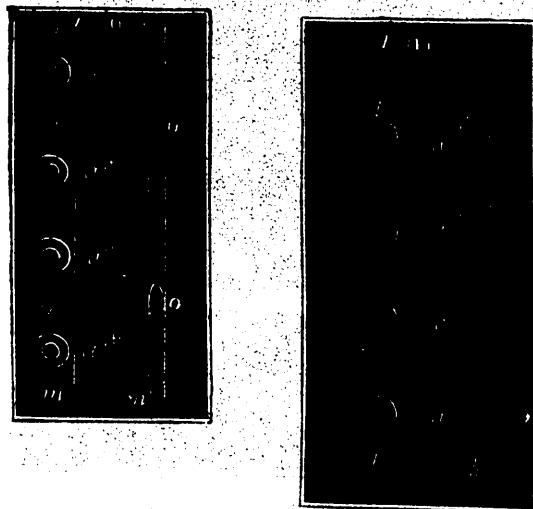


truccion por medio de los cuatro brazos de hierro h, h' que se empotran en la fábrica; segun su colocacion el liston de madera podrá quedar horizontal, vertical ó inclinado, conforme á la posicion en que necesitamos los aisladores.

Ultimamente, las figuras 15 y 14 representan los soportes mas sencillos que pueden emplearse para sostener los alambres de un telegrafo-electrónico, cuando han de establecerse á lo largo del paramento de una construcción cualquiera, y principalmente en el interior de algun edificio.



Estos soportes como se vé, no son otra cosa que una pieza de madera mm' á la que se han unido los aisladores a, a' y que se fijan con clavos ó tornillos á la fábrica. La diferencia que existe entre el soporte de la figura 15 y el de la 14 se reduce á que en la primera queda la palomilla separada y aislada del paramento por medio de dos pequeños anillos de porcelana oo' y en el segundo no.

Las indicaciones precedentes llenan á nuestro entender el objeto que nos habiamos propuesto; en ellas hemos procurado señalar lo mas conveniente respecto á los diferentes soportes que se emplean para sostener los alambres de las líneas electro-telegráficas, y condiciones á que deberán satisfacer. No hemos debido entrometernos á dar detalles de las distintas formas que afectan en las muchas líneas hoy dia construidas, porque saldría fuera de nuestro propósito y haría difuso este escrito; por esto hemos preferido concretarnos á señalar modelos, que pueden modificarse al infinito siempre que se procure satisfacer á las condiciones de un bueno, fácil y económico establecimiento.

Tampoco hemos dicho nada, respecto á los postes de fundicion que como indicamos al principio, pueden reemplazar en algunos casos á los de madera, porque fácil es deducir las dimensiones de aquellos conociendo las de estos

y fácil tambien el darles una forma sencilla y agradable á la vista; solamente indicaremos que para estos postes es indispensable tomar mayores precauciones que en los de madera, á fin de que el aislamiento de los hilos se haga con mas esmero para evitar hasta donde es posible las pérdidas de fluido que pueden verificarse por consecuencia de la mayor conductibilidad de la nueva sustancia de que se compone el poste.

M. GARRAN.

(Se continuará.)

PUENTE DE TRASPADERNE,

EN LA CARRETERA PROVINCIAL DE SANTE Á VILLASANTE.

La carretera provincial de Sante á Villasante, recientemente construida en la provincia de Burgos, (1) cruza el río Nela en la inmediacion de la villa de Traspaderne, y á unos 200 metros próximamente de su confluencia con el Ebro. Para este paso estaba proyectado desde 1842 un puente de madera con pilas y estribos de silleria, que constaba de tres tramos de 46 pies de claro los dos extremos, y 52 pies el del centro, formados por cerchones curvos de 6 pies de flecha, y constituyende un sistema muy semejante al empleado en el conocido puente de Ivry. El arranque de los arcos se había fijado á 18 pies sobre las aguas bajas. En construccion el estribo de la margen izquierda y construida la pila del mismo lado, nos encargamos de la inspección de esta obra al dar principio á la cimentación de la pila de la derecha, en cuyo trabajo se encontró la dificultad de un gran banco de cascajo, no previsto en el primitivo proyecto, y cuyo espesor ó potencia minima era 17 pies debajo de las aguas bajas según el resultado de las sondas practicadas al efecto.

