

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

9 ENERO 1902

SUMARIO

Páginas.

Máquinas de vapor y dinamos de acoplamiento directo	23
Motor á gas Crossley	25
Información	27
Puerto de la ría de Bilbao. (Laurac-Bat.)	9
Revista extranjera y Bibliografía	13
Subastas y concursos, Noticias y Sección oficial	31

PUENTE DE LA RIA DE BILBAO ⁽¹⁾

«LAURAC-BAT»

PRELIMINARES DEL PROYECTO

I

Consideraciones generales.

El Excmo. Ayuntamiento de Bilbao acordó sacar á público concurso, entre Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, la presentación de proyectos para la construcción de un puente sobre la ría de dicha importante población, en la prolongación de la calle de la Sierra, con arreglo á determinadas bases redactadas por el distinguido Arquitecto D. Enrique Epalza.

Debiendo situarse la obra en uno de los puntos más céntricos de la floreciente capital de Vizcaya, se recomendaba en las bases del concurso, con carácter de conveniencia, la colaboración de un Arquitecto, á fin de que la estructura metálica, y aun la obra de fábrica, apareciese en el proyecto con el sello de riqueza y grandiosidad exigidas en todas las poblaciones cultas á este género de construcciones.

Penetrados de la conveniencia de tan buen consejo, lo hemos seguido escrupulosamente; porque sin duda alguna no existen obras en las que esté más indicada que en los puentes para grandes poblaciones la íntima colaboración del Ingeniero y el Arquitecto. Hemos tenido también muy en cuenta lo que acerca de este interesante punto dice el notable constructor alemán Frentzen, el cual aconseja que en la construcción de puentes el Ingeniero y el Arquitecto deben desde el principio trabajar juntos, no concretándose á tener lejanas relaciones. El cambio constante de impresiones, dice Frentzen, les permite penetrarse perfectamente de las necesidades materiales indispensables á la resolución del problema de la construcción de los puentes. Este cambio de ideas artísticas y constructivas, no puede evidentemente ser fértil sin que estos factores obren de común acuerdo desde el principio en la resolución del problema. Ocurre con frecuencia que el Ingeniero determina de una manera definitiva las partes esenciales del proyecto, y no consulta al Arquitecto hasta el final, encargándole entonces que dé al conjunto de la obra el carácter artístico indispensable. Esta manera defectuosa de proceder, tiene el inconveniente de que en las grandes líneas de conjunto, que son las que con más vigor determinan el carácter artístico de la obra, no interviene el Arquitecto, quedando el papel de éste reducido á decorar detalles ó añadidos ulteriores, que, no habiéndose fijado durante la elaboración del proyecto, siempre resultan de una importancia muy secundaria.

Ciñéndonos en un todo á lo anteriormente expuesto, pedimos desde el principio á los Arquitectos D. Antonio Palacios y D. Joa-

(1) En este número se incluyen las láminas del alzado general del puente y estribo de la margen derecha. La vista de éste desde la parte de la población y el otro estribo constituirán otras dos láminas, que se adjuntarán al número próximo.

quín Otamendi la colaboración en el proyecto, del que vamos á dar una idea á los lectores de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS.

II

Anteproyecto de la obra.

Dejando á los autores de los proyectos la libertad necesaria para desarrollar sus ideas y resolver con arreglo á ellas las dificultades que existen para establecer un puente en el sitio fijado, se impuso en la base primera del concurso la condición de que los proyectos se habían de ajustar en sus líneas generales á las del anteproyecto. (Véase la página siguiente.)

La primera dificultad que se presenta es la de trazar las rasantes. La obra tiene que cruzar por encima de la zona de los ferrocarriles de Bilbao á Portugalete y del Norte, dejando un huelgo prudencial para que circulen por debajo los trenes; se desea después que el ancho de la ría se salve con un solo tramo fijo y de estructura metálica; y, finalmente, en la margen derecha, es necesario respetar el libre tránsito en los muelles y el paseo comprendidos entre la orilla del río y la calle de la Sendoja.

