

D. Marucl Maluquer, *Secretario-Tesorero*.

El Presidente y Vocales de la Comisión Central residentes en Madrid quedan encargados de ejecutar los acuerdos de dicha Comisión en pleno, y de resolver los asuntos de reconocida urgencia dando cuenta á las zonas; y constituyen además el *Consejo de Redacción* de la REVISTA.

## VIADUCTO DEL SALADO <sup>(1)</sup>

Para redactar la siguiente descripción del viaducto del Salado, de la línea de Linares á Almería, han servido de base los apuntes y croquis tomados en la obra los días 4 y 5 de Enero último.

Estos datos han sido clasificados en tres grupos: los del primero se refieren á la cimentación y apoyos; los del segundo á la descripción de la parte metálica del viaducto, y los del tercero al cerramiento de los tramos.

### PRIMER GRUPO

*Cimentación y apoyos.*—El fondo del barranco está constituido por rocas yesosas y margas cretáceas, apareciendo en su parte superior bancos calizos pertenecientes al periodo mioceno; estos bancos se elevan en la margen derecha, formando el cerro de la Cabrita.

Aprovechando la resistencia de estas rocas, no existe estribo en esta margen; el viaducto se apoya sobre el terreno natural convenientemente regularizado; el apoyo tiene una longitud de 2,50 metros. Esta plataforma de apoyo se prolonga unos 11 metros en sentido de la alineación, y el espacio comprendido entre ella y la rasante del viaducto se rellena de hormigón árido, contenido por el lado del viaducto por un muro de mampostería paramentado de sillarejo desbastado.

Pasado este relleno, la rasante se prolonga en túnel de 120 metros de longitud á través del cerro de la Cabrita.

Tal es la disposición del estribo del lado de Almería, que puede verse en el dibujo adjunto.

El estribo de la margen izquierda, lado de Linares, es tan sólo de 10 metros de altura; está aligerado por un arco de medio punto de 6,50 de luz, que sirve para salvar una falla casi vertical que existe en el terreno. Su unión con el terraplén inmediato se realiza por medio de muros en ala, convexos y en desplome; son de mampostería, paramentados con mampuestos exagonales, detalle que, como otros muchos, revela el lujo con que se han llevado á cabo estas obras.

El dibujo adjunto de este estribo aclarará la descripción precedente.

*Pilas.*—Son de fábrica y tienen unos 78 metros de altura entre la coronación y la base del zócalo; sus dimensiones en la coronación son: 9 metros de largo por 4 de ancho. Los paramentos longitudinales arrancan de la parte superior con un talud de 0,028, y los transversales con uno de 0,07; así continúan hasta descender 55 metros, en donde hay un retallo que da para dimensiones de la sección de la pila 17,50 de largo por 7,40 de ancho. Siguen los paramentos, con las mismas inclinaciones que antes, bajando 12

metros más, en donde se presenta otro retallo que da para la sección un área de  $19,93 \times 8,39$ . Los paramentos continúan hacia abajo (con la referida inclinación) otros 11 á 12 metros, dando para longitud de la pila en su base 21,63 metros y 9,50 de ancho.

La pila insiste sobre un cimiento de hormigón que descansa directamente sobre la roca yesosa; este cimiento tiene escalones en su cara inferior y retallos en las laterales; su profundidad varía entre 13 y 17 metros.

Resulta, por lo tanto, para altura total media de la pila, contando los cimientos, unos 94 metros.

En el proyecto primitivo no existían los retallos de las pilas y resultaba una presión máxima de 13,65 kilogramos por centímetro cuadrado en la base.

Citábanse en el proyecto, en apoyo de este coeficiente, que parece algo elevado, los viaductos de la Tarde, del Credo y de Soulevre, en los cuales la presión máxima llega á ser de 13,9, 16,40 y 13,30 kilogramos por centímetro cuadrado respectivamente. Se indicaba, además, que las condiciones del material eran buenas y que la Compañía había construido en la línea otros viaductos con la misma fábrica.

La Junta Consultiva consideró en su informe, como era natural, algo vagas estas razones, porque no se consignaban datos acerca de la resistencia de la piedra, ni se decía nada sobre la clase de fábrica y naturaleza de los morteros que se emplearon en las pilas de los viaductos citados, siendo, por lo tanto, imposible establecer la comparación. Juzgó prudente, en vista de estas consideraciones, limitar la presión máxima á 12 kilogramos por centímetro cuadrado, estableciendo á 55 metros por debajo de la coronación, que es la sección en que la presión máxima alcanza este valor, un retallo, y otro ú otros más abajo, sujetándose siempre á la condición de que no exceda la presión máxima de la cifra mencionada. Esta disposición, frecuente en las pilas de viaductos muy elevados, no perjudica al aspecto de la obra, y además la consideración del efecto arquitectónico es de orden muy secundario en una obra situada en un despoblado, como el viaducto de que se trata.