Esta circunstancia del terreno motivó por de pronto el proyecto de un cimiento artificial que mereció la aprobacion superior, mas durante este tiempo se continuó estudiando y apreciando debidamente las condiciones locales, y todo aconsejaba la formacion de un nuevo proyecto de puente, abandonando por completo el proyecto existente, pero aprovechando las obras ya construidas. En efecto, el río Nela descubre en su curso una formacion de arcilla y piedra arenisca, cuyos estratos ó capas se presentan bien marcados en muchos puntos de las márgenes del río, corriendo este en otros por encima de las mismas capas que en Moneo, como á dos leguas

(1) Véase la REVISTA núm. 41, tomo 5º páginas 419 y 420.

de Traspaderne, y mas cerca aun, en este mismo pueblo y como á 250 metros agua arriba de la obra en cuestión, han servido para cimentar los puentes viejos que se ven en aquellos puntos. La misma pila izquierda del puente que nos ocupa estaba ya construida sobre roca arenisca, y era por tanto indudable que esta formación es la base general del lecho del río, y que el banco de cascajo situado en el emplazamiento de la pila y estribo de la margen derecha no podía ser consecuencia de un régimen constante, y si un efecto accidental con el que sería aventurado contar en adelante, cuando por la construcción misma del puente y en las grandes avenidas sobreviniesen variaciones en el régimen de la corriente. Este banco de cascajo aislado podía desaparecer parcial ó totalmente en la inmediación á su base, que es la parte mas atacada y espuesta constantemente á la acción del agua, y este temor sugería desde luego la idea de aumentar el claro del tramo central y con esto la probabilidad de mayor estabilidad en las fundaciones de la segunda pila. Los bancos de la misma formación arenisca y arcillosa que se presentaban en algunos puntos de la misma margen derecha y su correspondencia con los de la parte opuesta, indicaban que á mayor distancia del talweg del río debían aquello estar á menor profundidad, presentando tal vez una falla ó salto análogo al que se observaba en la pila de la izquierda, ofreciendo el centro una brecha practicada en la roca por la corriente del río. Las sondas y demás medios de observación no nos daban completa prueba de estas suposiciones, daban no obstante algunas, y el resultado vino finalmente á comprobarlas.

Reunidos también nuevos datos acerca del caudal de aguas en las crecidas y su mayor altura se creyó ademas insuficiente la desembocadura del puente proyectado, resultando reconocida la conveniencia de aumentar el claro y elevar á mayor altura el pavimento del puente. Como se verá mas adelante, aun no había transcurrido un año, cuando se vió por desgracia demostrada prácticamente la exactitud de estas previsiones. Quizá parezca que nos hemos detenido demasiado en estas indicaciones; pero haremos observar que si estos datos no son nunca sobradamente estudiados, se trata en el caso presente de un río tanto ó mas caudaloso que el Ebro, en aquella localidad, de una profundidad de 5^m,62 (15 pies) en las aguas bajas, y cuyas crecidas es muy difícil apreciar en las épocas de la fusión de las muchísimas nieves que se depositan en las elevadas y estensas montañas que vierten sus aguas al Nela.

Resumiendo lo expuesto se vé que era preciso aumentar el claro del tramo del medio y dar mayor altura á todo el puente; y te-

niendo presente la necesidad de aprovechar la pila izquierda ya construida y la imposibilidad de ensanchar este tramo por la distancia fija y elevación considerable de la margen, resultó como forma indispensable, simétrica y mas aceptable para el puente la de tres tramos de 24 metros (86 pies) de luz el del centro, y 18,82 metros (61 pies) cada uno de los laterales. Con estos datos desaparecía casi la posibilidad de la construcción de un puente de sillería con buenas condiciones de desague, y cuya obra ademas hubiese excedido notablemente el modesto presupuesto de que se podía disponer; en vista de cuyas dificultades y estudiados diferentes sistemas, el llamado de puentes americanos ó de Town era el que las salvaba todas y mejor se acomodaba á la localidad, y con arreglo á este sistema se ha proyectado y ejecutado esta obra que se representa en la lámina 55. Antes de pasar á explicar en detalle cada una de las partes del proyecto y obra construida, faremos unas breves observaciones acerca de este sistema, objeto de tan encontradas opiniones, para justificar las disposiciones adoptadas en la construcción que nos ocupa.