Para conseguir esto último, lo mejor sería que la rasante del puente arrancase en la margen derecha á la misma altura del muelle; pero hubiera sido imposible de este modo satisfacer las demás condiciones, á menos de dar á dicha rasante una pendiente inadmisiblemente. Por esta razón, la solución aceptada en el anteproyecto ha sido la de establecer en el trozo de la calle de la Sierra, comprendido entre la del Príncipe y el muelle Ripa, una rampa del 6 por 100, y á continuación dos rasantes simétricas, con respecto al centro del puente, con una pendiente de 0,0175, mediante las cuales se salvan el ferrocarril, la ría y los muelles y paseo de la margen derecha. La última rasante se corta bruscamente al llegar á la calle de la Sendoja, y como queda mucho más alta que la del paseo y los muelles, se gana esta altura mediante una rampa paralela al río y una escalinata. También en la otra margen se indica que se coloquen dos rampas paralelas al muelle Ripa, para subir desde éste al puente.

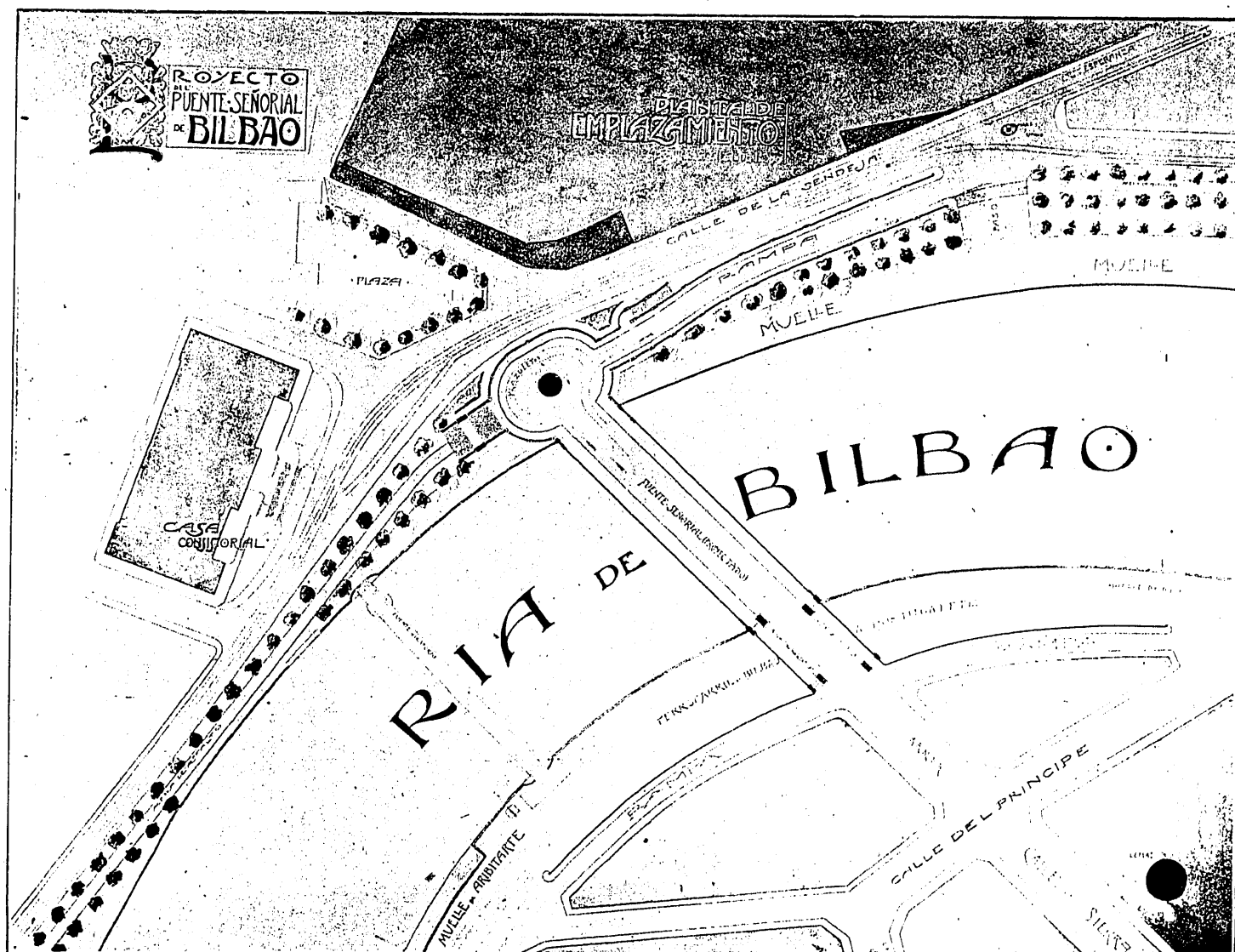
Tales son las líneas generales del anteproyecto, que hemos respetado al redactar nuestro trabajo.