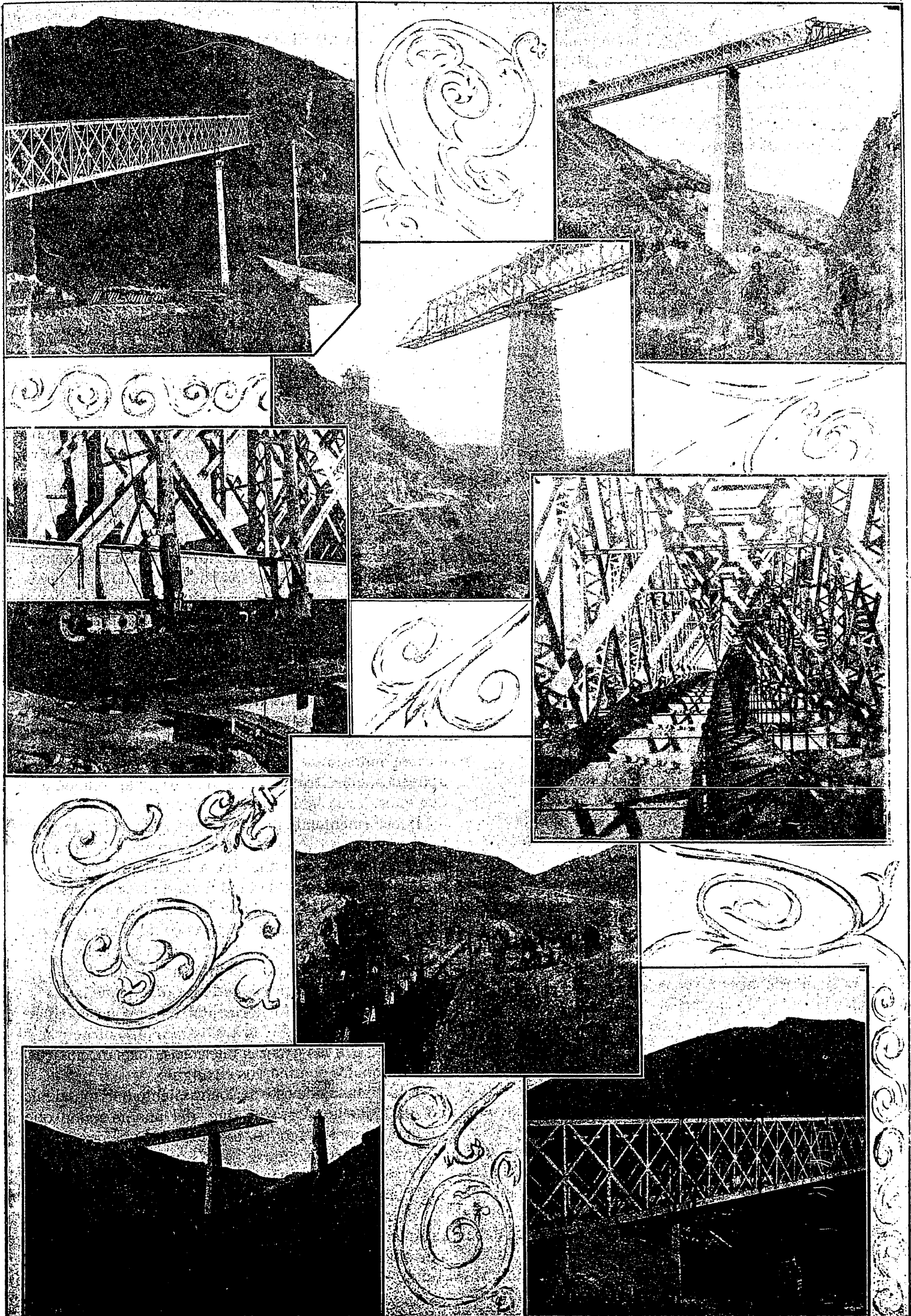
Los Ingenieros autores del proyecto dieron la preferencia á las pilas de fábrica respecto á las metálicas, fundándose en la magnitud considerable de las luces, en las vibraciones de gran amplitud que podrían producir el viento y el paso de los trenes en pilas metálicas tan elevadas y, sobre todo, en lo defectuoso de todos los sistemas conocidos para amarrar á los basamentos los montantes. La proximidad de la cantera, situada en la vecina ladera, ha facilitado mucho esta solución.

El cimiento, como queda dicho, es de hormigón; la piedra que se emplea es la caliza inmediata, y el mortero está constituido por un metro cúbico de arena para cada 300 kilogramos de cal del Teil. Sobre el terreno natural se echó primero una tortada de mortero de cerca de un metro de espesor, sobre la que insiste el resto del cimiento. La presión que ejerce sobre el terreno es de 6,53 kilogramos por centímetro cuadrado.

Con el objeto de sanear el cimiento existe en una de sus esquinas una chimenea donde afluyen las aguas de lluvia; de su base parte una atarjea que conduce dichas aguas al arroyo Salado.

Las pilas son de mampostería tomada con el mortero anteriormente descrito y paramentadas con una fábrica

(1) Nos han remitido este artículo y los dibujos que lo acompañan los alumnos de la Escuela de Caminos que tomaron parte en la expedición de que dimos cuenta en nuestro número de 5 de Enero, á quienes agradecemos mucho su atención.—(N. de la R.)



VIADUCTO DEL SALADO

que, aunque en el proyecto figura como mampostería concertada por hiladas horizontales, pudiera clasificarse como sillarejo desbastado, lo cual prueba el lujo con que están hechas las obras.

Dada la considerable altura de las pilas, su construcción ofrecía dificultades especiales, siendo indispensable prescindir de castilletes y andamiajes de madera, que hubieran resultado sumamente costosos. Para evitarlos, se ha recurrido al sistema empleado generalmente en estos casos. Consiste en dejar en el centro de la pila un pozo ó chimenea cuya sección es de 2,20 por 1,45 metros en el viaducto del Salado, y que comunica inferiormente con el exterior por medio de una galería de medio punto que atraviesa la base del apoyo; la galería tiene 2,50 metros de luz por 3 metros de altura bajo la clave.

Por el interior de la chimenea circulan jaulas como las de los pozos de los túneles y minas, para elevar los materiales y subir y bajar los operarios. Hay además una escalera formada por barras de hierro empotradas en una de las paredes del pozo.

En el eje de la chimenea hay una plomada, que puede moverse delante de una escala situada en la galería; esta disposición tenía por objeto, además de comprobar la verticalidad del eje durante la construcción, ver la desviación de la pila por los empujes que durante el corrimiento tuvieran lugar; el no haberse observado desviación alguna prueba el acierto de los ingenieros que intervinieron en el proyecto y construcción de las pilas.

El rejuntado de los paramentos se hace desde andamios colgados de poleas situadas en la parte superior, yendo á parar el otro extremo de los cables á tornos instalados alrededor de la base; maniobrando los tornos se suben ó bajan los andamios.

