

MADRID, 15 DE NOVIEMBRE DE 1874.

TOMO XXII.

NÚM. 22.

## SUMARIO.

Artículo necrológico del Sr. D. Lucio del Valle.—Paralelas de madera para los puentes volados de Luchana y Udondo.—Voladura de la peña denominada de Lamparon, en la desembocadura del Nalon.—Carreteras de segundo orden de Granada á Alcalá la Real.—Suelos.—Parte oficial.—Subastas.—Noticias varias: Personal. Recepciones de obras y aprobaciones de proyectos.

En el ilustrado periódico que se publica en la capital del vecino reino, con el título de *O Jornal da Noite*, hemos leído un detallado y bien escrito artículo necrológico, dedicado á la memoria del Excmo. Sr. D. Lucio del Valle.

El Sr. J. V. Mendes Guerreiro, distinguido ingeniero de aquel país, que firma dicho artículo, honrábase con la amistad de nuestro inolvidable D. Lucio, y por los detalles que consigna en su escrito se ve que conocia con intimidad al esclarecido hombre público cuya perdida nunca lamentaremos lo bastante.

«La mejor prueba, dice el Sr. Guerreiro en su extenso artículo, de la distinguida manera con que siempre se hubo D. Lucio, es el respeto y amor filial con que todos los Ingenieros españoles le trataban. Severo y riguroso en el servicio, habia tanta afabilidad en su trato y tanta bondad en su consejo, que encantaban.» Y en efecto, como leal amigo, como respetadísimo jefe y como cariñoso padre es como siempre hemos considerado todos á nuestro querido D. Lucio.

Reciba, pues, el Sr. Guerreiro la expresion de nuestro más profundo agradecimiento por las sentidas frases que dedica á la muerte del que en vida tan cumplidamente supo servir á su patria, y por

el pésame que envia al Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, á que nos honramos de pertenecer.

## PARALELAS DE MADERA

PARA LOS PUENTES VOLADOS DE LUCHANA Y UDONDO.

## Lámina 13.

Durante el bloqueo y asedio de la villa de Bilbao, los puentes de Luchana y Udondo, situados en el camino de Sirga de ésta á las Arenas, fueron completamente volados por los facciosos.

En la prevision de que pudieran ser necesarios á las tropas, á mi llegada á la invicta Villa, recibí el encargo del Sr. General Comandante de la provincia de estudiar y ejecutar unos puentes provisionales, y tenerlos preparados para cuando fuese posible enviar á esos puntos algunas fuerzas.

Por algunas confidencias llegó á mis noticias que los dos puentes estaban completamente volados y parte de los estribos destruidos, si bien el de Luchana conservaba los dos arcos laterales algo deteriorados.

Siendo la luz respectiva de los dos puentes de 10 y 11 metros, dimos á nuestras pasarelas la longitud total de 14,60 metros, teniendo en cuenta, tanto su asiento sobre los estribos como la parte de éstos que estuviera destruida y hubiera que salvar.

El ancho de aquéllos, sólo de tres metros, muy suficiente para el paso de cualquier vehículo y con el objeto de que despues de colocados permitieran la reconstruccion de los puentes sin suspender, en ningun caso, la circulacion.

Las pasarelas se componen de dos vigas ó cerchones del sistema americano, formados de tres fajas superiores é inferiores, distantes de eje á eje 1<sup>m</sup>.40, unidas por medio de dos sistemas de triángulos equiláteros.

Estas dos series de triángulos las hemos colocado separadas, es decir, entre los dos intervalos que dejan las tres fajas, con el objeto de dar mayor estabilidad á las paredes y aprovechar las pocas maderas que teniamos á nuestra disposicion y

que consistían únicamente en tablonés y tablas, hallándose los depósitos de vigas en el campo enemigo.

Las dos series de triángulos forman así dos paredes verticales distantes de 8 centímetros, grueso de una faja.

A los vértices de una serie corresponden el medio de los lados de la otra y el hueco que resulta lo llenamos por medio de un taco de madera, reuniendo el todo, es decir, las tres fajas, las dos barras oblicuas por que determinan el vértice del triángulo y el taco, un tornillo de dos centímetros de diámetro.

Los lados de los triángulos de cada serie se cruzan en su medio, dejando un intervalo de ocho centímetros que llenamos también por medio de un taco de madera sujeto a aquéllos por su correspondiente tornillo de 1,5 centímetros de diámetro.