III

Ventajas é inconvenientes de la obra.

Todas las poblaciones que se desarrollan á un lado y otro de un curso de agua, necesitan numerosos puentes para facilitar las comunicaciones entre las dos partes de la población que resultan cortadas por la corriente. Ejemplo de ello son los muchos y suntuosos puentes que cruzan el Sena en París, los 112 erigidos sobre el Támesis y tantos otros, que, si fuéramos á enumerarlos, resultaría una lista interminable la de los puentes construidos en pueblos que se encuentran en las mismas condiciones que Bilbao.

Las construcciones de la parte antigua de esta villa se agrupan casi todas en la orilla derecha del río Nervión, entre éste y la montaña, y comunican con la orilla opuesta mediante los puentes de Achuri, San Francisco, La Merced y el de Isabel II ó del Arenal, que eran suficientes cuando el casco de Bilbao se limitaba á esta parte antigua; pero desde la terminación de la última guerra carlista ha ido desarrollándose tan rápidamente el ensanche ó parte nueva, que ya tiene una extensión mayor que la antigua, con amplias calles tiradas á cordel y hermosos edificios. Este ensanche se ha hecho casi todo él en la margen izquierda del Nervión y agua abajo de la población antigua; aunque simultáneamente por la otra orilla se han edificado el suntuoso palacio del Ayuntamiento y numerosos hoteles y casas en las inmediaciones del Campo Volantín. A pesar de este importante desarrollo de Bilbao, no se ha creado más enlace entre ambas márgenes, que la pasarela giratoria situada frente al Ayuntamiento, que permite, mediante el canon de 5 céntimos, el paso sólo de peatones; resultando que para el tránsito de vehículos el único medio de comunicación que existe entre la



En tres partes distintas puede dividirse este proyecto, que se destacan perfectamente en el anteproyecto que le sirve de base, y son:

1.^a Paso superior al ferrocarril de Bilbao á Portugalete, con sus rampas de acceso.

2.^a Puente propiamente dicho para cruzar la ría con un solo tramo fijo.

3.^a Paso superior á los muelles y paseo de la margen derecha, con sus rampas y escalinatas de acceso.

El acceso al paso superior se verifica por medio de tres rampas, una en la dirección de la calle de la Sierra y dos casi normales á ésta paralelas al muelle Ripa.

Mientras se conserven los actuales edificios no habrá más remedio que sostener las calzadas de estas rampas á mayor altura que las aceras; pero como dichos edificios son de escasa importancia, se derribarán pronto y las nuevas construcciones se sujetarán á las rasantes de las rampas, hermoseándose extraordinariamente esta parte de la población.

No hay descripción que dé mejor idea que el examen del plano respecto á la situación relativa que ocupan el paso superior, el puente propiamente dicho y la plazoleta elíptica de la margen derecha. El centro de ésta se halla en el eje del puente; el acceso á ella por el lado Norte se hace por una escalinata monumental dividida en dos tramos, y por el otro lado se halla la rampa destinada á los vehículos, conforme á las indicaciones del anteproyecto.

También se aprecian con facilidad las modificaciones que para encajar esta rampa se han hecho en las zonas que actualmente pertenecen al paseo y á los muelles.

Pasemos ahora á examinar las necesidades materiales y artísticas de cada una de las tres partes en que hemos dividido el

proyecto, para justificar cómo de ellas van naciendo lógicamente los sistemas de construcción adoptados con sus elementos decorativos correspondientes.

II

Paso superior al ferrocarril.

Ya hemos indicado anteriormente cuáles eran las rasantes fijadas en el anteproyecto; se supone además en éste, que el espesor mínimo del suelo en el paso superior al ferrocarril ha de ser de un metro, y con ambos datos se obtiene una altura máxima libre de 4,40 m. para el paso de los trenes.

Las locomotoras corrientes en vía ancha suelen tener una altura máxima de 4,200 m.; así, que nos quedaría el huelgo, no muy grande, de 20 centímetros, y eso suponiendo que el espacio máximo libre de 4,40 permaneciera el mismo sobre las cuatro vías, que en el punto de que se trata existen sobre la explotación.