#### SEGUNDO GRUPO

*Descripción de la parte metálica.* — Consta de tres tramos continuos de 105 metros de longitud cada uno, mayores que el tramo único del puente de Cobas, que no pasa de 97 metros, y que era el de mayor luz que existía en España.

Las vigas tienen 10 metros de altura, próximamente igual á  $\frac{1}{10}$  de la luz; son de cabezas rectas y celosía doble con los montantes correspondientes á los dos órdenes de mallas cuadradas que componen el diagrama de la viga; como en cada malla hay dos cruzamientos, la distancia entre dos montantes consecutivos es de 5 metros, y esta misma es, por lo tanto, la separación de las viguetas del piso.

La sección de las cabezas es en forma de U; esta sección está constituida por dos almas verticales, las chapas horizontales necesarias y dobles cantoneras en la unión de unas con otras; el espesor de todos estos hierros es de 15 milímetros; la altura de las cabezas es de 840 milímetros y de 900 su ancho.

La cabeza inferior sólo difiere de la superior en que está reforzada por cantoneras en los bordes libres de las almas, en todo el tramo que ha de estar volado durante el corrimiento; esta disposición tiene por objeto dar resistencia á ese tramo contra los esfuerzos anormales que debe experimentar durante esta operación.

Los montantes están constituidos por cuatro cantoneras enlazadas entre sí por una celosía sencilla; las cantoneras se unen interiormente á las almas de las cabezas.

Las diagonales tienen una constitución análoga; las que bajan en un sentido se unen interiormente á las almas de las cabezas, y las que bajan en el opuesto, exteriormente; de suerte que en sus cruces no se presenta ninguna dificultad, bastando suprimir algunas barras de las celosías de enlace.

Por el contrario, preséntase una dificultad en el cruce de los montantes con el sistema de barras que se une interiormente, por ser también interior la unión de aquéllos á las cabezas. Esta dificultad se ha subsanado interrumpiendo las cantoneras de las barras al llegar al cruce y roblonándolas á grandes cartelas, que á su vez van cosidas á las cantoneras de los montantes. (Véase la fig. 1.ª)

Los montantes de los apoyos están constituidos más robustamente; esto es necesario, como se sabe, por estar aplicadas á ellos las reacciones de los apoyos.

Veamos ahora la manera como están enlazadas las dos vigas ó cuchillos. Como se ve en la fig. 2, su separación axial es de 6 metros, de modo que, descontando los dos semianchos de las cabezas, resulta un ancho disponible de más de 5 metros; si de este ancho descontamos á su vez el del material móvil, resulta un huelgo de cerca de 2 metros, que parece excesivo á primera vista, pero que no lo es teniendo en cuenta que es indispensable el ancho adoptado para asegurar la estabilidad del viaducto contra el esfuerzo tan considerable que el viento ejerce contra los tramos.

El piso está á 1,65 metros por debajo de las cabezas superiores; está constituido por chapas planas de palastro, apoyadas en viguetas de 0,80 metros de altura (próximamente  $\frac{1}{8}$  de su luz); estas viguetas son en doble T, formada por alma y cuatro cantoneras, pasando la primera por entre las cantoneras de los montantes, á las que se roblona.

Para terminar lo relativo al piso, diremos que estas viguetas están arriostradas en su parte central por dos largueros en doble T, distantes entre sí el ancho de la vía; correspondiéndose con estos largueros van los carriles, apoyados sobre traviesas de madera, que se unen al piso de palastro con hierros en ángulo.

Inferiormente al piso y en el plano de cada par de montantes, existe un arriostramiento transversal, cuyo lado inferior es una vigueta análoga á la del piso, pero de 0,45 metros de altura y situada al nivel de las cabezas inferiores; las diagonales de este arriostramiento son cantoneras unidas en sus extremos á cartelas cogidas entre las cantoneras de los montantes; además, cada recuadro de estos lleva una riostra horizontal intermedia, de sección en  $\square$ , que pasa por la intersección de las diagonales.

El arriostramiento horizontal inferior se compone de los lados inferiores de los arriostramientos transversales, que, junto con las cabezas inferiores, forman cuadros cuyas diagonales son hierros en ángulo.

Las viguetas de este arriostramiento horizontal inferior no son todas iguales, sino que, del mismo modo que los montantes de los apoyos, están también reforzadas las viguetas correspondientes.

Tienen 0,80 metros de altura y su sección es en doble T, formada por alma y cuatro cantoneras.

Estas viguetas son las que insistirán sobre gatos hidráulicos una vez hecho el corrimiento y mientras se quitan los rodillos provisionales con que se ha ejecutado aquél, para reemplazarlos luego por los definitivos; por esta razón, en los puntos donde van á actuar los gatos, se ha reforzado aún más la vigueta, constituyendo su alma tres