En los puentes del sistema de Town se considera á los cerchones como una viga rígida, esto es, que para la más perfecta construcción las fajas deben conducirse como si fuesen de una sola pieza y ligadas entre sí de una manera invariable por medio de las cruces ó aspas. En la práctica se consigue difficilmente tal ajustamiento de piezas que por otra parte es mucho mas difícil que continúe bajo la constante impresión de todos los accidentes y cambios atmosféricos que producen mayores inconvenientes en nuestro país, en el cual pocas veces se encuentran maderas de buena calidad, cortadas con la anticipación necesaria y debidamente conservadas y preparadas, y esta última circunstancia merece tenerse siempre presente. Estas causas son las que al poco tiempo dan lugar al huelgo y movimiento en las diferentes juntas y ensamblajes de las piezas, cuya flexión se hace desde luego sentir si en el conjunto de los cerchones no existe un notable exceso de fuerza, que en la mayor parte de los casos no puede darse á la construcción sino por su modo de resistir; es decir, que será siempre muy conveniente al hacer el cálculo de la resistencia de los tramos, considerarlos como simplemente apoyados en sus extremos y después procurar realizar en obra un verdadero empotramiento de los mismos. Esta consideración nacida de la diferente manera de resistir de unas y otras piezas está completamente conforme con una observación práctica en estas modernas construcciones, á saber: que en los puentes de un solo tramo la flexión es muy difícil de evitar por completo y que en los de varios tramos la flexión se hace sentir

de una manera mas notable en los tramos extremos, cuando estos y aquel forman como en el presente proyecto una sola pieza sin solución de continuidad, cuya ventaja procede indudablemente de las condiciones de empotramiento en que vienen á quedar el tramo ó tramos centrales; (1) es decir, que á parte de toda otra circunstancia y consideracion local, debe darse, si es posible, á los tramos extremos menor claro que á los centrales, sin dar por esto á aquellos menores dimensiones en las piezas que constituyen su resistencia, porque su mas desventajosa posición compensa el exceso de fuerza que al parecer tienen sobre los otros. Es así mismo indispensable que para que la resistencia calculada ofrezca una garantía práctica, se procure obtener la mas perfecta y estable unión en las diferentes piezas del sistema, y muy especialmente en las que constituyen su resistencia, sin cuyos requisitos quedan de hecho falseadas las hipótesis del cálculo y esuestas la construcción á los mas desagradables resultados.

Hechas las anteriores observaciones pasamos á la descripción del puente tal como se ha proyectado y construido, empezando por la parte peculiar de este sistema.

CERCHONES.

Todo el pavimento del puente está apoyado en dos cerchones que es la parte esencialmente característica de este sistema, y que de un estribo á otro forma cada uno una sola pieza, á fin de establecer mayor solidaridad entre los tres tramos y oponerse mejor á la flexión de cada uno de ellos. La parte resistente de estos cerchones se ha distribuido en tres órdenes de fajas, cada una de las cuales consta á su vez de tres órdenes de piezas ó largueros paralelos y formados por vigas de 5 á 7^m de longitud, 0,^m14 (0,5 pies) de grueso y 0,^m3 (15 pulgadas) de altura, excepto la superior que solo tiene 0,^m28 (1 pie) y sobre la que está colocada una albardilla circular de tablones de 0,^m07 (3 pulgadas) de espesor en su centro. Las piezas de las fajas, después de bien escuadradas, se han empalmado á rayo de Júpiter con llave, con lo que, y haber trazado todos los empalmes con el mayor cuidado y una misma plantilla se ha obtenido un ajustamiento muy satisfactorio; cada empalme va ademas sujeto con dos ceños ó abrazaderas de hierro terminadas á rosca y tuerca.