Esté tarugo tiene la ventaja de dar más rigidez al enrejado é impedir la flexión de las barras sujetas á compresión.

El piso está situado en la parte inferior de la viga, de modo que la superior de ésta sirve al mismo tiempo de barandilla.

Este piso se compone de viguetas de 18 centímetros de altura por 10 de ancho, colocadas entre los vértices inferiores de los triángulos y sobre la cara superior de las fajas de tensión.

A fin de evitar todo movimiento en las viguetas y de que sirvan como de tirantes, se fijan á las fajas por medio de escuadras de hierro.

Sobre las viguetas corren trece longarinas de ocho centímetros de escuadria, y sobre éstas, en sentido perpendicular, van clavados los tablonés del suelo de seis centímetros de grueso, separados entre sí de un centímetro para la fácil salida de las aguas de lluvia.

A fin de dar mayor ligazón al conjunto del puente, debajo de las viguetas y entre las caras interiores de las fajas se coloca un sistema de cruces de San Andres que impiden toda aproximación de los cerchones, mientras que las viguetas impiden su separación.

Finalmente, para evitar el aplastamiento de las cabezas de las vigas en los puntos de apoyo sobre los estribos, se colocan tres montantes de 20 centímetros de ancho y ocho de grueso entre las respectivas fajas de compresión y tensión, y dos de iguales dimensiones en los intervalos comprendidos entre cada sistema de fajas.

Pasemos á determinar las dimensiones de las principales piezas del puente.

Consideremos solo un cerchon. Es un sólido prismático apoyado libremente en sus extremos y cargado de un peso uniformemente repartido en toda su longitud.

El momento de rotura en un punto cualquiera está dado por la fórmula

$$\frac{1}{2} p x (l-x):$$

Y como el momento máximo corresponde al punto medio se reduce aquella á

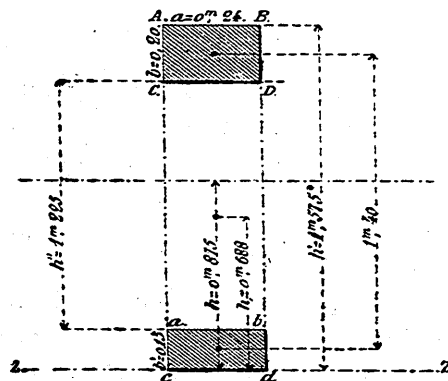
$$\frac{1}{8} p l^2.$$

El momento de resistencia es igual á  $R \frac{I}{v}$ ; de modo que tendremos

$$R \frac{I}{v} = \frac{1}{8} p l^2.$$

Determinemos, por lo tanto, el momento de inercia  $I$  con respecto á la línea de fibras invariables.

Pero antes, busquemos, el momento de inercia  $I'$  de la figura con respecto á la línea  $z z$ .



El momento de inercia de la figura con respecto á la línea  $z z$  es igual al momento del rectángulo  $A B C d$ , menos el del rectángulo  $C D a b$  con respecto á la misma línea  $z z$ .

Llamándolos  $I''$  é  $I'''$ , tendremos:

$$I' = I'' - I'''.$$

$$I'' = \frac{1}{3} a h^3 = \frac{1}{3} \times 0.24 \cdot (1.575)^3 = \dots \dots \dots 0.3126$$

$$I''' = a h'' \cdot h^2 + \frac{1}{12} a h'^3 = 0.24 \times 1.225 \times$$

$$(0.688)^2 + \frac{1}{12} \cdot 0.24 (1.225)^3 = \dots \dots \dots 0.1760$$

$$I' = 0.1366.$$

Ahora bien, la distancia  $h$  de la línea de fi-

bras invariables á la  $z$  está dada por la expresión  $\frac{s}{\omega}$ ; en la que:

$\omega$  = suma de las áreas de los rectángulos A B C D,  $a b c d = 0^m,2084$ .

S = suma de los momentos de esas áreas con respecto á la línea  $z z = 0,0753$ .

Por consiguiente  $h = 0^m,875$  é  $-I = I' = -co h = 0,0631$ .

El momento de resistencia  $\frac{R I}{v}$  será, por lo tanto, igual á  $600.000 \frac{0,0631}{0,875} = 43266$  kilogrametros.

La luz del tramo =  $14^m,60$ .

