con lo cual nos será fácil ligar estas zonas entre sí y componer la bóveda total de manera que sus diferentes partes se ayuden mutuamente.

Las zonas principales tienen 0,80 metros de anchura por 0,80 de espesor en la clave, resultando para las zonas secundarias un ancho de 0,60 metros en las dos exteriores, de 0,80 en las intermedias y de 1,20 metros en la central.

Esta diferencia de anchura en las zonas secundarias produce también una diferencia en las separaciones de los arranques de unas y otras zonas, resultando de aquí diferentes espesores para aquéllas.

Para determinar el intradós de las zonas secundarias, fijémonos en el espacio que queda entre las dos primeras principales.

En el paramento posterior de la primera zona principal trácese un arco de círculo paralelo á su intradós desde el arranque de la secundaria, cuyo intradós se busca, hasta la clave de la principal. En el paramento anterior de la segunda bóveda principal, y á la derecha de su clave, trácese otro arco de círculo paralelo también á su intradós, que desde ésta vaya al arranque de la secundaria. Proyéctense el primer arco de círculo sobre la segunda zona y el segundo sobre la primera, y resultarán dos cilindros que, unidos en su parte superior por un plano tangente, completarán el intradós en cuestión. Pero á fin de evitar la bóveda plana que resulta en la parte superior uniendo las dos cilíndricas, se le puede dar una pequeña curvatura, haciendo que las tres líneas de intradós formen una sola curva continua, que, además de producir mejor efecto, facilite la construcción.

Es claro que los demás intervalos se cubrirán de la misma manera.

Tanto las zonas principales como las secundarias se aparejarán lo mismo que las bóvedas rectas; pero en vez de hacerlo en las unas independientemente de las otras, parece más conveniente para la estabilidad establecer entre ellos cierta ligazón, procurando que de distancia en distancia las dovelas de las zonas principales lo sean también de las secundarias.

Tenemos, pues, los arcos del puente compuestos de una serie de bóvedas rectas paralelas entre sí y á las cabezas de aquél, y cuyos empujes, verificándose, por consiguiente, en esta dirección, ofrecen mayor resistencia en las pilas y estribos cuanto mayor sea su oblicuidad, que es precisamente lo contrario de lo que se verifica en los aparejos ordinarios de los puentes oblicuos.

Como sobre los arranques el puente presenta tantos escalones como son las zonas principales establecidas, y esto pudiera ser un obstáculo para el paso de las aguas y aun un peligro para el puente particularmente en el caso de que el río arrastre cuerpos flotantes, he colocado los arranques sobre la altura de las mayores avenidas.

Para evitar el mucho coste de la construcción total de piedra sillería, sólo emplearemos ésta en los arcos, en los zócalos, en las impostas, en los arranques, en las coronaciones y en las aristas. El resto de los paramentos se construirá de sillarejo y el interior de mampostería ordinaria.

La naturaleza casajosa del lecho del río y las circunstancias locales, obligan á hacer de hormigón las fundaciones del puente, procurándose antes un encajonado, como está representado en el proyecto, que permita el dragado del recinto que comprende y la inyección del mortero.

La vista, planta y corte del puente, en su proyecto núm. 1, acabarán de completar cuanto acabo de decir.

Los pontones que figuran en los perfiles, y que se harán con arreglo á los proyectos modelos núm. 1 y 2, se construirán de sillarejo en el exterior y de mampostería ordinaria en el interior y cimientos, profundizando éstos 2 metros debajo del terreno natural.

Las alcantarillas y tajeas se harán de mampostería concertada ó de ladrillo y con arreglo á los modelos números 3 y 4.

En esta última parte de la sección continúa siendo el terreno de la misma naturaleza que en las anteriores, cuyo estudio he tenido ya la honra de presentar.

Zamora 31 de Julio de 1853.

Juan M. Segura

Pontones.

Alcantarillas y tajeas.

Naturaleza del terreno.

