

que ha de formarse despues de hecha la obra de fábrica.

Fuente sobre el rio Manzanares.

Segun hemos dicho atraviesa la traza el rio Manzanares y se proyecta para su paso un puente metálico en celosia de dos tramos de 30 metros de luz apoyados en dos estribos y una pila central formada de fábrica de ladrillo con bóveda, tajamares, cadenas e imposta de coronamiento de sillería.

Aunque esta clase de puentes no se consideran por su constitución de los mejores para resistir á los esfuerzos que han de sufrir son muy aplicados por su economía y poco peso y más hoy que puede hacerse uso para su construcción de hierros laminados de la mejor calidad y de sección de T; la cuestión en esta clase de puentes es la distribución del metal disponiendo los hierros que forman la celosia de tal manera que los esfuerzos que sufran sean de estension y ninguno de compresión para lo cual colocando estas á 45° de inclinación y con montantes verticales para dar rigidez á los postes á una distancia de 3 metros producen

conseguir un puente en buenas condiciones de economía y seguridad. No entramos a detallar los cálculos para determinar los esfuerzos que han de sufrir las barras y por consiguiente los postes por lo prolijos que son pues para ello es necesario calcular la relación de los esfuerzos de cada par de barras aplicando la fórmula

$$B = B_m \left( 1 + K \frac{w L^2}{\theta} \right)$$

en la cual  $B_m$  es la presión media

$B$  la presión máxima.

$L$  la longitud de la pila que se considera.

$\theta$  el momento de inercia de la sección.

$K = 0,00008$  coeficiente para la carga de rotura del hierro forjado. Cuyas relaciones es necesario ir substituyendo sucesivamente en las ecuaciones que determinan las reacciones sobre los apoyos y que nos dan los esfuerzos en cada uno de los puntos de los postes.

Siendo el terreno arenisco se considera necesaria la cimentación de las pilas y estribos se haga sobre una capa de hormigón con pilotaje y encofrado de tablón.

Los postes de los tramos me

tálicos van ligados entre si por travesaños formados con palastro y esquadras de hierro cosidas con roblones a aquellos. Dos largueros tambien de palastro y unidos a los travesaños por esquadras cosidas con redoblones sostienen los de madera donde van clavados los rails y unen entre si a aquellos travesaños. Un tablero que descansa sobre estos en el espacio que ocupa la via sostiene el balasto y dos pisos de tablón al uno y otro lado de la via forman el paso para los peatones.

Puente sobre el rio Guadarama.

De 100 metros de longitud dividido en tres tramos desiguales el central de 40<sup>m</sup> y los extremos de 30<sup>m</sup> cada uno apoyado en dos estribos y dos pilas de fábrica de ladrillo y silleria forman este puente en un todo igual en su composicion de los tramos metálicos que el de el rio Mauranares, por esta razon no entramos en más consideraciones, pudiendo aplicarse cuanto llevamos dicho para el anterior. La cimentacion en sus pilas y estribos han de constituir la tambien muros de hormigon y pilotaje por encontrar

se fundado sobre el terreno de las arenas.

## 2.<sup>a</sup> Sección.

Constitución  
geológica del  
terreno.

Esta segunda sección que se encuentra todavía en el terreno cuaternario tiene sin embargo a cierta profundidad según lo demuestran algunos cortes del terreno capas de grava mezcladas con tierra compacta sobre todo en un cuarto trozo donde ya se deja sentir aunque lejána todavía la influencia del terreno primitivo en la vertiente occidental del río Perales.

Topografía  
del terreno.

De la divisoria que forman las vertientes del Perales y el Guadarrama se desprenden las estrilaciones que en dirección casi perpendicular al río Guadarrama dan lugar entre ellas a los arroyos de Cienvallejos y de Sacedón en la parte comprendida entre la carretera y el punto de paso de nuestra traza habiendo aprovechado la ladera izquierda del barranco de Sacedón para subir a la divisoria por ser más uniforme en su pendiente y tener menos afluentes y por consiguiente menor número de obras

de fábrica. A partir de la divisoria se forman las estrilaciones que dan lugar al arroyo Palomero pero encontrándose este arroyo con el de las Castañuelas que forman las estrilaciones que se desprenden de Sevilla la Nueva cambia de dirección en el punto de su encuentro y va a desembocar en el Perales próximo al pueblo de Perales de Milla.