Los tres órdenes de fajas van unidos con dos series de tablones cruzados de 4,^m5 de longitud, 0,^m,21 (9 pulgadas) de ancho y

0^m,07 (3 pulgadas) de canto ó grueso, verificándose el enlace de unos y otros en cada cruzamiento de las aspas por medio de dos clavijas de encina seca que atraviesan de una cara á otra los 0,^m70 (2,5 pies) de grueso total del cerchon. Las clavijas correspondientes á los demás cruzamientos sujetan solo cada una de dichas cruces, esto es, un espesor de 0,^m14 (0,5 pies). Las mencionadas clavijas son de sección octogonal de 0,^m046 (2 pulgadas) de diámetro, ligeramente cónicas por uno de sus extremos, se las ha hecho entrar á golpe de mazo, y después de entradas se las ha abierto por el otro extremo en que se ha introducido una pequeña cuña metida también á toda fuerza.

Con el constante objeto de conseguir toda la rigidez y unidad posible se han establecido de 3,34 en 3,34 metros (12 en 12 pies) entre las fajas montantes ó postecillos verticales de madera de un espesor igual al de las fajas y sujetos á ellas por medio de llantas ó barras de hierro de 0^m,0116 (0,6 líneas) de grueso y 0,^m09 (4 pulgadas) de ancho, que abrazando el cerchon por su parte superior bajan por las dos caras de aquel y le quedan sujetas con pasadores de hierro de rosca y tuerca, que por lo tanto atraviesen y unan también las fajas y las aspas.

La inclinación de estas últimas se ha dispuesto de modo que sin diferenciarse mucho de la de 45° dejen para las vigas del suelo el hueco ó paso necesario para poder apoyarse sobre todo el ancho de la faja sin cortar ni debilitar estas ni aquellas piezas. Los extremos de cada cerchon están sujetos á la fábrica de los estribos por medio de barras de hierro, que abrazando el cerchon por su parte superior en la forma que se ha dicho para los montantes, bajan luego verticalmente á sujetarse en una pieza de madera colocada en el fondo de las fundaciones de cada estribo. Estas barras son planas, é iguales á las que antes se han citado, en la parte de su contacto con los cerchones y cilíndricas de 0^m,07 (3 pulgadas) de diámetro en todo el resto de su longitud, que atraviesa el macizo de los estribos.

La altura total de cada cerchon sin contar la albardilla es de 2^m,79 (10 pies) en la que están repartidas las tres fajas que quedan descritas. La distancia que separa las dos superiores es mayor que las de las inferiores á fin de dejar la altura necesaria á la parte que sirve de barandilla ó antepecho.

Como acaba de indicarse, el pavimento del puente se apoya sobre las fajas intermedias, sirviendo de primer enlace de un cerchon con otro; aumentando la invariabilidad del sistema, con los cuchillos triangulares que se ven en el plano y cuyos pares sostienen en su parte superior una hilera en que se apoyan también las vigas del suelo y con lo que por tanto se consigue referir á la tensión de los tirantes

(1) En la memoria del sistema de puentes de Howe, publicada ultimamente por la Revista se esponen interesantes detalles analíticos y prácticos acerca de esta materia.

una parte del peso del pavimento. Apesar de que en el dibujo se figuran las fajas de los cerchones á causa de la pequeñez de la escala segun una linea horizontal, se les ha dado una pequeña flecha de 0,09 (4 pulgadas) al tramo del centro y 0^m,07 (3 pulgadas) á los extremos. Este peralte es casi imperceptible á la vista, contribuye indudablemente al mas perfecto ajustamiento de las piezas y se opone al descenso del cerchon debajo de la horizontal de los arraques. Una flecha mayor produciría dificultades de arreglo en el pavimento y como da al tramo mayor longitud, seria muy perjudicial si por falta de resistencia ó mala construcción llegase aquél á descender despues con las cargas y accidentes.