Fig. 1

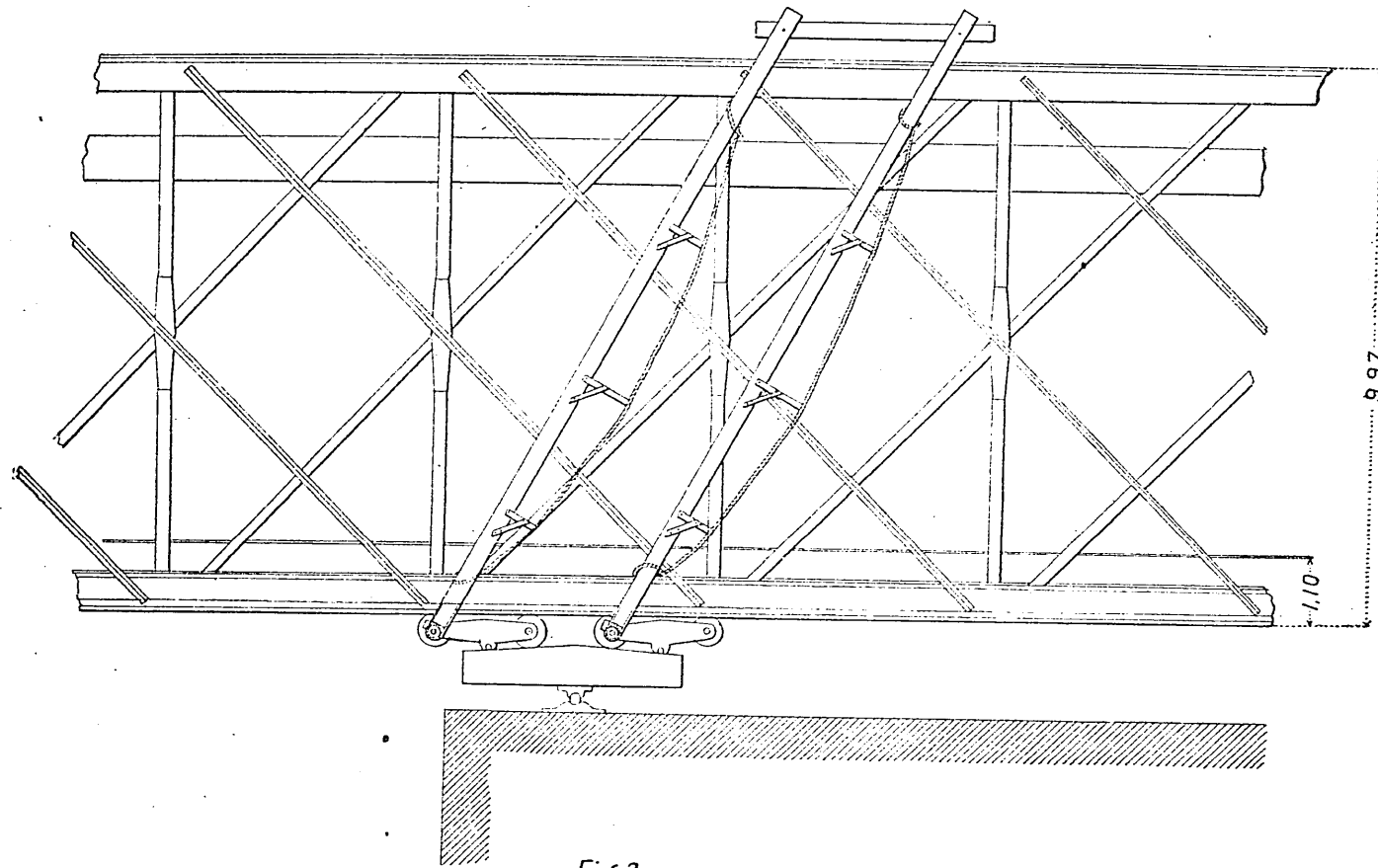


Fig. 2

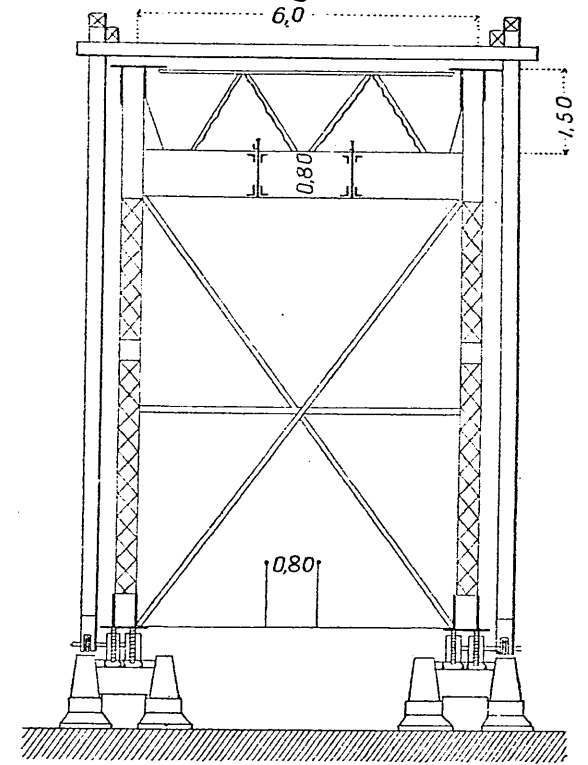


Fig. 3

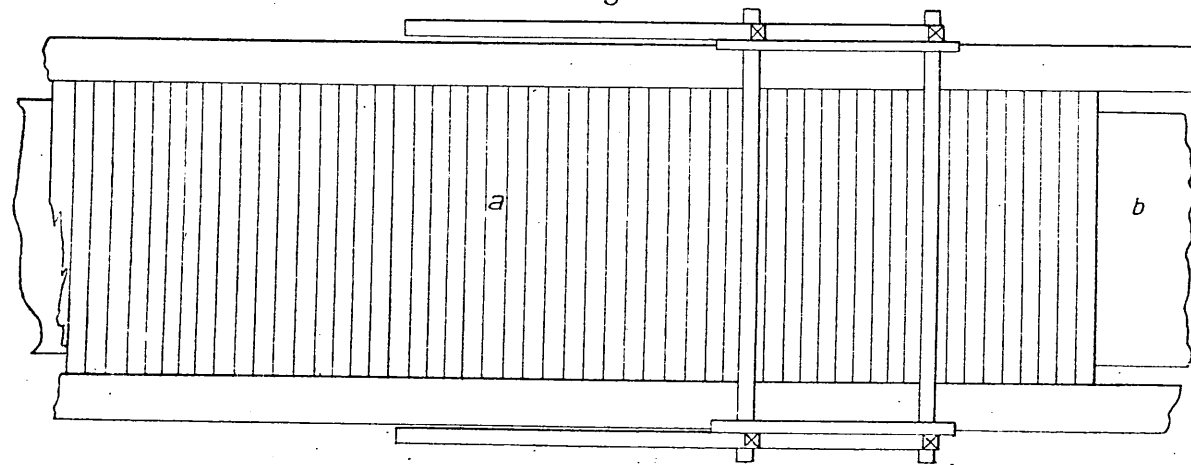
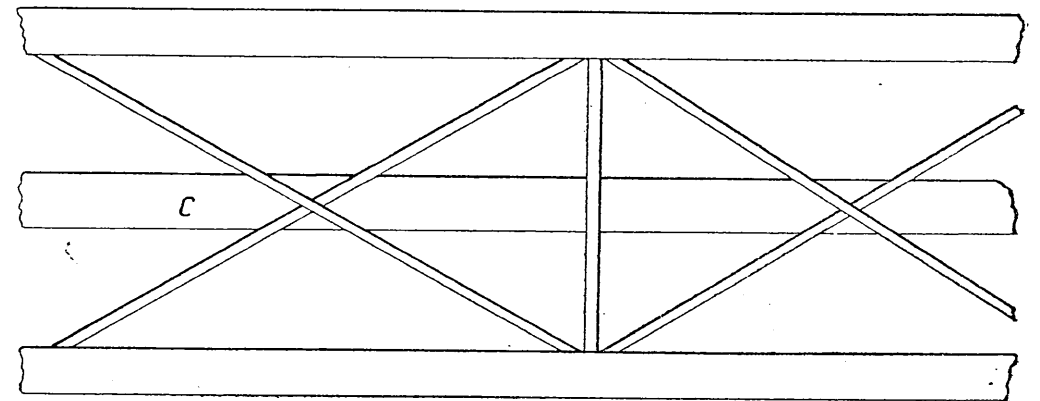
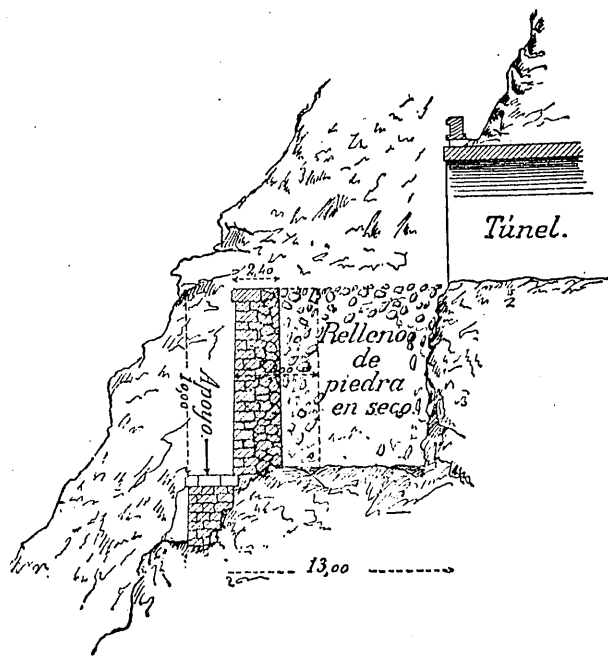
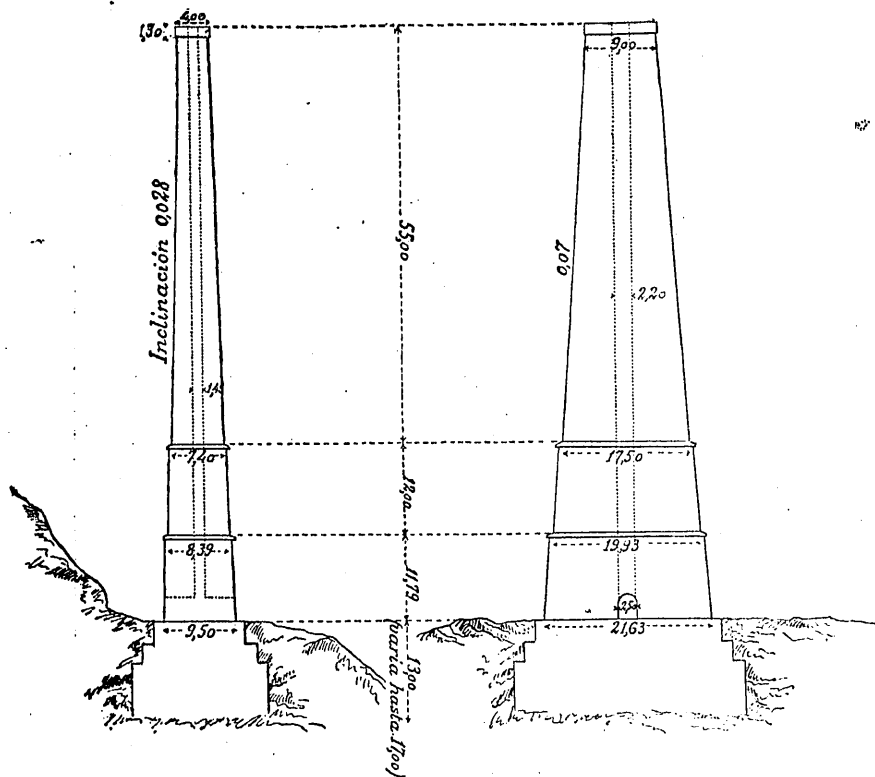


Fig. 4



## Pila



Estribo. (Almeria.)

chapas y dos nervios normales á ella por cada lado; estos nervios son dobles cantoneras.

Para facilitar la vigilancia y el servicio de conservación, se ha establecido sobre el arriostamiento horizontal inferior una pasarela de 0,80 metros de ancho con barandillas de 1,00 de altura; la pasarela comunica con el piso superior por escalas de hierro.

Con el objeto de que los tramos lleguen más pronto durante el corrimiento á los apoyos, disminuyéndose así su flecha y los esfuerzos anormales, va unido á la extremidad que avanza un pescante de 25 metros de longitud, cuyos cuchillos, en forma triangular, son de constitución análoga á los descritos; este pescante se quitará una vez terminado el corrimiento.

La constitución del viaducto es sencilla, realizándose todos los enlaces por medio de cartelas.

