

# REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

## PUENTE COLGADO SOBRE EL RÍO EBRO EN AMPOSTA (TARRAGONA) (1)

(CONCLUSIÓN)

CÁLCULO DEL TRAMO DE 9,85 METROS DE LUZ.—Adoptamos para estos tramos la misma sección transversal que para el tramo de 5 metros del canal de Piñol, excepto las dimensiones de las vigas que aquí tienen 0,25 por 0,75 metros. Todos los elementos del forjado y voladizo son, pues, iguales que en aquel tramo, y prescindimos de su cálculo para la disminución de 0,05 en la luz real de los forjados; no vale la pena de reducir las armaduras.

Vigas.—Hemos visto también en el tramo de 5 metros que las vigas centrales están un poco más cargadas que las laterales, aunque poco, por lo que allí no calculamos sino las primeras; lo mismo haremos aquí, y como los pesos uniformes por metro lineal son también iguales, tendremos

$$M_1 = \frac{1.300 \times 10,5^2}{8} = 17.915.$$

Según la posición más desfavorable, en sentido transversal, que pueden ocupar los carros, corresponden á una viga central los  $\frac{2}{3}$  del peso total de una fila; luego aplicando el cuadro de pesos uniformemente repartidos que, según la instrucción vigente, es equivalente en cuanto á los momentos de flexión al tren de carros de seis toneladas, tendremos:

La carga por metro lineal y por fila de carros es de 1.350 kilogramos, para luz de 10 metros; por interpolación obtenemos 1.262 kilogramos para luz de 10,50 metros, luego

$$\frac{2}{3} 1.262 = 841 \quad M_2 = \frac{841 \times 10,5^2}{8} = 11.590.$$

$$M_{\text{total}} = 17.915 + 11.590 = 29.505.$$

La armadura que disponemos está formada por seis barras de 28 milímetros (36,88) para la tensión, y tres barras de 15 milímetros (5,30) para compresión.

En todo seguiremos el mismo procedimiento de cálculo que en las vigas del tramo de 5 metros, salvo tener en cuenta el trabajo de compresión de la armadura superior, que allí despreciamos porque sobra cabeza comprimida.

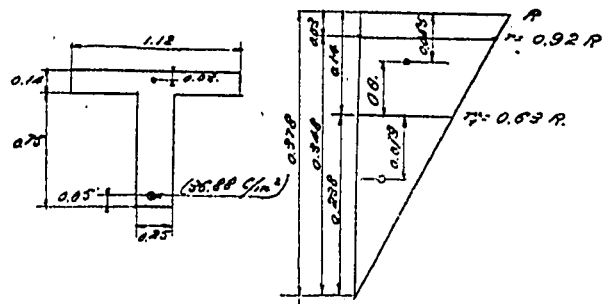
La posición de la fibra neutra será:

$$\frac{112 \times 14 \times 7 + 75 \times 25 \times 51,5 + 5,3 \times 15 \times 3 + 36,88 \times 15 \times 84}{112 \times 14 + 75 \times 25 + 5,3 \times 15 + 36,88 \times 15} = 37,8$$

$$r = R \frac{34,8}{37,8} = 0,92 R$$

$$r_1 = R \frac{22,8}{37,8} = 0,63 R$$

$$OG = 14 \frac{R(0,63 - 2)}{R(1,89 - 3)} = 7,5$$



Compresiones:

$$\text{Forjado} \dots \dots 112 \times 14 \times \frac{1 + 0,63}{2} R = 1.270 R.$$

$$\text{Viga} \dots \dots \dots 23,8 \times 25 \times \frac{0,63}{2} R = 217 R.$$