En algunos puentes de esta clase se ha añadido al todo ó parte de los cerchones y por su parte esterior un forro de tablones, que en el de Traspaderne no hemos empleado, porque no siendo de grande importancia la mayor rigidez que pueda dar al cerchon, aumenta notablemente su peso y ofrece al viento una superficie demasiado estensa, á cuyo principal motivo se ha atribuido el alabeo y flexion horizontal que se observa en algunos puentes; sin el forro de tablones resulta ademas mayor ligereza y mejor buen efecto en el conjunto de la obra.

El cálculo de la resistencia de los cerchones se ha hecho solamente para los del tramo central, que es el que se encuentra en circunstancias mas desfavorables, suponiendo apoyados simplemente sus extremos sobre las dos pilas.

Sean

R =resistencia media del roble=6 000 000 kilogramos.

e =espesor ó grueso total de las fajas=0^m,84 (3 pies)

$2l$ =luz ó claro total del tramo=24^m (86 pies)

h =altura total del cerchon=2^m,79 (10 pies)

h' =altura del hueco entre las dos fajas estrechas=2^m,49.

h'' =altura de la faja intermedia=0^m,50.

M =momento de rotura

p =peso que puede cargar sobre cada unidad de longitud del tramo.

Suponiendo repartida uniformemente la carga p se tiene

$$2lp = \frac{4M}{l} \text{ y siendo}$$

$$M = \frac{Re}{h} \left(h^3 - (h' - h'')^3 \right)$$

$$M = \frac{12}{2} \frac{Re}{h} \left(h^3 - (h' - h'')^3 \right)$$

será

$$2lp = \frac{2Re}{5lh} \left(h^3 - (h' - h'')^3 \right).$$

Sustituyendo en esta fórmula los respectivos valores numéricos antes dichos, resultará

$$2lp = \frac{2 \times 6\,000\,000 \times 0,84}{5 \times 12 \times 1,79} = 21,718 - 6,751$$

$$= 100,358 \times 14,967 = 1\,502\,058 \text{ kilogramos y por consiguiente } 751\,029 \text{ kilogramos para el peso que el tramo podrá resistir en su punto medio. Dividiendo aquel número por } 133,68 \text{ metros cuadrados que tiene el pavimento del tramo, resulta que cada metro cuadrado podrá resistir } 11,257 \text{ kilogramos, que se reducirá á } 1,125 \text{ kilogramos fijando la resistencia permanente de la madera en } \frac{1}{10} \text{ de su resistencia absoluta, y á } 75\,102 \text{ kilogramos el peso que puede resistir en medio del tramo.}$$

El peso propio de los tramos ó su carga permanente se compone de

Metros cúbicos.	Kilogramos
44,982 de fajas de roble	55 736
40,698 de aspas, de pino	26 453
7,408 de montantes ó postecillos id. .	4 815
32,720 de vigas del suelo, de roble .	24 540
1,990 de andenes, de pino	1 295
24,240 de pavimento, id.	15 756
4,860 de andenes id.	3 458
5,780 de albardilla id.	2 459
6,155 de tirantes, id.	5 987
2,940 de torna-puntas, id.	1 911
3,560 de hilera del piso, id.	2 184
Suma.	120 292
Hierro.	5 157
Total.	125 429

Peso total del puente.	126 429
Por metro cuadrado del pavimento.	575,5
Queda para la resistencia eventual por metro cuadrado.	747,5

Estos resultados dan para los cerchones una resistencia bastante superior á la que les será necesaria en los casos mas desfavorables, ya como uno de ellos, que todo el ancho del puente esté ocupado por personas, ó que transiten por él carruajes de los mas cargados que frecuentan nuestras carreteras. Creemos sin embargo que no sería prudente, haciendo un cálculo inverso, reducir las dimensiones de los cerchones del puente hasta el límite del $\frac{1}{10}$ antes dicho, y suponiendo solamente la carga eventual ordinaria, porque no es aventurado suponer que á los dos años ó tal vez antes y por causas ademas independientes del tránsito, experimenten algun desarreglo y movimiento las diferentes uniones de las piezas de madera; el conjunto de ellas deja de ser entonces una viga rígida y las condiciones del equilibrio y resistencia permanente llegan á desaparecer por completo. No de otro modo pueden explicarse las notables flexiones ocurridas en los tramos de puentes del sistema que nos ocupa, no obs-

tante haberles dado las dimensiones que según el cálculo y límite de resistencia de los materiales aparecían como suficientes. Estas consideraciones, indicadas también al principio de este escrito, el ejemplo de desagradables casos de esta especie y el acuerdo del distinguido Ingeniero que entonces dirigía el Distrito, son las que nos condujeron á dar al puente las dimensiones y forma que la práctica ha sancionado como mejores, y aplicar después el cálculo que antes se ha detallado.