Para armarlo en disposición de poderlo correr, hubo que abrir una trinchera en prolongación de la alineación recta del viaducto, pues el terraplén inmediato del lado de Linares está en curva.

## TERCER GRUPO

*Corrimiento de los tramos.*—El sistema de corrimiento se reduce en principio á apoyar los tramos metálicos sobre rodillos que giran sin avanzar é imprimir á éstos un movimiento de rotación que hace avanzar los tramos.

Los rodillos se combinan de tal manera, que las cargas sobre ellos sean simétricas y den una resultante que pase por el eje del apoyo de fábrica sobre que insisten. Estos aparatos son los sistemas de rodillos provisionales, cuya constitución es como sigue:

(Fig. 5.ª y siguientes). Constan de dos balancines en forma de sólido de igual resistencia, de 4 metros de longitud y 0,74 de altura máxima; su separación es mayor que la de los cuchillos del puente, quedando por fuera de ellos;

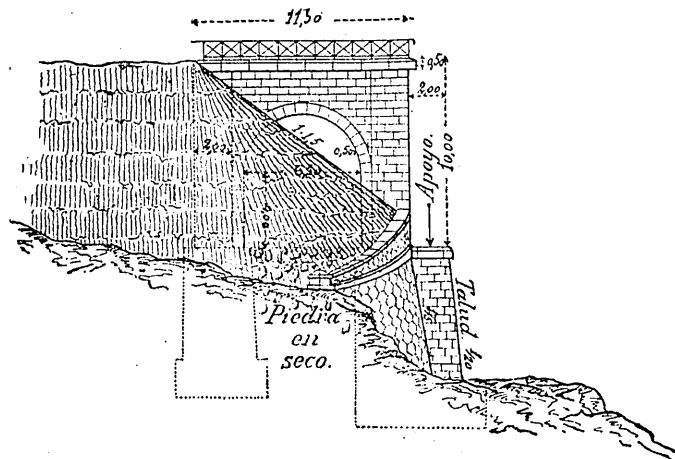
en cada extremo están arriostrados entre sí, mediante dos vigas armadas en doble T.

A cada par de estas vigas se une, bajo los cuchillos del puente, el cojinete inferior de unas rótulas, cuyos cojinetes superiores van unidos á los balancines que llevan en sus extremos las ruedas que efectúan el corrimiento.

Estas ruedas tienen 0,60 de diámetro, 0,07 de ancho en la llanta y 0,20 en el cubo; los balancines que las sustentan tienen sus extremidades en forma de horquilla, cuyas ramas sostienen el eje de giro de cada rueda; el eje tiene 0,10 de diámetro y se prolonga por la parte exterior, llevando acuñada en esta prolongación la rueda dentada del trinquete que luego describiremos. Los balancines que sostienen directamente las ruedas del corrimiento tienen también la forma de sólidos de igual resistencia, siendo de 1,70 su longitud y de 0,40 su altura máxima.

Resultan, pues, por cada aparato de apoyo, ocho ruedas, cuatro bajo cada cuchillo.

Las uñas de los trinquetes, cuyas ruedas acabamos de



Estribo. (Linares)

Fig. 5.