$$\text{Armadura} \dots \dots \dots 5,3 \times 15 \times 0,92 R = 73 R.$$

$$\underline{\underline{1.560 R.}}$$

El punto de aplicación de la resultante de todas las compresiones será

$$\frac{(1.270 \times 6,5 + 217 \times 21,9 + 73 \times 3) R}{1.560 R} = 8,4.$$

Brazo del par

$$89 - (8,4 + 5) = 75,6.$$

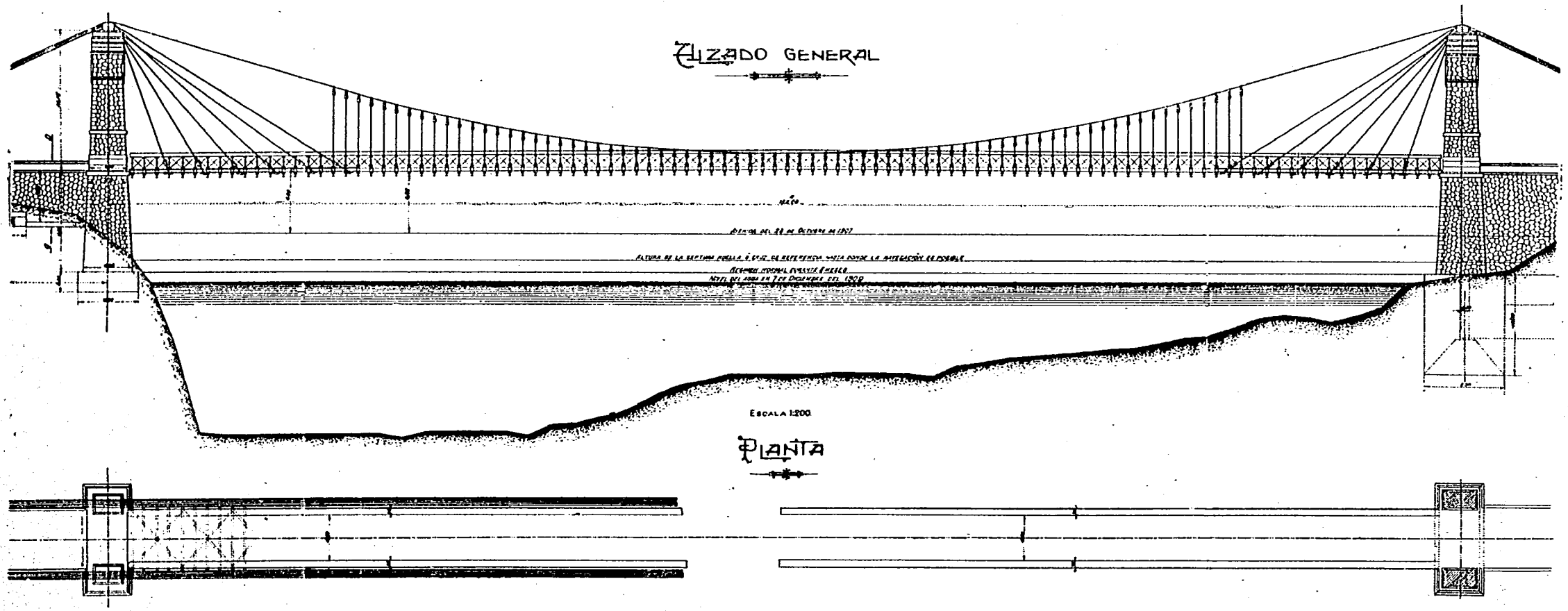
Fuerzas de compresión y tracción

$$\frac{2.950.500}{75,6} = 39.027.$$

Compresión máxima

$$R = \frac{39.027}{1.560} = 25 \text{ kilogramos.}$$

(1) Véase el número anterior.



Compresión media

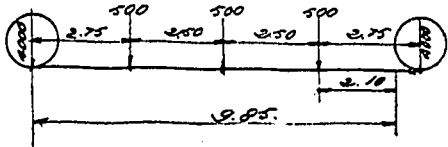
$$\frac{39.027}{112 \times 14 + 25 \times 23,8 + 5,3 \times 15} = 17,4 \text{ kilogramos.}$$

Trabajo de la armadura de tensión

$$\frac{39.027}{3.688} = 10,5 \text{ kilogramos.}$$

La posición más desfavorable de los carros para el caso de esfuerzo cortante es, según el croquis y el valor de este esfuerzo,

$$E = \frac{1.300 \times 9,85}{2} + 4.000 + \frac{500 (2,10 + 4,6 + 7,1)}{9,85} = 11.102.$$



La sección necesaria en cada serie de horquillas y para la longitud más próxima al apoyo é igual al brazo del par elástico será

$$\frac{11.102}{2 \times 2 \times 7} = 264.$$

Emplearemos varilla de 6 milímetros y necesitamos nueve secciones.