Peso del puente =  $8684 \left\{ \begin{array}{l} 26204 \end{array} \right.$

Carga de prueba =  $17520 \left\{ \begin{array}{l} 26204 \end{array} \right.$

Peso total sobre un cerchon =  $15102$  y  $p = 897,40$ .

Por lo tanto,  $p \frac{l^2}{s} = 25908,55$  kilogrametros.

El momento de resistencia es casi doble del de rotura.

Determinemos ahora los esfuerzos que se verifican en sentido de las barras oblicuas de compresion y tension, esfuerzos que llamaremos  $\varphi$ .

El esfuerzo transversal es igual á  $2 \varphi \cos \alpha = p \left| \frac{l}{2} - \varphi \right|$  de donde  $\varphi = \frac{p}{2 \cos \alpha} \left( \frac{l}{2} - \varphi \right) = 518,15 \left| \frac{l}{2} - \varphi \right|$ , siendo  $\alpha = 50^\circ$ .

Para la primera barra de compresion y tension, en el estribo,  $\varphi = 0 \dots \varphi = 3782,35$ .

Para la sexta barra  $\dots \varphi = 4^m \dots \varphi = 1709,85$ .

Para el punto mitad del puente  $\varphi = 4^m \dots \varphi = 0$

A la primera barra de compresion hemos dado 15 centímetros por 6 de escuadria, ó una seccion de 90 centímetros cuadrados. El trabajo de madera por centímetro cuadrado, será de  $\frac{3782,35}{90} = 42$  kilogramos.

A la sexta  $\dots 10$  por 6 centímetros ó una seccion de 60 centímetros cuadrados, resultando  $28,50$  para el trabajo.

La primera barra de tension tiene 10 centímetros de ancho por 2 de grueso; la seccion es igual á 20 centímetros cuadrados y el trabajo por centímetro cuadrado de 189 kilogramos.

La sexta tiene 16 centímetros cuadrados de seccion y el esfuerzo por centímetro cuadrado de  $106,86$ .

Estos esfuerzos no son excesivos, teniendo en cuenta que los correspondientes al peso del puente son los únicos permanentes.

La cabeza de la viga sufre un peso de  $\frac{1}{2} p l$ , ó  $6551$  kilogramos.

La seccion en ese punto es de 20 centímetros de ancho por 40 de grueso, ó 800 centímetros cuadrados, y por consiguiente, el trabajo del centímetro cuadrado sólo de  $8,20$ .

La escuadria que ha de darse á las viguetas del piso está determinada por la fórmula

$$\frac{p l^2}{s} = R \frac{a b^2}{6}$$

Distancia entre dos viguetas de eje á eje =  $\dots = 0^m,80$ .

$p = 320$  kilogramos

$\alpha = 0^m,10$ .

$l = 2^m,84$

hemos hecho

$R = 600.000$  kils.

$b = 0^m,18$ .

Resultando  $322,8 < 324$ .

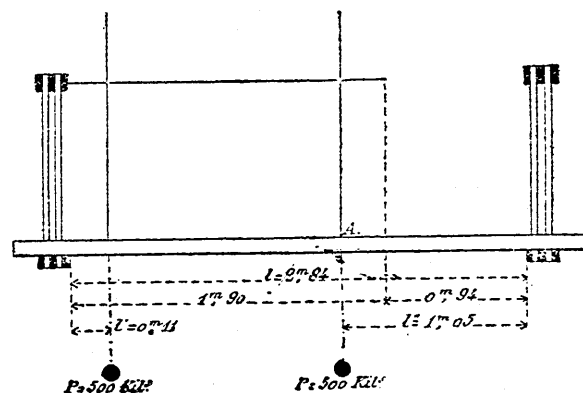
Verifiquemos si pueden resistir al paso de la artillería.

Únicamente las piezas de á 12, rodadas, serán las que se arrastren por la carretera, pues las de mayor calibre conviene más llevarlas embarcadas.

Una pieza de á 12 rayada, con cureña de sitio, pesa próximamente 1.500 kilogramos. El ancho de batalla es de  $1^m,902$  y el de la via de las ruedas de  $1^m,325$ . Supongamos el caso más desfavorable. La pieza con su cureña sola está colocada contra uno de los cerchones del puente y sus dos ruedas descansan sobre una vigueta.

Podemos suponer que sobre estas ruedas cargan los  $\frac{2}{3}$  del peso total, es decir, 500 kilogramos en cada rueda.