FERRO-CARRIL DEL NORTE

ATLAS

DEL

PROYECTO DE LA SECCION
DE VALLADOLID A BURCOS

POR

EL INGENIERO 2.º DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS,

D. PRAXEDES MATEO SAGASTA.

FERRO-CARRIL DEL NORTE

ATA

DEL

PROYECTO DE LA SECCION
DE VALLADOLID A BURGOS

POR

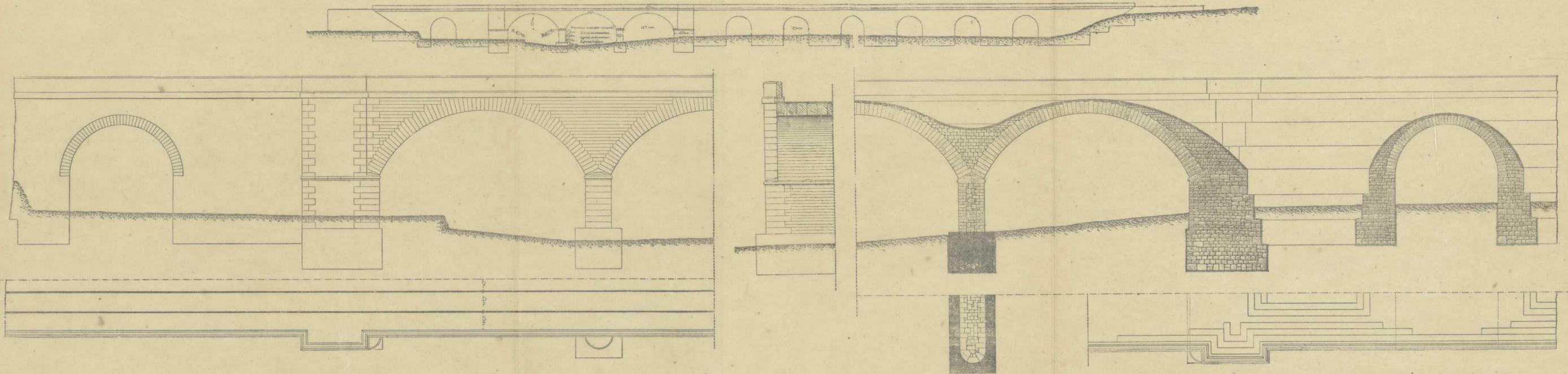
EL INGENIERO S. DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS.

D. PRAXEDES MATEO SAGASTA.

209084 BURCOS

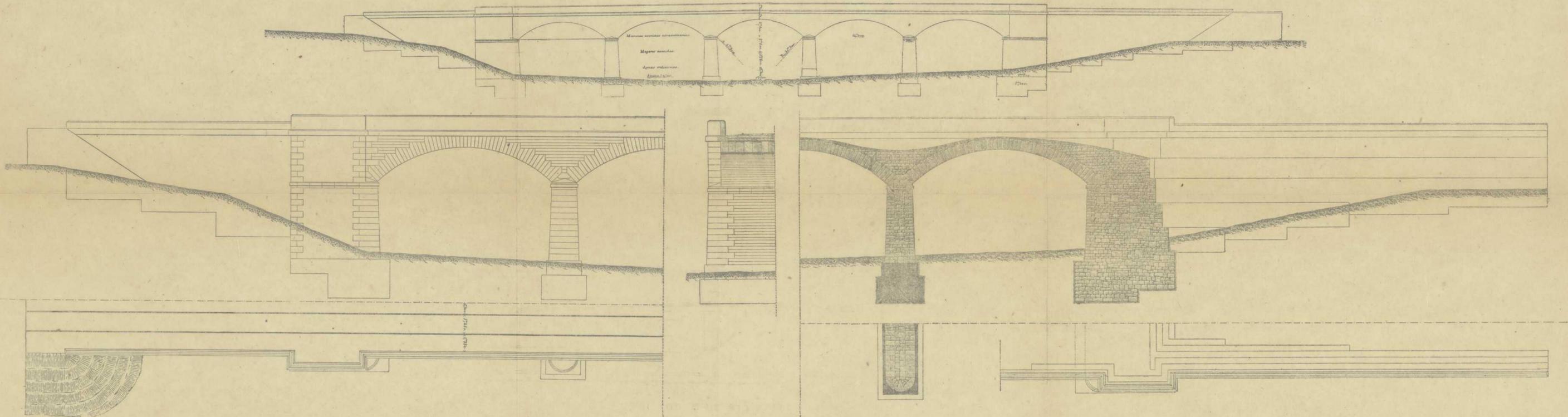
Handwritten signature and notes

PUENTE
SOBRE EL RIO CARRION N.º 2.º



de 1/100 para la vista del Puente N.º 1.º
 Escala de 1/100 para la vista del Puente N.º 2.º
 de 1/100 para todos los detalles.