La resistencia de las vigas del suelo está también dada por la fórmula

$$2lp = \frac{4M}{l} = \frac{4Reh^2}{6l} \text{ en que}$$

l = ancho de la vía = 5, m 57, (20 pies)

c = grueso de la viga = 0, m 21, (9 pulgadas)

h = altura de id. = 0, m 28, (4 pie)

p , M y R , tienen los mismos valores que anteriormente y sustituyéndolos en la fórmula resulta

$$2lp = \frac{4 \times 6\,000\,000 \times 0,21 \times 0,078}{6 \times 2,79} = 25\,485 \text{ kil.}$$

y 2 548 kilogramos, y fijando en $\frac{1}{10}$ el límite de la resistencia absoluta del material.

La carga que cada viga podrá sostener en su punto medio será de 1 474 kilogramos y siendo 4 m, 26 superficiales de pavimento los correspondientes á la resistencia de cada viga, podrá ésta resistir 425 kilogramos por metro superficial ademas de los 547 kilogramos del peso propio de dicha pieza y el suelo del puente. Se ve pues que la resistencia de las piezas del suelo, si bien superior á las cargas ordinarias de prueba, es sin embargo menor que la correspondiente á los cerchones, mas como las vigas están sostenidas en su punto medio y referido por consiguiente su peso á los tirantes y al mismo cerchón, resulta que dichas vigas ofrecen una resistencia algo mayor que estos, aun dado que se les considere como una viga rígida, y no será por tanto de temer flexión alguna en las mencionadas piezas.

Según lo dicho antes, la resistencia de las aspas ó cruces debe exceder en mucho á los esfuerzos á que deban estar expuestas. La resistencia de cada saja sola sería de 2520 kilogramos repartidos en su longitud, y la de los tres sin trabazón alguna 7 560 kilogramos, y como la del cuchillo es de 150 205, resulta que las aspas han de sufrir un esfuerzo equivalente á la diferencia, que es 142 645 kilogramos, ó sea 557 kilogramos cada una de las 256 del tramo central. Este esfuerzo vertical representa en sentido de su longitud uno de 788 kilogramos, y suponiendo que R no llega á ser mas que de 5 000 000 para el pino de que se componen, como su sección transversal es de 0 m. c., 014, pueden aguantar una presión de 7 000 kilogramos, que es nueve veces

mayor que la máxima que podrán sufrir en circunstancias extraordinarias, y esto sin tener en cuenta el refuerzo que proporcionan los montantes y abrazaderas.

CAYETANO GONZALEZ DE LA VEGA.

(Se continuará.)

ORGANIZACION

QUE DEBE DARSE AL PERSONAL AUXILIAR FACULTATIVO Y AL DE TRABAJADORES DE TODAS CLASES EN LA CARRETERA DE PALENCIA A SANTANDER.

ARTICULO 2.^o

Ventajas que reportaría el país de poner por obra el arreglo de personal propuesto en el artículo 1.^o

Motivada la necesidad de un cambio en la organización del personal de todas clases en la carretera de Palencia; esplícado el defectuoso, erróneo y de consiguiente insegundo sistema á que ha sido preciso sujetarse hasta ahora; y espuesto el racional, fundado en los buenos principios teóricos y de observación que deben observarse como uno de los puntos capitales del método que yo defiendo y quiero poner en práctica, consiste en mejorar la instrucción y enseñanza de los trabajadores y dar la preferencia que se debe á la mano de obra permanente y bien vigilada sobre los materiales, manifestaré nuevamente en este sitio de un modo diferente del que lo he hecho otras veces que en la carretera de Palencia, para equilibrar sencillamente durante un año las fuerzas destructoras, se necesitan los 80 000 jornales de trabajadores que dijimos en nuestro artículo del 15 de febrero último. En efecto, según las observaciones del general Burgoyne, director general de las carreteras de Irlanda, esplanadas en una nota impresa entre las de los Anales de puentes y calzadas de 1847, tratando este autor de los 85 kilómetros 668 metros (52 millas) que miden las calles afirmadas de Dublin, basado en su grande experiencia, asegura que el trabajo de conservación para alcanzar todo su efecto, necesita por término medio en las calles mas frequentadas un hombre para cada 250 m⁰⁰ (200 yardas). Segundo esto, para los 84 kilómetros que componen la división de Palencia se necesitarían diariamente