No puede, como consecuencia, aceptarse la solución de salvar el espacio de la zona del ferrocarril con un arco, porque éste disminuiría bastante hacia los arranques la altura libre para el paso de los trenes, por muy rebajado que se hiciera, teniendo en cuenta que la luz que hay que salvar, aun reducida como está en nuestro proyecto á 17,50, así lo exigiría.

Estas dificultades del problema han determinado la idea de formar un piso plano y de poco espesor, lo primero para que el huelgo sea constante en todo el paso, y lo segundo para que sea el mayor posible.

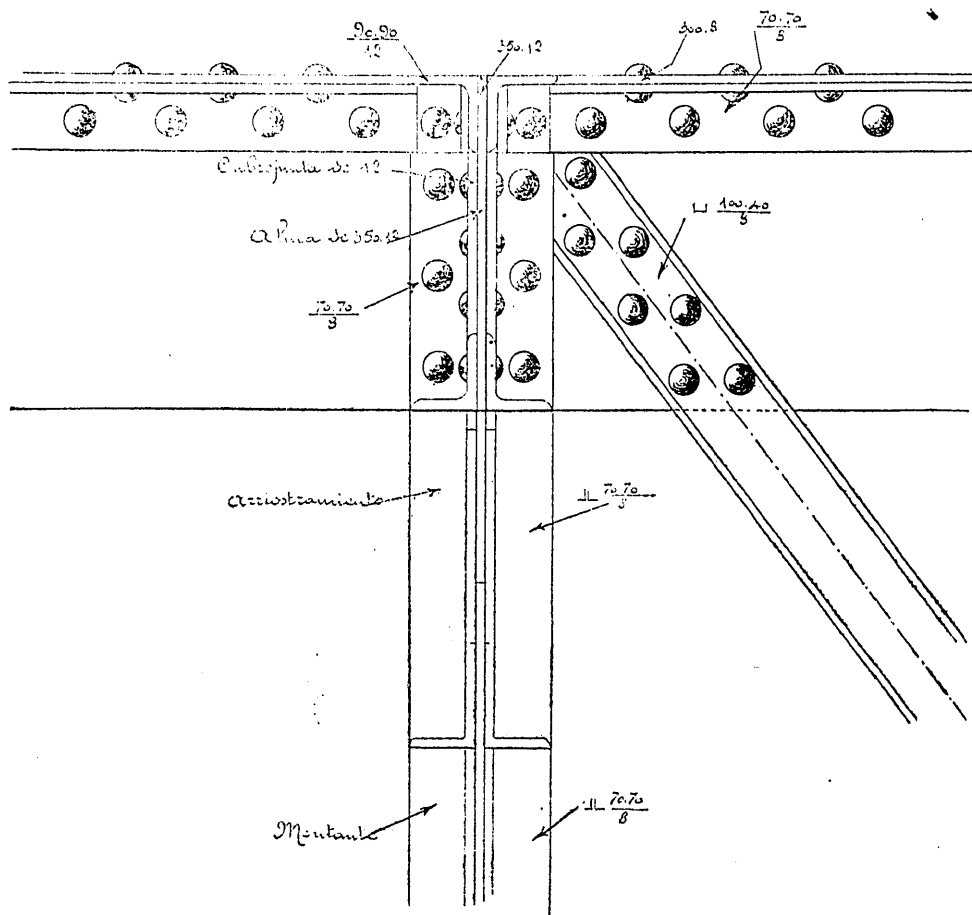
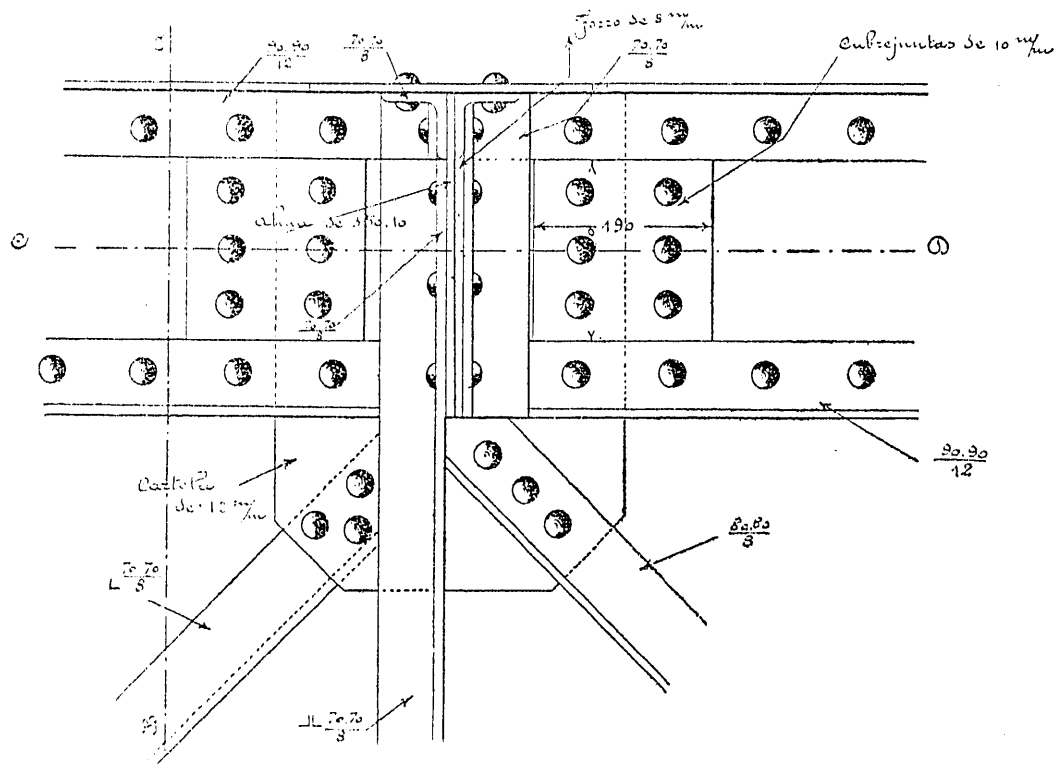
La altura de las cerchas ó elementos resistentes de los pisos depende de las luces que han de salvar, siendo la relación de $\frac{1}{10}$