PUENTE
SOBRE EL RIO PISUERGA N.º 1.º

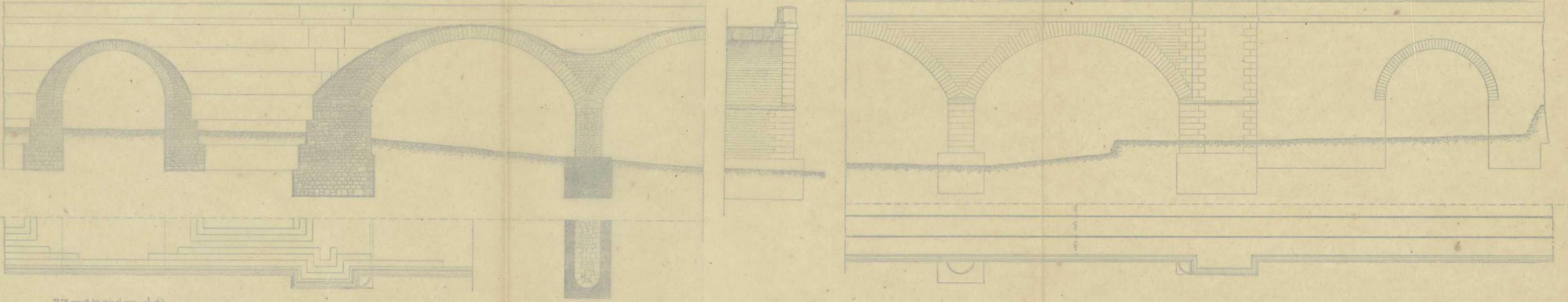


Aprobado
 Cipriano de Montenegro

Madrid 20 de Enero de 1883.

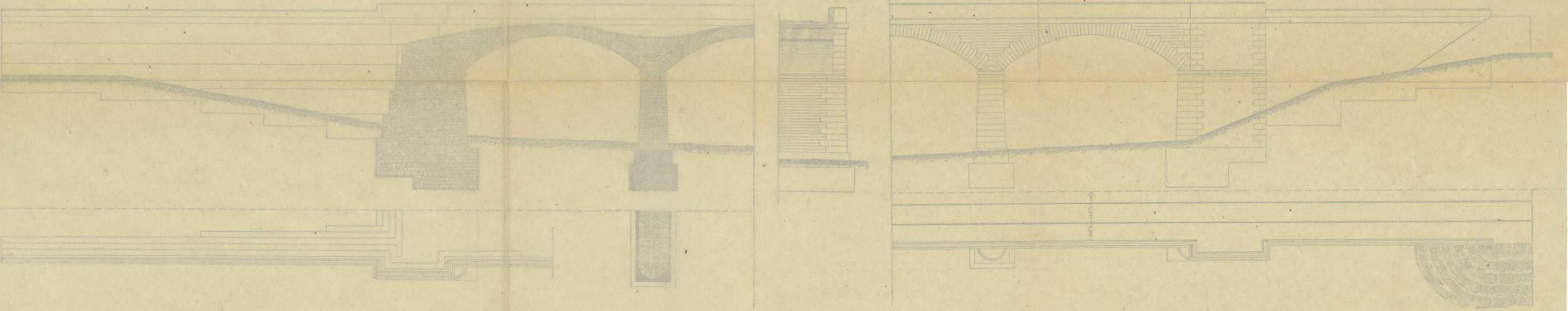
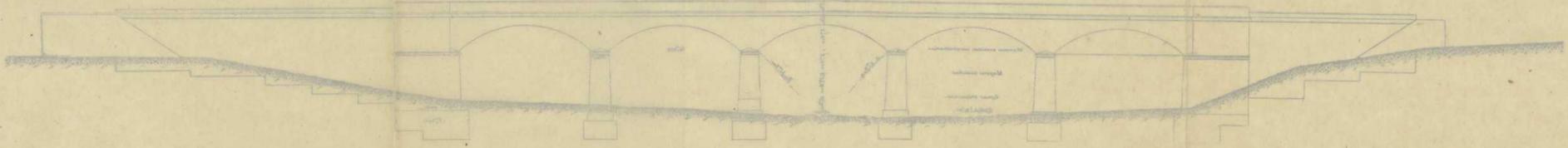
Francisco M. Legido