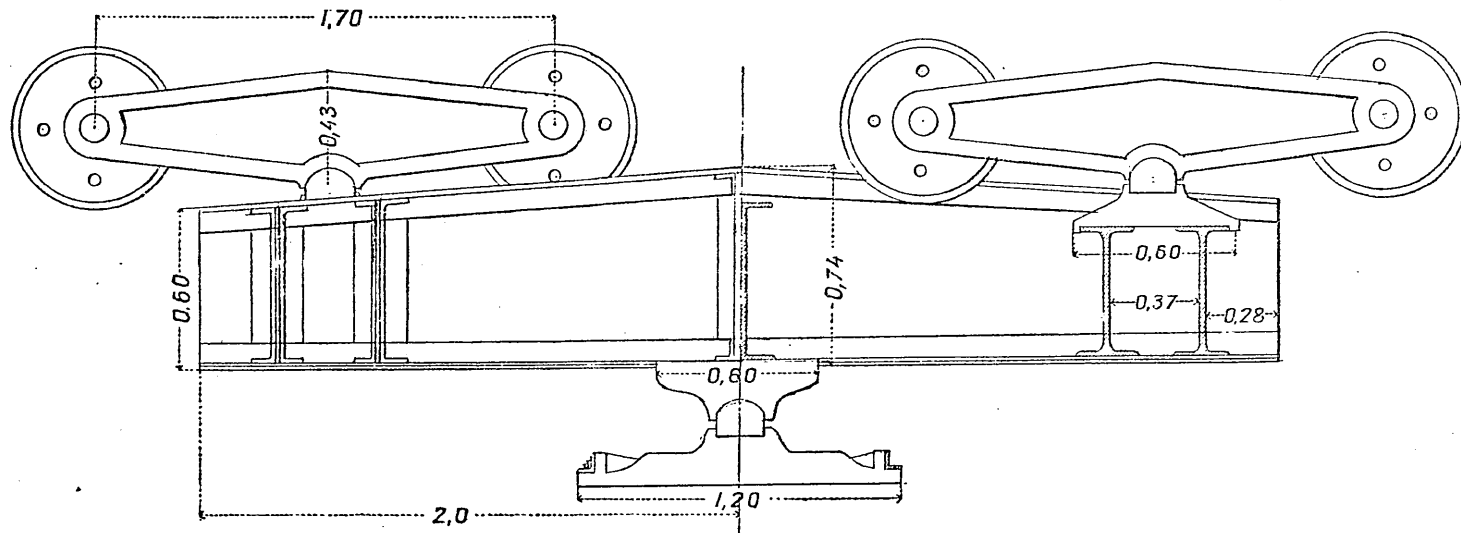


Fig. 6

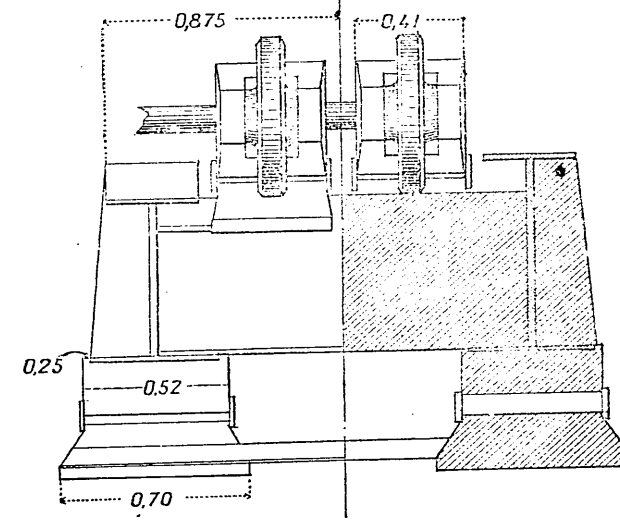


Fig. 7

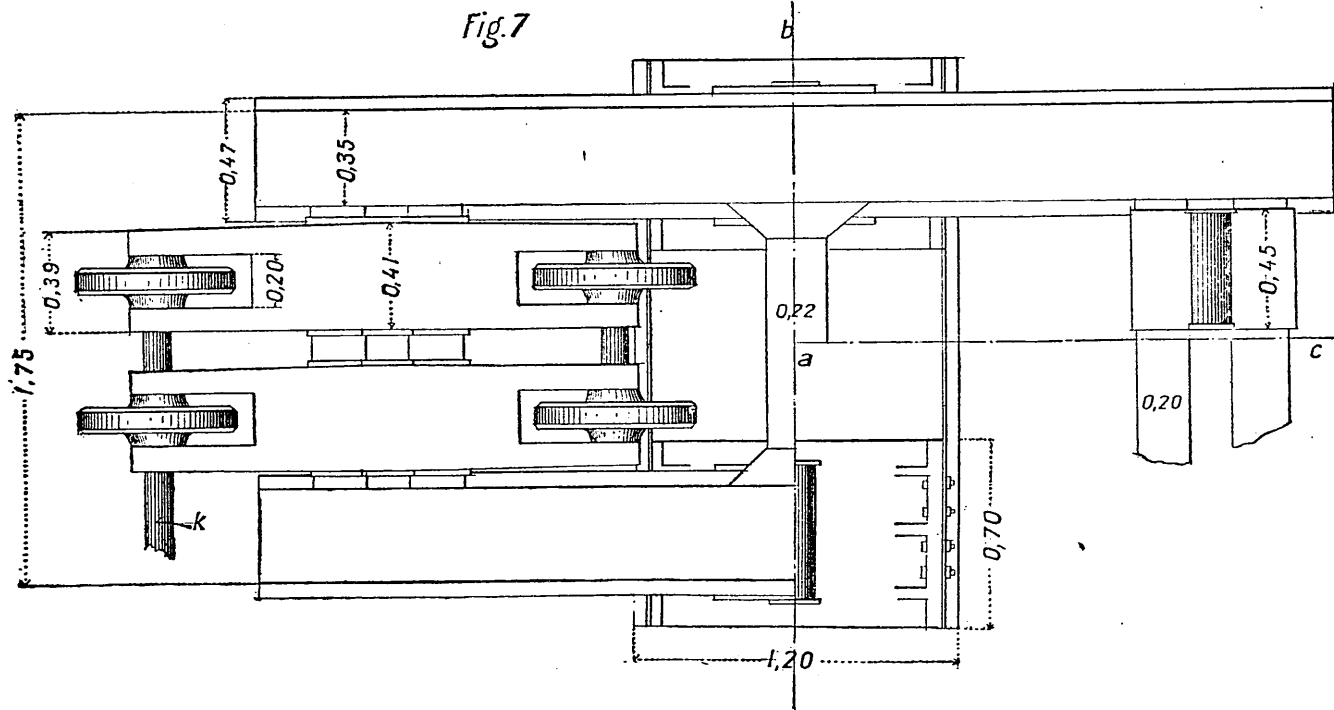


Fig. 8

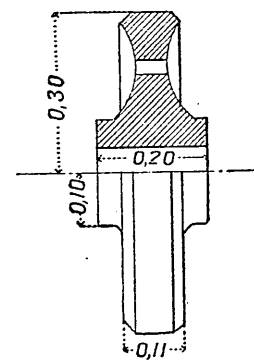


Fig. 9

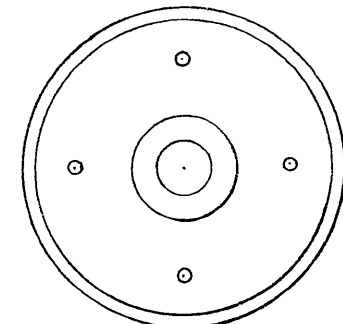


Fig. 10

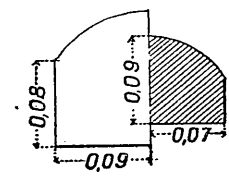


Fig. 11

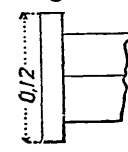


Fig. 12

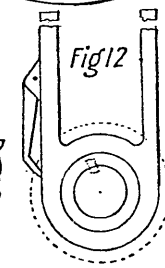
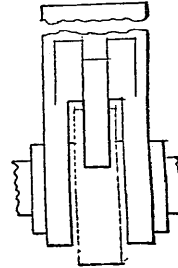


Fig. 13



mencionar, van unidas á grandes palancas de madera, que se maniobran desde un entablonado provisional situado á la altura de las cabezas superiores.

Estas palancas afectan la forma de vigas armadas y lo están por dos tornapuntas de madera situadas en sus tercios, atirantadas por un cable metálico que se une por sus extremos á los extremos de la viga. Aunque en las figuras que acompañan parecen escuadradas las piezas de madera antedichas, hemos de advertir que las palancas son sencillamente largos troncos descortezados.