la más admitida en la práctica; pero en este caso, como la luz del tramo es de 17,50 m., las vigas resultarían con una altura

lo cual se han hallado los apoyos en la parte superior, colgando las dos vigas extremas de cinco péndolas sujetas á dos arcos metálicos; sistema que, siendo muy racional, resulta altamente decorativo.

CABEZA SUPERIOR

ALZADO



CABEZA SUPERIOR

SECCIÓN POR A B

inadmisibles. Esto podría remediarse buscando apoyos intermedios inferiores; pero, aparte de que estos apoyos constituirían un obstáculo en la vía del ferrocarril, afectarían mucho la obra, por

sistema adoptado es en parte colgado y en parte rígido, y todo el conjunto muy decorativo. Los dos arcos metálicos monumentales se apoyan en cuatro pilares de gran altura, cuyo objeto

Si las cerchas formadas por los arcos metálicos, las péndolas y las vigas colgadas de éstas, se colocaran separadas lo suficiente para que entre ellas quedara comprendido todo el ancho del puente, como este ancho es de 17 m., la dificultad que antes existía en el sentido longitudinal del tramo, la encontrábamos casi íntegra en el transversal. Por esta razón, las citadas cerchas se colocan á 10 metros de distancia entre sí, que es la anchura destinada al paso de vehículos. De este modo quedamos simplificado el problema, por ser fácil salvar la luz de 10 m. con un suelo de altura máxima inferior á un metro. Para esto, entre los modernos sistemas de construcción, se halla muy indicado el de cemento armado, que está dando excelentes resultados en la práctica; y como en luces de 10 m., con las cargas que han de soportar las vigas, sistema Hennebique, por ejemplo, pueden tener una altura de 40 centímetros, prestándose además á servir de cimientó á un pavimento de asfalto de 4 centímetros de espesor, que puede tener un bombeo correspondiente á 6 centímetros de flecha, resulta que el espesor máximo del suelo así constituido sólo tiene 50 centímetros de espesor, habiéndose ganado otros 50 centímetros en el espacio libre que ha de quedar para el paso de los trenes, que será de 4,90 m., en vez de los 4,40 que se indica en el anteproyecto.