El punto más peligroso en la vigueta será A



y la fórmula que nos dará la resistencia de la vigueta en ese punto será:

$$P l'' = \frac{P(l'' - l')}{l} l'' = R \frac{a b^2}{6}$$

$P = 500$  kilogramos

$l' = 0^m,11$

$l = 2^m,84$

$l'' = 1^m,05$

$R = 600.000$  kils.

$a = 0,10$

$b = 0,18$ .

El momento de resistencia de la pieza anteriormente determinado es igual á 524 kilogramos y el momento de rotura 531, algo superior al primero, pero hemos de tener en cuenta que no ha de presentarse en la práctica el caso supuesto, pues á la pieza de artillería se le coloca un avan-tren, quedando el peso total repartido en cuatro ruedas.

La flexión que pudiera experimentar la viga en su centro, bajo el peso de toda la carga de prueba, es

$$F = \frac{R Z^2}{4 E. H.} = 0^m,06$$

en la que:

$$Z = 14^m,60.$$

E = módulo de elasticidad; por centímetro cuadrado = 120.000 kilogramos.

H = altura de la viga = 1^m,40.

R = máximo de tensión ó compresión por centímetro cuadrado = 189 kilogramos.

Podríamos elevar el centro de la viga, al colocarla, en esos seis centímetros, pero juzgamos esto más bien perjudicial que ventajoso, habiendo observado en la práctica que la viga, buscando su desarrollo completo, lo verifica en sentido horizontal, produciendo sinuosidades de peor efecto que la flexión vertical.

Tan pronto como pudo colocarse fuerza permanente en Luchana y Udondo, hicimos trasportar en gabarras todas las piezas de los puentes, á cada punto de obra.

Sobre la carretera se armaron con toda comodidad y celeridad los cerchones, que se corrieron por medio de rodillos sobre dos vigas echadas solos estribos. Colocados luego en sus respectivos sitios, la clavazón de las viguetas y tablones del piso fué cosa de unas pocas horas.

El puente de Luchana fué armado y colocado en cinco ó seis días y el de Udondo sólo en tres, por la práctica adquirida en el primero por los carpinteros.

Dos pruebas hicimos antes de abrirlos á la circulación.

Un carro de dos ruedas cargado con tres toneladas de tierra se colocó sobre una vigueta, sin que se notara la menor flexión, pues las pequeñas escuadras clavadas en sus extremidades sobre las fajas no se movieron absolutamente.

A una compañía, puesta á nuestra disposición, se le hizo recorrer el puente con diferentes velocidades y estacionar largo rato en él, marcando el paso gimnástico, y lo único que se notó en medio

de la viga fueron vibraciones que no pasaron de medio centímetro.

Terminamos con la comparación del presupuesto de cada puente aprobado por la Dirección general de Obras públicas, en 31 de Julio último y su coste real.

| Presupuesto aprobado. |                | Costo.              |                |
|-----------------------|----------------|---------------------|----------------|
|                       | Pesetas. Cént. |                     | Pesetas. Cént. |
| Madera. . . . .       | 2033,92        | Madera. . . . .     | 1615,77        |
| Pintura. . . . .      | 445,92         | Pintura. . . . .    | 206,00         |
| Ferretería. . . . .   | 455,04         | Ferretería. . . . . | 367,99         |
| Accesorios. . . . .   | 300,00         | Jornales. . . . .   | 863,00         |
| TOTAL. . . . .        | 3234,18        | TOTAL. . . . .      | 3106,76        |

Bilbao, 15 de Setiembre 1874.

ADOLFO DE IBARRETA.