Como dijimos antes, las vigas laterales llevarán la misma armadura.

**PRECIOS.**—Para los cables se necesitan emplear aceros fundidos al crisol de primera calidad, laminados y trefilados por procedimientos especiales que le permitan adquirir resistencias á la rotura, tan excepcionales como las que se fijan en el art. 24 del pliego de condiciones facultativas, que son de 110 kilogramos para los cables suspensores y de retención; 140 kilogramos por milímetro cuadrado para los alambres de los cables oblicuos, de 2,7 milímetros de diámetro y de 130 kilogramos por milímetro cuadrado para los alambres de 3,6 milímetros que han de servir para los cables de las péndolas. No es, pues, extraño, que para estas dos clases de cables, montados, pintados y probados, lleguen á 1,34 y 1,43 pesetas los precios del kilogramo.

Las demás unidades metálicas tienen menos importancia, y los precios que adoptamos son los corrientes en el mercado, conocidos ya de todos los Ingenieros, á los que se han añadido las partidas correspondientes á ajustes, montajes, pintura y pruebas, para obtener los predios unitarios totales.

Consignamos un precio de 4 pesetas para la excavación de cimiento en el conglomerado de la margen derecha, y un precio de 23 pesetas para la excavación con agotamiento para la margen izquierda, que se aplica á un volumen mayor.

Pero hemos tenido presente para este último precio que no se ha de aplicar, según se prescribe en el pliego de condiciones, más que á la parte de excavación medida por los planos verticales de los bordes inferiores del cimiento, cualquiera que sean los volúmenes que se ejecuten, y que en este precio está comprendido no sólo los agotamientos para ejecutar las excavaciones, sino los necesarios para construir en seco el hormigón del cimiento y el gasto no pequeño de las entibaciones indispensables para sostener con taludes verifales un terreno de tan escasa consistencia, así como los transportes verticales de los productos.

Para el metro cúbico de excavación por aire comprimido ponemos el precio de 45 pesetas, teniendo en cuenta que no se medirá esta excavación más que por el volumen ocupado por el cimiento, y como quiera que habrá que extraer un volumen mu-

cho mayor, porque en esta clase de terreno, según hemos comprobado en repetidos casos, las arenas flojas y legamosas que constituyen aquella margen han de fluir por debajo de los cuchillos del cajón, de aquí resulta la necesidad de aumentar los precios unitarios.

Para el metro cúbico de hormigón de cemento portland en cimientos de todas clases ponemos un precio de 30 pesetas, que es el corriente en esta clase de obras, puesto que cada metro cúbico ha de llevar 200 kilos de cemento portland artificial. Este precio se ha de aplicar también á los cajones y rellenos por aire comprimido.

Pero, además, análogamente á lo que se ha propuesto y aprobado en el puente de Mora de Ebro, en la misma provincia de Tarragona, consignamos un precio alzado de 30.000 pesetas para el cajón de hormigón armado para la hinca de la pila izquierda.

Obsérvese que se trata de un cajón de dimensiones extraordinarias con una base de  $15 \times 8 = 120$  metros cúbicos, mientras que los cajones del puente de Mora se han pagado á 20.000 pesetas cada uno, que tienen de base  $10 \times 4 = 40$  metros cúbicos, es decir, la tercera parte.

Con estos precios unitarios, el precio total del cimiento por aire comprimido resulta de 100 pesetas, mientras que en Mora resultaba á 98 pesetas.

Téngase presente que en Mora hemos ejecutado más de 2.000 metros cúbicos de esta clase, mientras que en Amposta sólo se necesitará como máximo 1.200 metros cúbicos, y es sabido que en esta clase de trabajos los gastos generales, la instalación y la amortización del material tiene que repartirse sobre el número de unidades que se ejecute.

Por lo tanto, nuestro precio es relativamente más económico que el de Mora de Ebro; sobre todo, se tiene en cuenta que los cajones de este último puente se han hecho con cemento natural en su mayor parte.