El esfuerzo de giro que realiza el trinquete sólo se verifica en los rodillos anteriores de cada par; hay, por tanto, dos palancas en cada punto de apoyo, exteriormente al cuchillo respectivo. Los cuatro extremos superiores de cada juego de palancas están invariablemente unidos por piezas de madera, formando un marco; en los dos lados mayores de éste actúan cuadrillas de obreros.

Cuando visitamos las obras (los días 4 y 5 de Enero) el extremo del puente había pasado ya de la primera pila, en donde había un juego de ruedas para el corrimiento, existiendo otro en el estribo Linares. El corrimiento se efectuaba por el esfuerzo de cuatro cuadrillas de obreros que hacían avanzar al puente unos 12 centímetros por cada maniobra de las palancas; este avance se reducía á 6 ó 7 centímetros cuando había que salvar una cubrejunta, lo que se conseguía por medio de una cuña; cada hora avanzaba unos 5 metros y unos 30 al día.

El esfuerzo de las palancas está ayudado, y regulado á la vez, por un torno colocado en el extremo Linares del viaducto; la cuerda va unida al torno por uno de sus extremos, y por el otro á un punto lizo de la trinchera que se abrió para armar el viaducto. En cada cigüeña de este torno actúan cuatro hombres.

Como cada cuadrilla de las que actúan en las palancas es de unos 12 hombres, resulta que los tramos se corren por el esfuerzo de unos 50 obreros.

El piso donde están colocados estos obreros ya dijimos que es un entablonado á la altura de las cabezas superiores; está apoyado en sus extremos sobre la barandilla de la plataforma de la vía, y en puntos intermedios sobre pies derechos; este piso sólo existe en un trozo suficiente para el manejo de las palancas y se corre á medida que avanza el trabajo.

Para comprobar y dirigir el corrimiento, hay un nivel que mide la flecha sobre una mira colocada en el extremo del pescante y un teodolito que fija la alineación del puente. En elogio de los constructores (la casa Fives-Lille), hemos de decir que, aunque la flecha máxima calculada era de 62 centímetros, no ha excedido de 42 en el corrimiento del primer tramo.

En cuanto á observaciones hechas con el teodolito, diremos que en los días anteriores á nuestra visita acusaron una desviación lateral de 4 centímetros en la parte volada; esta desviación se corrigió durante la noche, por lo cual se supone fué debida á haber actuado los rayos solares con más intensidad en un cuchillo que en el otro.

Corrido que sea el viaducto, se procederá á bajarlo y sentarlo sobre rótulas definitivas, que á su vez se apoyan en cajas de rodillos de dilatación de 6 rodillos cada una. Como éstos tienen que ocupar el lugar de los provisionales con que se ha hecho el corrimiento, habrá que sostener el viaducto mientras se reemplazan unos por otros. Esto se consigue por medio de gatos hidráulicos de 250 tonela-

das de potencia, que actúan en las viguetas del arriostamiento horizontal inferior que en su lugar describimos. Una vez apoyado en los gatos, tiene que descender 40 centímetros, operación lenta y difícil por la uniformidad con que se ha de llevar, pudiéndose tan sólo bajar cada vez 0,005.

No terminaremos esta reseña sin dar las más expresivas gracias á la «Compañía de los Caminos de hierro del Sur de España», que nos dispensó una muy favorable acogida por medio de sus representantes los Ingenieros señores Moreno Osorio, Acedo y Basinski, Jefe de la explotación.

## PANTANO DE MEZALOCHA

PROVINCIA DE ZARAGOZA

No hace mucho tiempo que D. José Echegaray, en el Ateneo de Madrid, liaba la regeneración del país á la de cada uno de sus individuos. La suma de sumandos iguales á cero—decía—no puede ser más que cero; y esta verdad, que me impresionó muchísimo, justifica plenamente que aparezca en esta Revista la modesta firma mía.

Ya que la opinión, y con ella el Cuerpo de Ingenieros, notoriamente se inclinan hacia las obras hidráulicas, viendo en ellas uno de los medios que más eficazmente nos han de restituir la tranquilidad perdida, considero un deber en los que hemos tenido ocasión de proyectar ó construir alguna de estas obras, el que digamos lo poco ó mucho que al proyectarlas ó construirlas hayamos aprendido, viniendo á ser cada uno el sumando más ó menos importante que contribuye á la suma real y positiva de que el Sr. Echegaray hablaba.

Lo que yo puedo decir á este propósito habrá de referirse al pantano de Mezalocha, actualmente en construcción, y de él voy á ocuparme en este artículo y en otros sucesivos, empezando por un extracto de sus antecedentes históricos que he podido encontrar en el archivo de la catedral de La Seo de esta ciudad.

En 24 de Octubre de 1688 se propuso á los Capítulos de los términos del río Huerva, como también á los lugares de la ribera y señores de ella, la conveniencia de estancar ó conservar el agua de dicho río, cerrándolo en el estrecho que hay cerca de Mezalocha denominado de Marimarta. La obra se encomendó á los más peritos artifices é Ingenieros de la época, conviniéndose en que el dique de contención había de tener de alto, desde su cimientto hasta el remate, 120 palmos (23,16 metros), repartidos en esta forma: los 10 primeros (1,93 metros) debajo de tierra para cimientto; los 100 inmediatos (19,50 metros) para la detención del agua, y los 10 restantes (1,93 metros) para desviarla en forma que jamás pudiera caer por sobre la fábrica, sino por el *desaguadero* que se había de construir en un lado de los peñascos que forma la cuenca, en caso de que no cupiese en el embalse la que discurriese por el río.

La figura del dique había de ser circular, teniendo en la curva 300 palmos (57,90 metros) de longitud. Su grueso debía ser de 67 palmos (12,931 metros) en los cimienttos, y desde la superficie de la tierra había de empezar por 60 palmos (11,58 metros), continuando en escarpe ó disminución hasta concluir en grueso de 32 palmos (6,176 metros); este escarpe había de ser por la parte cóncava ó de afuera