$$\frac{4 \text{ hombre} \times 84000}{250} \text{ ó } 336 \text{ hombres,}$$

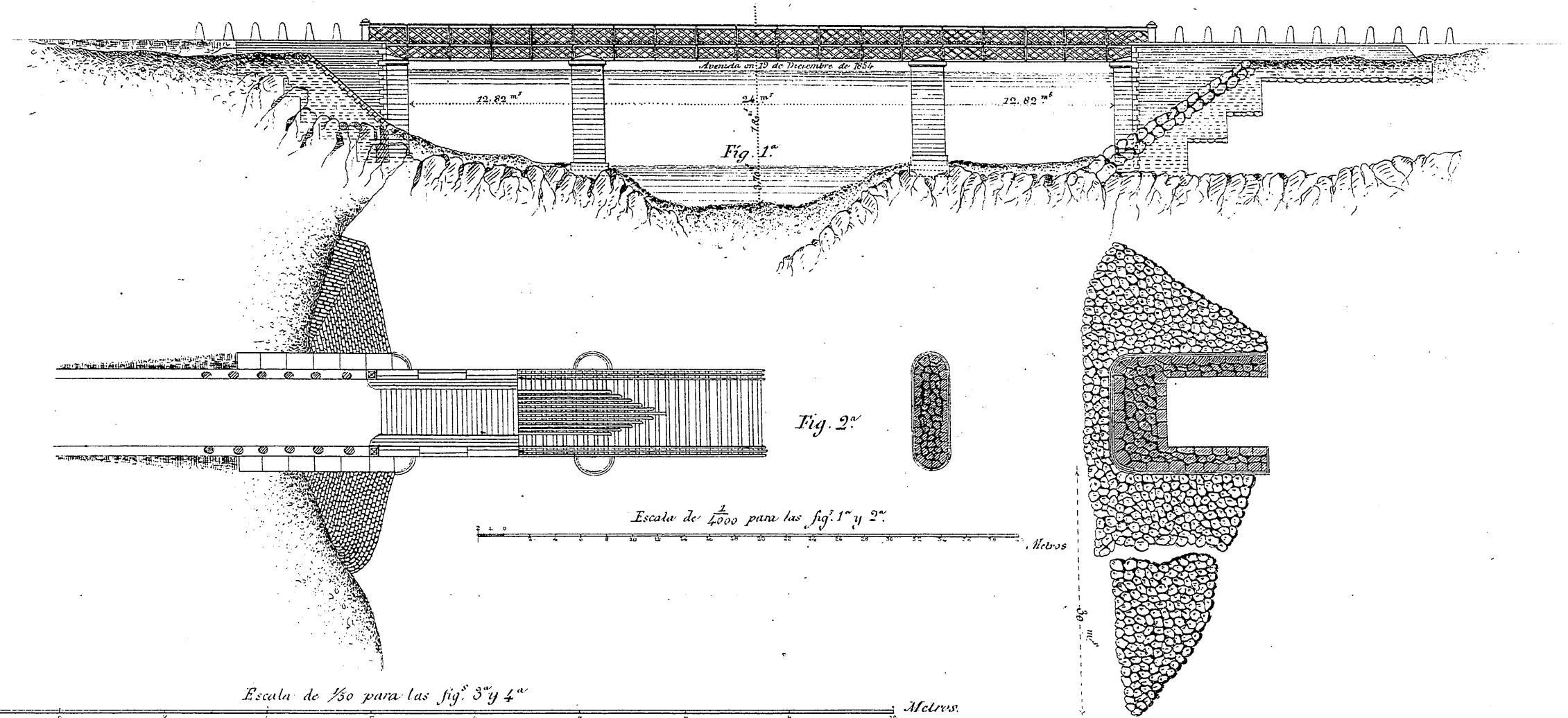
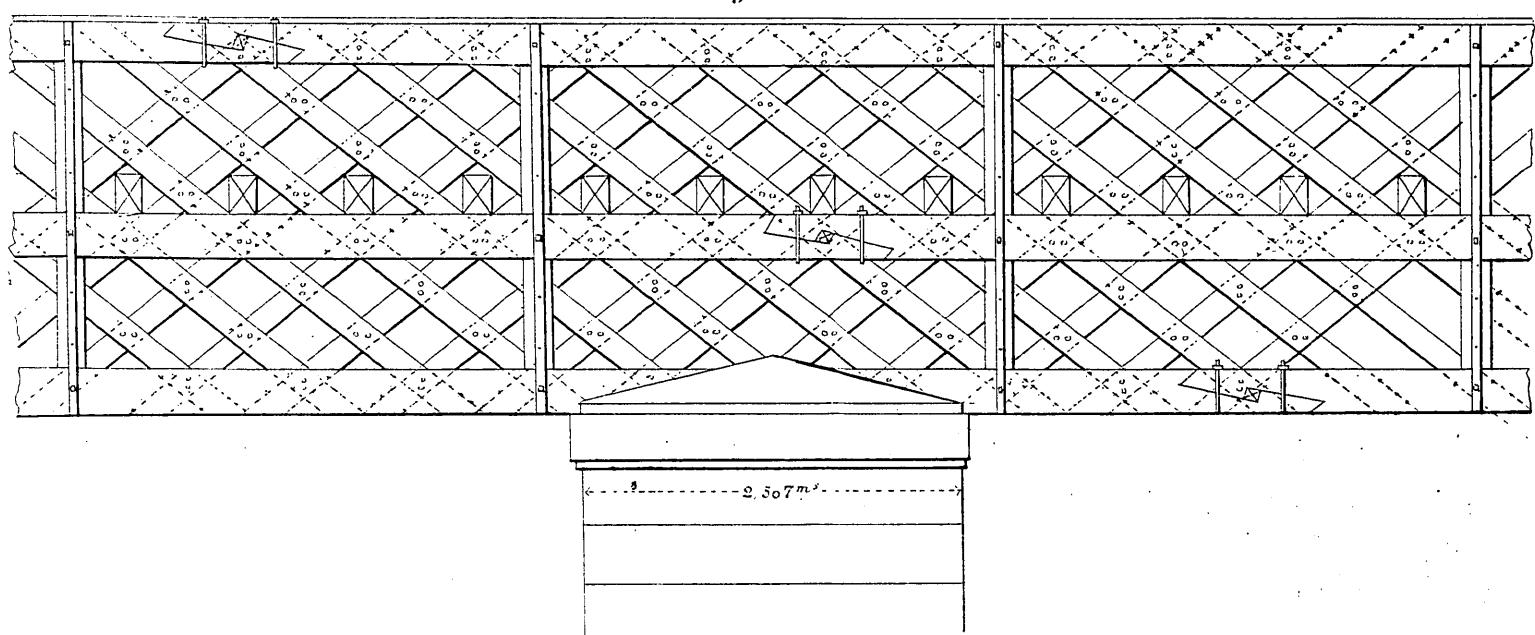
y en el discurso de 515 días de trabajo de que consta un año

$$336 \text{ hombres} \times 315 = 114\,975 \text{ jornales,}$$

cifra que en números redondos pasa de 55 000

PUENTE DE TRASPADERNE

construido sobre el río Nela, en la carretera provincial de Sante á Villacante, proyectado y dirigido por el Jefe de Caminos, Canales y Puertos
D. CAYETANO GONZALEZ DE LA VEGA.

Escala de 1/50 para las fig. 3^a y 4^aFig. 3^a

Metros.

Fig. 4^a