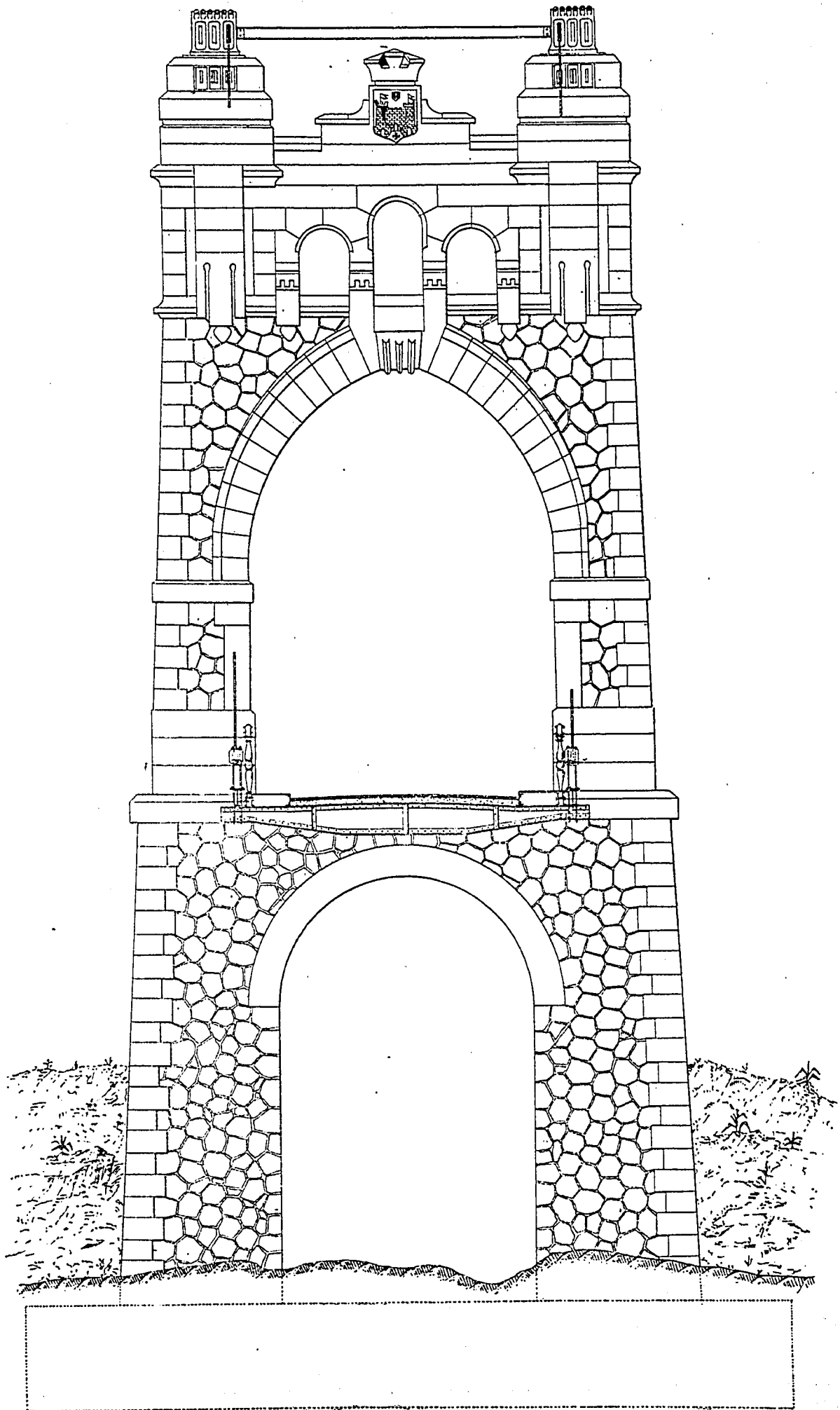
Para las mamposterías y sillerías aplicamos precios de 11 pesetas, para mampostería en seco rejuntada en paramentos; de 24 pesetas para la mampostería careada hidráulica, y de 110 pesetas para la sillería aplantillada y moldeada, pero debemos hacer observar que, dada la forma que hemos dado á las pilas, con sus grandes aligeramientos, resulta que la mayor parte del volumen estará en paramentos vistos, lo que hace subir considerablemente el precio de la unidad; que la sillería exigirá despieces difíciles, labras costosas y asientos delicados y precisos, por todo lo que no podemos proponer precios inferiores á los calculados.