PUENTE
SOBRE EL RIO CARRION N. 2.



de las puentes de este tipo, véase el plano N. 1.
Escala de 1/1000.
de las puentes de este tipo, véase el plano N. 1.

PUENTE
SOBRE EL RIO PISUERGA N. 1.



Manuel de los Rios
Arquitecto

Madrid, 20 de Enero de 1873.
Manuel de los Rios

Ramal de union de la linea del Norte con el Canal de Castilla

Puente-tubo de hierro sobre el rio Pisuegra. Modelo numero 1.^o

Figura 1.^a

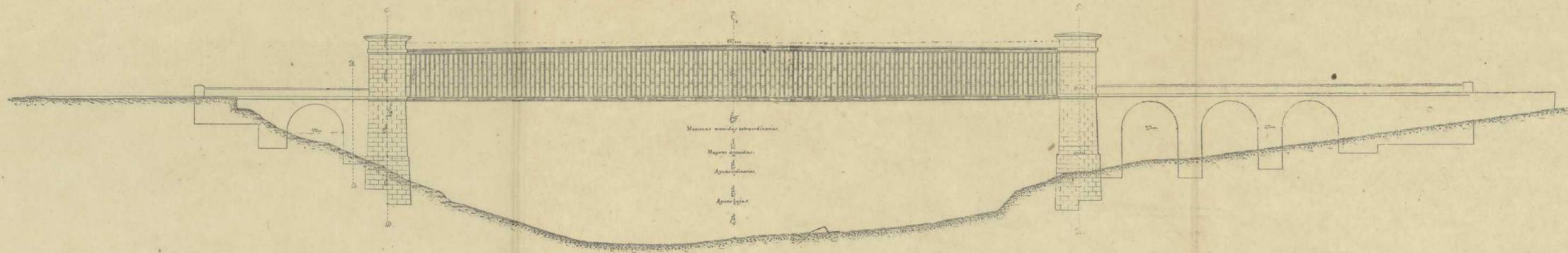


Figura 2.^a



Figura 3.^a

Corte por C. D. Corte por B. H.

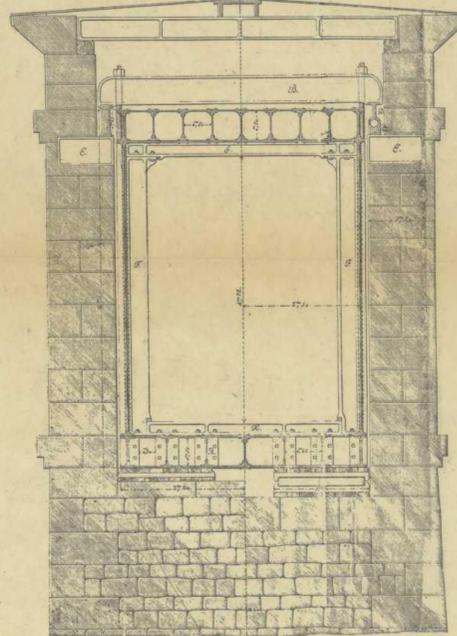


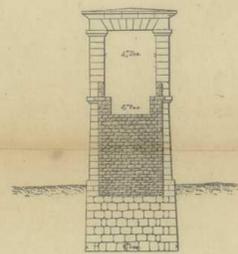
Figura 4.^a

Corte por E. F.



Figura 5.^a

Corte por A. B.



Escala de 1/100 para las figuras 1.^a, 2.^a y 3.^a

Escala de 1/200 para las figuras 4.^a y 5.^a

Valladolid 30 de Noviembre de 1852.