**Esplanación.** En esta sección el movimiento de tierras si bien es algo mayor que en la primera no hay grandes desmontes y los procedimientos que han de seguirse en la esplanación no salen de lo ordinario.

**Materiales de que puede disponerse.** Lo mismo que en la primera se encuentran buenas arcillas para el ladrillo y teja siendo más fácil adquirir la piedra de sillera sobre todo para las obras de fábrica especiales de esta sección por encontrarse próximo el terreno granítico aunque no con precios tan ventajosos como debieran por no estar en explotación las canteras que á menos de 3 Kilómetros de la vía existen. El material más abundante

y más próximo á la vía y por lo tanto el que puede conseguirse á un precio muy reducido es la cal que se encuentra á dos Kilómetros en las canteras conocidas por de Valdemorillo y cuyo material tiene las condiciones tan ventajosamente conocidas.

**Sistema de construcción que debe seguirse.** Siendo conveniente por las razones anteriormente expuestas la explotación inmediata de esta 2.<sup>a</sup> sección y no teniendo grandes dificultades en su construcción pues las dos obras de fábrica son pequeñas y fáciles de hacer creemos conveniente se empiecen los trabajos al mismo tiempo que los de la primera sección puesto que aquí los materiales se encuentran próximos y sería más caro el transportarlos desde esta Capital.

**Puentes.** Los puentes de esta sección son dos, uno para el paso del arroyo Palomero y otro sobre el río Perales.

**Puente de palastro sobre el arroyo Palomero.** Esta obra se compone de un solo tramo metálico y de dos estribos de la Orilla y sillería, su longitud entre los paramentos de aquellos es de 30<sup>m</sup> y su altura bajo el tramo desde el talveg es de 4<sup>m</sup> 20.

El tramo metálico de esta obra está proyectado para una sola vía y se compone de dos formas o postes laterales llenos de  $1^m,40$  de altura: estas dos formas tienen en sus estremidades un codo circular de  $5^m,50$  de radio y van á empotrarse verticalmente en dos cajas hechas en los paramentos interiores de los estribos en una altura de  $6^m,39$  y con una profundidad de  $1^m,48$ .

Las estremidades verticales de las formas se empotran en placas de fundición unidas por fuertes pernos que son los soportes de ellas. La composición de las formas es la siguiente:

Palastros verticales de  $4 \times 2,548 \times 0,007$ .

Id horizontales que forman las platabandas superiores e inferiores de  $0,340 \times 0,008$  y las de refuerzo de  $0,012 \times 0,015$  las cuales van unidas á las paredes verticales con escuadras horizontales de  $\frac{100 \times 100}{12}$  que lleva en la parte alta y baja á lo largo de las formas.

La unión de las paredes verticales está hecha interior y exteriormente con cubre juntas de hierros de T de  $\frac{150}{100}$ .

En la extremidad de las formas y en dirección del radio del codo tiene una T de la misma dimensión.

La extremidad de cada forma está sujeta a unas planchas de fundición formando soporte por ocho pernos. Estas planchas tienen 1,600 x 1.

Los travesaños en número de 28 distan 2<sup>m</sup>,548 de eje a eje y tienen una altura de 0,490 x 4,40 de longitud estando formados de un alma vertical de palastro de 0,007 de espesor y de 4 escuadras de  $\frac{85 \times 85}{2}$  cosidas al alma por redobles y unidas a las formas por canchillos en que descansa la extremidad del alma y cosidas a ella uniendo a la vez el hierro de T que forma las cubre-juntas de las paredes verticales.