Voladura de la Peña denominada de Lamparon, en la desembocadura del Nalon

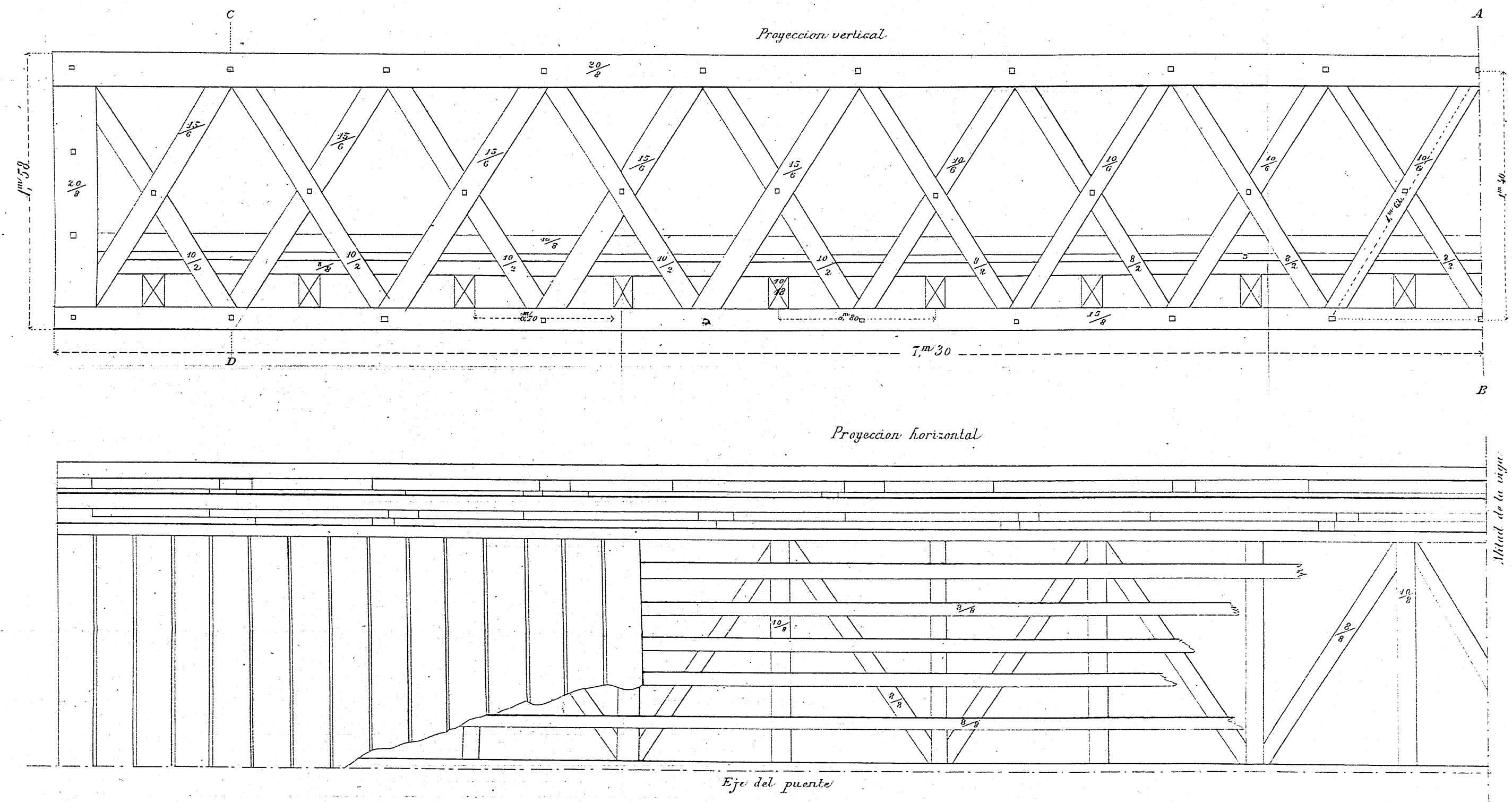
(PROVINCIA DE OVIEDO).

Trascribimos á continuación el extracto que hemos hecho de una Memoria que tenemos á la vista acerca de estos trabajos, que por la novedad del asunto y por los datos que contiene creemos que ofrecerá algun interés para nuestros lectores.