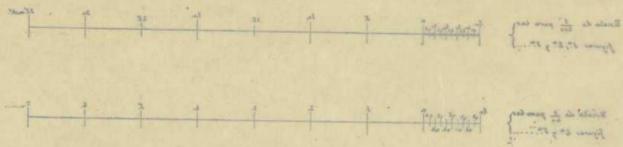
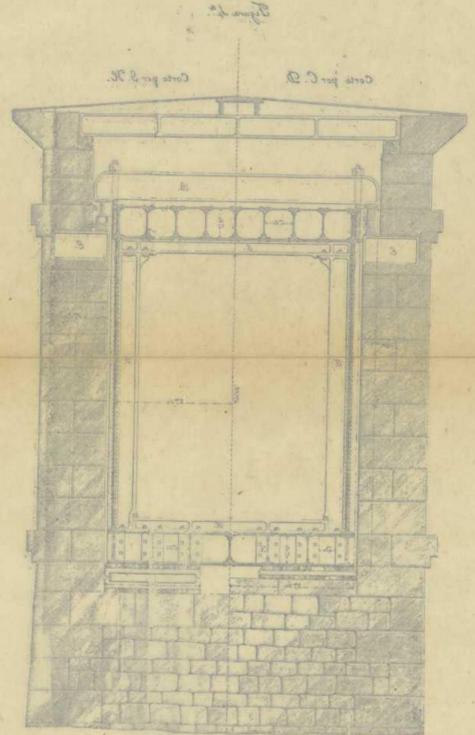
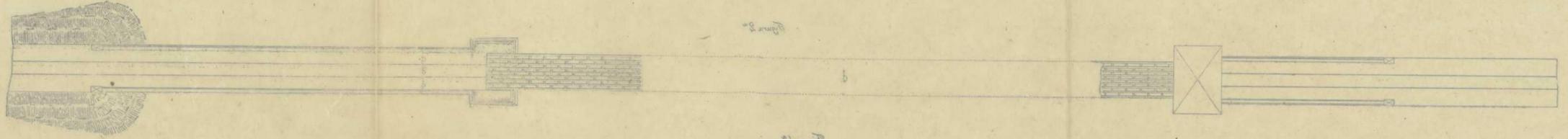
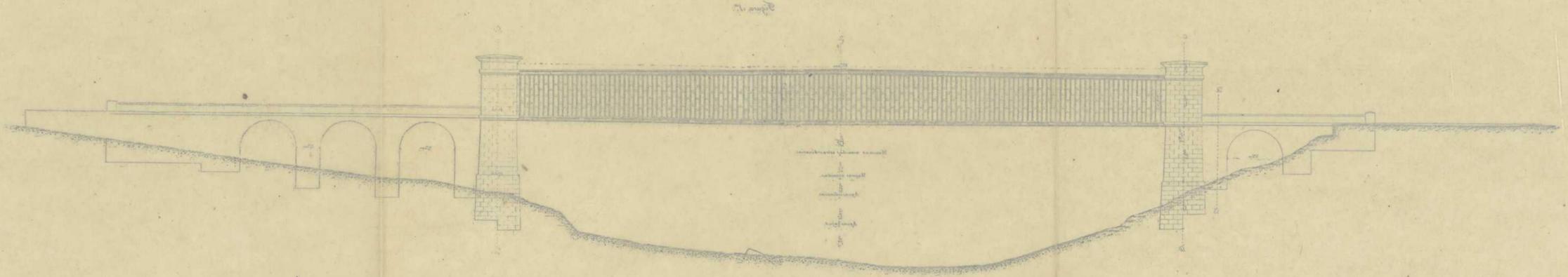


Aprobado
Antonio M. de Alarcón

Preside, M. de Ayala

General de union de la linea del Norte con el Canal de Castilla.

Puente-tubo de hierro sobre el rio Pisuerga. Modelo numero 1.



Valladolid el 20 de Septiembre de 1853.

Manuel de Pineda

Manuel de Pineda
Manuel de Pineda

Proyecto de ferrocarril de Valladolid á Burgos.

redactado por el Ingeniero de Caminos

D. Práxedes Mateo Sagasta.

Copia de algunos documentos.

editada por la «Revista

de Obras públicas».

Año 1903.