La anchura de los andenes, ya hemos dicho que es de 3,50 m., y, por lo tanto, demasiado grande para que puedan disponerse volados por medio de ménsulas, toda vez que éstas no podrían tener en su arranque más de 70 centímetros de altura. Para salvar esta nueva dificultad se ha dado otro apoyo á los andenes, haciendo que las barandillas se conviertan en vigas resistentes. Como la altura de la viga así compuesta será de 1,70 m., dando un metro á la parte de ella que constituye la barandilla, propiamente dicha, y su luz es de 17,50 m., resulta que no hay ningún inconveniente en que ésta sea una de las partes resistentes de la construcción.

Resulta, como resumen, que el sistema adoptado es en parte colgado y en parte rígido, y todo el conjunto muy decorativo. Los dos arcos metálicos monumentales se apoyan en cuatro pilares de gran altura, cuyo objeto

constructivo es determinar con su gran peso una componente vertical de suficiente intensidad, para que su resultante, con el empuje del arco, pase por el núcleo central de estos macizos de fábrica; y al mismo tiempo que desempeñan un papel tan importante en la estabilidad de la obra, como se prestan mucho á ser decorados, los hemos aprovechado en este sentido, para que contribuyan á dar al conjunto de la obra el aspecto de grandiosidad que debe tener.

De cada arco de sección tubular penden seis péndolas, sujetas sólidamente por su parte superior, y en la inferior terminan en unos estribos, que sirven de apoyo á las vigas longitudinales del piso. Estas vigas, debido á los seis apoyos intermedios, y á los dos extremos, pueden tener la poca altura que se les ha dado y sección relativamente pequeña.

Con la disposición adoptada queda el arroyo separado de las aceras por las péndolas; pero como éstas distan entre sí 2,50 m., no obstruyen casi nada el libre tránsito de los peatones.

Con los cuatro grandes pilares colocados en los extremos, se corresponden en sentido transversal cuatro pilares más pequeños, unidos á los primeros por medio de arcos apuntados, que son, por tanto, verdaderos botareles que dan á la construcción resistencia en sentido transversal, haciendo, en cierto modo, el papel de arriostramiento.

III

Puente, propiamente dicho.

En la segunda parte del proyecto, que es el tramo central para cruzar la ría, nos hemos sujetado á lo que se preceptúa en la base primera del concurso, de ser su estructura metálica y carecer de pilas, salvando el ancho de la ría con un solo tramo fijo.

La luz de este tramo la hemos reducido á 60 m., en lugar de los 70 m, que señalaba el anteproyecto, lo cual puede hacerse sin inconveniente alguno, puesto que otros puentes construidos sobre la misma ría, dentro del casco de Bilbao, tienen luces menores; de este modo, al mismo tiempo que se disminuyen las dimensiones del arco central, pueden los estribos aparecer al exterior con mayores masas, acusándose así la gran fortaleza que necesitan estas partes de la construcción, donde se acumulan los mayores esfuerzos.

La parte resistente del puente está formada por cinco cerchas articuladas en los arranques y en la clave, siendo de 3,50 m. la separación entre los ejes de las mismas, y como el ancho total del puente es de 17 m., resultará que las aceras vuelan 1,50 m. de cada lado. Las dos cerchas extremas son distintas de las tres centrales, porque las primeras han de contribuir á la decoración del puente.

Todas ellas constan de un arco parabólico inferior, rebajado al décimo, una cabeza superior rectilínea, montantes que dividen la luz en veinte mallas y diagonales que triangulan el sistema.

Las cerchas están enlazadas por viguetas; éstas por largue-
ros; rellenándose la cuadrícula así formada con placas above-
dadas. Una capa de hormigón y, sobre ésta, otra de asfalto
constituyen el afirmado del puente.