Los largueros están colocados debajo de los rails y tienen 0,350 de altura formados de un alma <sup>vertical</sup> de el mismo espesor 0,007 del palastro y 4 escuadras de  $\frac{70 \times 70}{9}$  cosidas con redobles con la pared vertical de los travesaños.

No tiene contraviento especial esta obra la poca altura de las formas y el enlace de sus elementos se

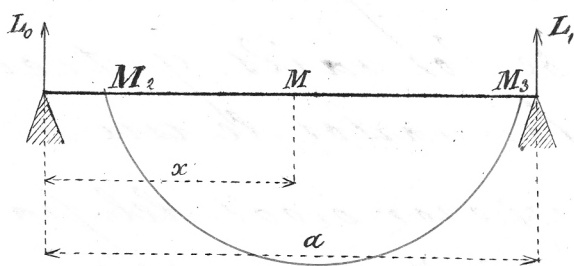


considera suficiente para su solidez; el tablero lo forman tabloncillos descansando sobre los travieseros. Una capa de balasto de 0,15 de espesor cubre todo el tablero.

**Cálculo.**

Para el cálculo de este puente partimos de la hipótesis de que una fibra se encuentra empotrada sobre su apoyo cuando la desviación de la fibra neutra sobre este es nula ó sea que el valor del ángulo que forma la tangente de esta fibra sobre el apoyo es cero.

Sean  $I_0$  y  $I_1$  las reacciones sobre los apoyos p. la carga uniformemente repartida, se tendrá  $I_0 = I_1$  y por consiguiente la ecuación de equilibrio será  $2I_0 = pa..(1)$



Estableciendo la ecuación de momentos en un punto cualquiera  $M$  a una distancia

del origen  $A$  tendremos

$$EIf''(x) = \frac{1}{2} p(a-x)^2 - I_1(a-x) + M_1. \quad (2)$$

siendo  $M_1$  el momento sobre el apoyo  $B$  y tenemos dos ecuaciones (1) y (2) que darán  $M_1$  y  $I_1 = I_0$ .

Integrando la ecuación (2) con objeto de introducir la tangente a la curva de la fibra neutra será:

$$EI \frac{dy}{dx} = \frac{1}{2} p (a^2 x - a x^2) + \frac{x^3}{3} - I_1 (a x - \frac{x^2}{2}) + M_1 x. \quad (3)$$

Ahora en el supuesto establecido de que el ángulo de la tangente sea cero tendremos  $\frac{dy}{dx} = 0$ , e introduciendo esta condición en la ecuación anterior se reducirá a:

$$0 = \frac{1}{2} p a^2 x - \frac{1}{2} p a x^2 + \frac{p x^3}{6} - \frac{p a^2}{2} x + \frac{p a}{4} x^2 + M_1 x$$

de donde  $M_1 = \frac{p a}{4} x - \frac{p}{6} x^2$ , y haciendo  $x = a$   
y  $M_0 = \frac{p a^2}{12} = M_1$

Sustituyendo en la ecuación (2) por  $I_1$  y  $M_1$  sus valores se tendrá:

$$EI f''(x) = M = \frac{p}{2} (x^2 - a x + \frac{a^2}{6}) \quad (4)$$

que nos dice que la curva es una parábola.

Para determinar ahora los puntos  $M_2$  y  $M_3$  en los cuales los momentos son nulos haremos  $M = 0$  en la ecuación anterior y dará  $x^2 - a x + \frac{a^2}{6} = 0$ ; de donde

$$x' = \frac{a}{2} (1 - \sqrt{\frac{1}{3}}) = 0,212 \times a$$

$$x'' = \frac{a}{2} (1 + \sqrt{\frac{1}{3}}) = 0,788 \times a$$

y siendo  $a = 30,70$

$$x = 0,212 \times 30,70 = 6,48$$

$$x' = 0,788 \times 30,70 = \underline{24,22}$$

Total . . . 30,70

con estos datos podemos determinar el momento de rotura en cada punto