Para las obras de hormigón armado que se proyectan proponemos 80 pesetas para el metro cúbico de hormigón moldeado y 0,70 pesetas para el kilo de acero en armaduras á todo coste, que son precios corrientes aceptados ya por la Superioridad en otros proyectos.

El metro cuadrado de losetas de asfalto exige un precio de 18 pesetas, pues se trata de losetas de asfalto comprimido y es más caro que el fundido, y además hay que colocarlo embaldosando, por decirlo así, el tablero con mucho cuidado y precisión, por medio de una capa fina de mortero rico de portland.

Para el metro cúbico de terraplén proponemos un precio de 1,60 pesetas, teniendo presente que ha de hacerse todo con tierra de préstamo, con un transporte que no baja de un kilómetro; al afirmado se consigna un precio de 7 pesetas, calculado con arreglo á los precios corrientes de la localidad.

Por último, se consigna una partida alzada de 25.000 pesetas para andamios, cimbras y medios auxiliares de todas clases, pues teniendo en cuenta las alturas de 25 metros que tienen las pilas se comprenden las dificultades que ha de ofrecer su cons-



trucción y la necesidad de un andamio especial para cada una de ellas, con grúas y artefactos que eleven y asienten la sillería.

**PRESUPUESTOS Y RESUMEN.**—Aplicando los precios que acabamos de justificar, hemos obtenido los presupuestos parciales y generales de ejecución material, y añadiendo á éstos el 17 por 100 de contrata, que comprende los accidentes del trabajo, y cuya cifra ha sido aceptado en otros proyectos aprobados por la Superioridad, resulta que la solución que comprende muros de acompañamiento de mampostería en las dos márgenes, tiene un presupuesto de contrata de 875.157,15 pesetas, mientras que la segunda solución en que se sustituye el muro de acompañamiento de la margen izquierda por tramos de hormigón armado sólo asciende á 816.919,26 pesetas de contrata, es decir, 58.237,89 pesetas de economía en favor de esta última variante.

J. EUGENIO RIBERA.

## LA CIUDAD JARDÍN (1)

(CONCLUSIÓN)

### Métodos comerciales y financieros.

Si de los aspectos arquitectónico y social pasamos al plan financiero adoptado, el Suburbio Jardín de Hampstead nos ofrece uno de los ejemplos más notables de aquel buen sentido práctico comercial, de aquella activa y fecunda colaboración de iniciativas y esfuerzos, y aquella admirable ductilidad de métodos á tenor de las circunstancias, que suelen distinguir la actuación de todas las empresas de este género en Inglaterra, y que constituyen, sin duda, uno de los más importantes secretos de sus grandes éxitos.

Firmes en el principio general adoptado por los mismos, de reservar la propiedad de la tierra con sus incrementos de valor sucesivo á beneficio de la colectividad que los produce, los fundadores de esta empresa han entendido, con muy buen acuerdo, dejar dueño de la finca al *Trust* ó patronato de carácter semilántrópico que inició los trabajos, y cuya constitución ofrece la más absoluta garantía de que los nobles ideales de la institución serán mantenidos á toda costa y en todo tiempo. En su consecuencia, salvo raras y ligeras excepciones, el *Trust* no vende sus solares, sino que simplemente los arrienda, según el común sistema inglés de los *leases* ó arrendamientos á largo plazo (noventa y nueve ó novecientos noventa y nueve años), cediendo únicamente el derecho de superficie en favor de los constructores, cuyos edificios quedan, por tanto, á la expiración del pacto, á favor del verdadero dueño del solar.