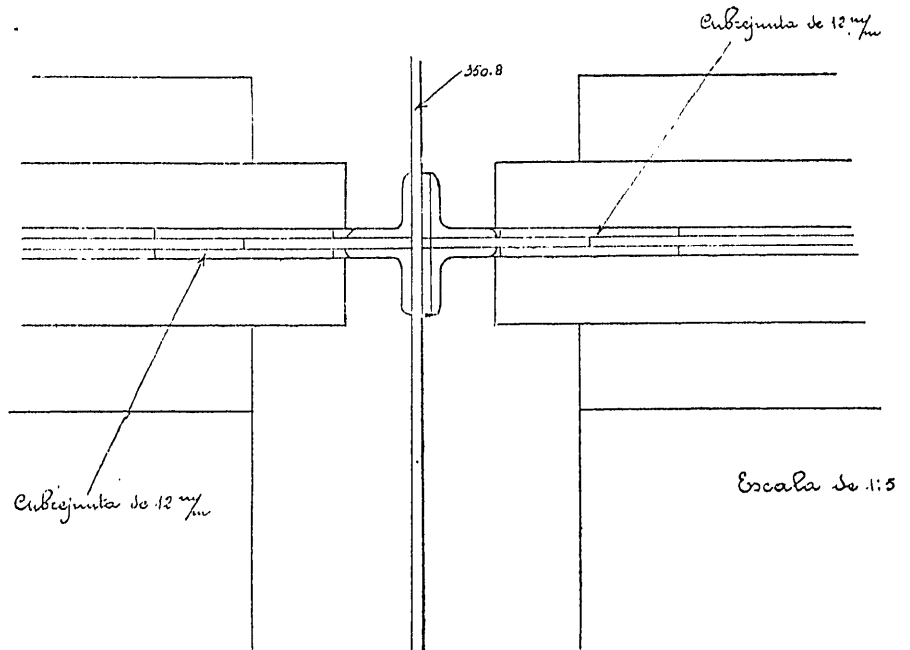
El poco interés que creemos tiene la descripción minuciosa de estos elementos de la obra, y la imposibilidad de encerrarlos dentro de los límites de un artículo, nos mueven á omitir detalles que, además de ser poco amenos, son los corrientes en este género de construcciones.

IV

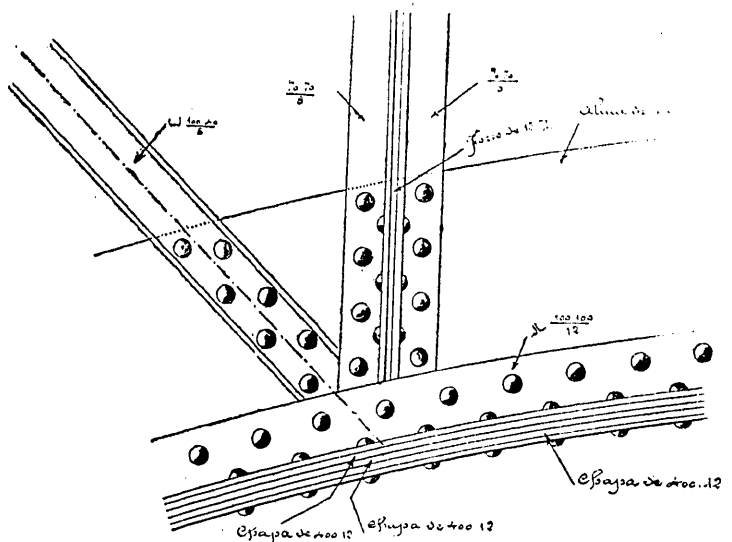
Plazoleta de la Sendeja.

La tercera parte del proyecto tiene por objeto dar un acceso cómodo al puente, desde el paseo de la margen derecha, á los peatones, y, desde las calles de la Sondeja y sus afluentes, á los

CABEZA SUPERIOR

SECCIÓN POR CD 

vehículos, respetando en lo posible la libre circulación por los muelles y dicho paseo. En el plano general del puente y sus avenidas puede verse la solución que hemos dado á este difícil problema, respetando las líneas generales del anteproyecto. Conviene, por un lado, que á la salida del puente se disponga de un espacio amplio, para desahogo del tránsito; pero como este espacio ha de estar á una altura de 5 m. sobre la rasante común del



Unión de los montantes y piezas inclinadas con la cabeza inferior.

paseo y los muelles, necesariamente la construcción que con tal motivo se haga ha de constituir un obstáculo al libre tránsito por aquéllos. Procurando satisfacer estas contrapuestas necesidades del proyecto, y atenuando los inconvenientes que necesaria-

Architectural drawing of the Puente de San Carlos in Bilbao, showing the bridge structure, the 'PASEO' on the left, and the 'PUENTE DE SAN CARLOS' on the right. The drawing includes a section line 'SECCION DE BILBAO A PORTUGALETE' and a scale bar '1:10000'.

LEMAS





PROYECTO
DEL
PUENTE SEÑORIAL
DE
BILBAO