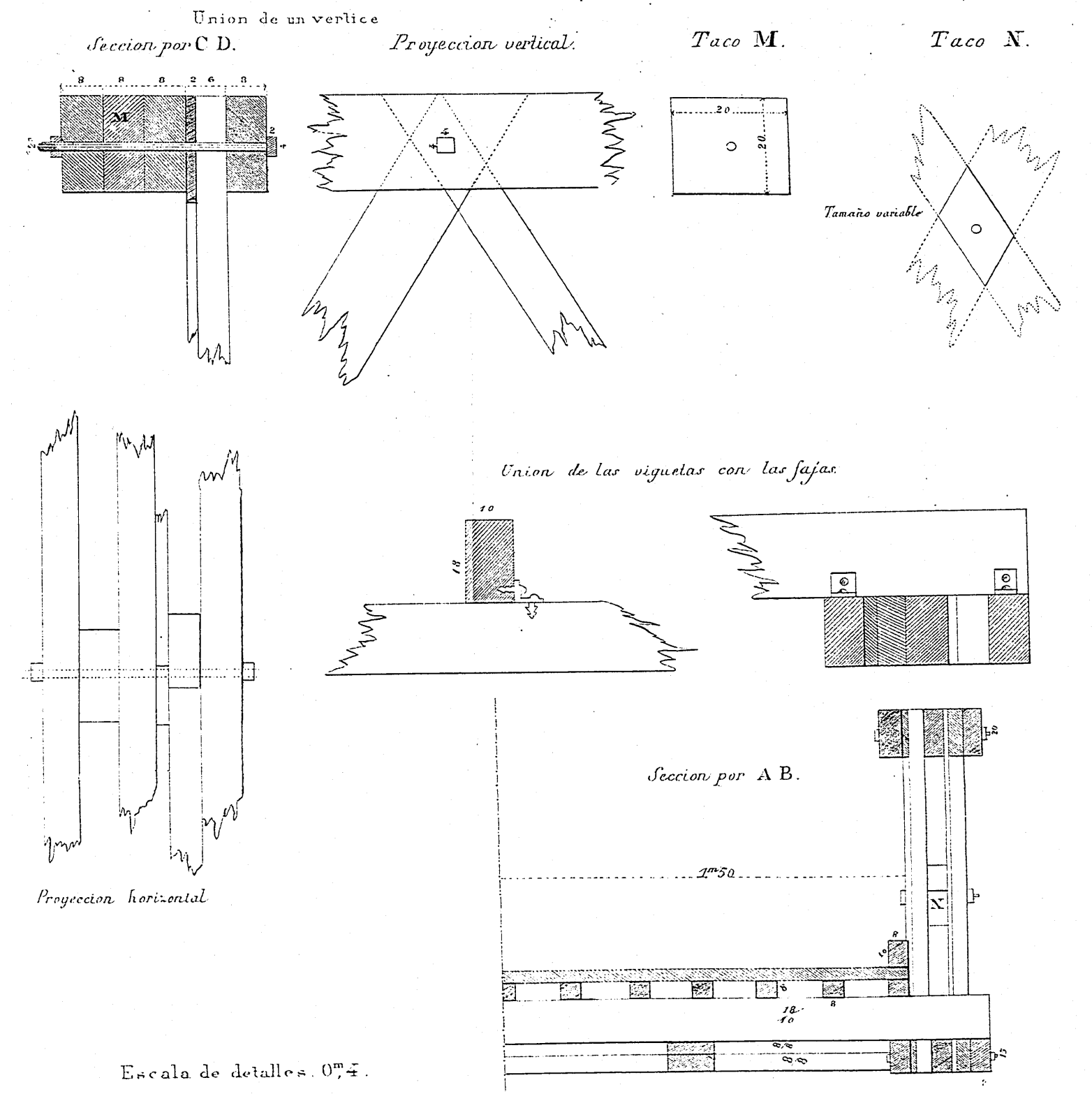
La Peña Lamparon, á juzgar por los datos que han podido adquirirse, está constituida por bancos verticales de 50 y 60 centímetros de espesor. En su cabeza tiene 6^m,00 de ancho y una altura máxima de 2^m,80, siendo la mínima de 2^m,00 sobre el fondo general del rio. Esta elevación disminuye, así como el ancho, á medida que va caminando hacia el otro extremo. Su volumen puede apreciarse en 240 metros cúbicos.

Aunque en principio fué aceptado el procedimiento inglés para la voladura, quiso ensayarse tambien el sistema ordinario de barrenos, lo que se hizo en los días 10, 11 y 12 de Setiembre de 1869, en que se dió principio á los trabajos. Pero todo resultó inútil, pues las resacas y corrientes que hay sobre la Peña son de tal magnitud, que imposibilitan la fijación de las gabarras y la tranquilidad y seguridad del buzo que ha de dirigir la barrena. Hubo, pues, que abandonar por completo este procedimiento, y no pudiéndose seguir trabajando á causa de los temporales que entonces empezaron á reinar, fué preciso suspender los trabajos hasta el siguiente mes de Octubre. Sólo siete días de este mes fué asequible la Peña para las embarcaciones, pero en tan escaso número de horas y con tantas

PROYECTO  
DE UNA PARALELA PROVISIONAL DE MADERA PARA LOS PUENTES  
VOLADOS DE LUCHANA Y UDONDO.



Escala: 0<sup>m</sup> 0 5.



Escala de detalles: 0<sup>m</sup> 1.