Tal es, pues, el estado jurídico del dominio de Hampstead, cuyos 243 acres originarios se han ido acreciendo con sucesivas adquisiciones, hasta casi triplicar actualmente aquella superficie. Y si los primeros ensayos de edificación debieron ser, en los comienzos, encomendados por el patronato á empresarios particulares, muy pronto los éxitos de estos mismos ensayos le pusieron en contacto con pujantes organismos constructores, particularmente los cooperativos del tipo explicado en nuestra anterior reseña, los cuales, mediante contratos como los antedichos y con sujeción á los términos y condiciones de interés general establecidos por el *Trust*, han desarrollado, por cuenta propia, la casi totalidad del dominio.

He aquí á continuación una breve noticia de la acción respectiva de los diferentes organismos que han colaborado en esta grande obra:

La Hampstead Garden Suburb Trus Ltd., que tal es el nombre comercial de la fundación patronal originaria, ha arrendado parcelas á constructores particulares, sobre las cuales se han edificado villas y casas por un valor total de 63.000 libras esterlinas. Este mismo *Trust* ha erigido el magnífico edificio social llamado el Instituto—una especie de Club que, provisto de biblioteca, sala de reuniones y conferencias, billares, campos de juegos, etc., está destinado á fomentar y cobijar todas las manifestaciones del espíritu social que anima á la colectividad; y el mismo *Trust* ha construido también una porción de villas para alojamiento de sus numerosos empleados, así como varias de las casas de pisos anteriormente indicadas, diversos *garages* para uso de los vecinos, con habitaciones para los conductores, y un asilo para niños pobres, todo ello por un valor de 25.000 libras esterlinas.

Como dueño del terreno, el *Trust* ha trazado el plan general y realizado las obras de urbanización del mismo, y ha reservado, ha replanteado y mantiene á sus costas los abundantes espacios libres, campos de juego y floridos jardines, así como el vasto monte central del suburbio, todo absolutamente abierto á la libre disposición de sus moradores. Por todos estos servicios, con el cuantioso dispendio que representan, el *Trust* se limita á percibir un interés fijo á razón del 5 por 100 del capital invertido, según una de las cláusulas de la ley de su fundación; y además ha cedido gratuitamente amplios solares para la creación de las dos iglesias antes referidas en la plaza principal, así como también para las escuelas públicas modelo, que deben construirse. El *Trust*, en fin, ejerce las funciones de patrón superior en toda la colonia, y no pierde ocasión para fomentar el alto espíritu cívico y social que intenta infundir en la misma por los mil diferentes medios que su dominante y desinteresada situación le ofrece, y que no se limitan, aunque se concentran, en la hermosa obra del Instituto.

Para el desarrollo de la edificación en el suburbio, varios organismos constructores han tomado tierras bajo el dominio del *Trust*. Primeramente la Hampstead Tenants Ltd., Sociedad cooperativa de inquilinato, adherida á la Federación general del grupo reseñado en el precedente capítulo, que, bajo la dirección técnica de los arquitectos Unwin y Parker, tomó para edificar 27 acres de la parte occidental de la finca. Aunque registrada en 1907, esta Sociedad hace ya tiempo que ha completado sus obras, poseyendo actualmente 271 casas, un Club social, varias tiendas y el hermoso Asilo para ancianos antes mencionado, con un valor total aproximado de 140.000 libras esterlinas y un capital en acciones de 30.520 libras esterlinas.

Siguiendo la misma pauta de ésta, en 1909 se fundó una segunda Sociedad, la Second Hampstead Tenants Ltd., que ha tomado en conjunto 60 acres en diversos lugares de la finca, para sus edificaciones, consistentes hoy en 370 casas y 400 al terminar sus operaciones, con un valor total de 300.000 libras esterlinas y un capital en acciones de 56.660 libras esterlinas.

Hallándose, á su vez, concluidas las obras de esta Asociación, se ha constituido ya la tercera del mismo tipo y nombre, la Third Hampstead Tenants Ltd., que ha tomado 78 acres y medio para construir 760 casas, con un coste total aproximado, al terminar, de 250.000 libras esterlinas.

A la par que estos tres poderosos organismos cooperativos, otras dos Compañías mercantiles han tomado activa participación en la misma empresa. Una de ellas es la Improved Industrial Dwellings Company, que ha construido 65 *cottages* para al-

(1) Véase el número anterior.