

Como se ve, la enseñanza de los Ingenieros en Inglaterra reúne dos de las tres condiciones que tantas veces hemos mencionado. Extenso conocimiento — aunque práctico — de la ciencia de la construcción, y severa disciplina durante el aprendizaje, puesto que, por las circunstancias de éste, el discípulo es más bien un subalterno.

Fáltales, en general, la instrucción científica, y esto allí no tiene inconvenientes para la Administración, que sólo tiene necesidad de recurrir, en casos especiales y no muy frecuentes, al consejo ó informe de las notabilidades de la profesión, y claro es que éstas no han de faltar, como no han faltado nunca, ni en ningún país, hombres de verdadero *genio* y profundos conocimientos en este y otros ramos del saber, haya ó no existido una enseñanza organizada de esta ó de la otra manera.

Ya dijimos al principio de este artículo que no nos impulsaba á escribirle ningún objeto especial y determinado, y aunque abusando tal vez de la benevolencia de nuestros lectores, hemos dado mayor extensión de la que nos proponíamos á las observaciones que acabamos de exponer, y cuyo fin no es otro que el de dejar consignados ciertos hechos y ciertas apreciaciones, que no creemos puedan dar lugar á polémica, pero que de ser así en cualquiera de sus extremos, prometemos explicar tanto cuanto sea necesario y hasta donde alcancen nuestras limitadas fuerzas.

RAFAEL YAGÜE.

OBRAS DEL PUERTO DE BARCELONA.

EMBARCADERO.

Lámina 12.

Una de las operaciones ó maniobras que habían de sufrir los bloques de piedra que constituyen las escolleras del dique de Levante del puerto de Barcelona, era la carga ó embarque desde el suelo firme ó las vías de hierro que servían para conducirlos desde las canteras donde se explotaban á las barcasas con que se han trasportado al paraje en que se descargaban ó vertían al mar.

Dispuestas las barcasas con diferentes vías en su cubierta, y en dirección de popa á proa, para recibir en ellas los carretones cargados, fácil y natural era esta operación por medio de una grúa de vapor, que, tomando el carretón cargado en la misma vía, le suspendiera y le llevara después sobre la barcaza colocada debajo del brazo de sus-

pension de la grúa, para descender verticalmente y quedar bien colocado sobre dicha embarcación.

Pero esta maniobra, de sí onerosa, lenta y expuesta á interrupciones, era poco á propósito para una explotación tan activa como la que han tenido las obras de los diques del puerto de Barcelona, y esto aconsejó á buscar el medio de establecer un embarcadero que evitase tales inconvenientes y otros advertidos en algunos de los que habían podido estudiarse.

Sería prolijo hacer relación aquí de las observaciones que se hicieron y de las consideraciones que se tuvieron presentes para emprender el estudio de tal embarcadero, porque indispensablemente habrían de conducirnos á presentar muchas reflexiones y detalles justificativos sobre la grande influencia que los medios auxiliares de la construcción ejercen en el coste de las obras, y cuán útil y provechoso puede ser siempre que el Ingeniero descienda al estudio de los detalles de los trabajos adonde, á primera vista, parece minucioso llegar, pero que, sin embargo, haciéndolo así, se logra casi siempre perfección y baratura en la ejecución de las obras, que son las condiciones cuya armonía debe procurarse cuidadosamente.

Prescindirémos de tales consideraciones, que alargarían este escrito demasiado separándole de su objeto; pero si alguna vez podemos ocuparnos con detalles de la descripción de las obras del puerto de Barcelona, que se hallan bajo nuestra dirección, no desaprovecharémos entónces la ocasión de exponer cuanto en ellas hemos hecho y aprendido, y de manifestar nuestra explícita opinión acerca de todos y cada uno de los detalles de la ejecución de tan importantes construcciones.

Nuestro objeto en este escrito es sólo dar á conocer con laconismo el embarcadero que construimos, y que si cuando le proyectamos no nos hubiéramos atrevido á darle á conocer, hoy que su uso durante siete años ha marcado sus buenas condiciones, no tenemos reparo en recomendarle y someterle á las mejoras que en él pueden hacerse para casos análogos.

Este embarcadero había de satisfacer á varias condiciones.

1.º Su pavimento había de quedar en prolongación de la cubierta de las barcasas, para que, empalmándose las vías de éstas perfectamente con las de aquél, pasáran los carretones cargados sin tropiezo del embarcadero al barco.

2.º Como las barcasas tenían diferente altura y calado, y esta altura variaba también con la carga, era indispensable que al embarcadero pudiera dársele, según conviniera, más ó ménos altura sobre el nivel del mar.

3.º Como las aguas del mar en Barcelona tienen oscilaciones ó cambios de nivel variados de una amplitud máxima de 65 á 70 centímetros, era indispensable que el pavimento del embarcadero respondiera también á esta necesidad.

4.º El embarcadero había siempre de conservar una pendiente aceptable para que por las vías sobre él establecidas se pudiera hacer con comodidad en todos casos el embarque de las piedras.

5.º El embarcadero había de ser fácil de manejar por cualquier operario.

Todas estas condiciones fueron la base del problema, y por consecuencia, el fundamento de las reflexiones en que nos apoyamos para llegar á la solución que admitimos en definitiva.

En la figura 1.ª de la lámina presentamos el modo como resolvimos el problema teóricamente.

Si suponemos un plano dbc que gira alrededor de un eje b , el extremo c podrá colocarse en c' ; y si las dos extremas posiciones dbc y $d'b'c'$ corresponden á las dos alturas extremas de las barcasas y de las alturas mm' del mar, á cualquiera otra posición intermedia de los barcos corresponderá otra del embarcadero, y bastará sólo hacer el movimiento de éste para poder servir á cualquiera situación de las embarcaciones.

Como el embarcadero bc había de tener bastante longitud y resistencia para sufrir el peso de las grandes piedras, su peso es de alguna consideración y su maniobra había de ser embarazosa; por lo tanto, para facilitarla se colocó en la parte posterior un contrapeso p , situando el eje b en un punto intermedio, á fin de que actuando dicho peso con el brazo de palanca bd , equilibrara casi todo el del embarcadero.

De esta disposición resultaba el inconveniente de que el extremo de tierra d del embarcadero variaba de altura, y no era posible, por lo tanto, hacer su empalme con las vías fijas de hierro que conducían los carretones cargados sin hacer un tramo también movable, lo cual aumentaba las complicaciones.

Tal dificultad se salvó haciendo que el extremo de las vías de hierro fijas ab pasaran por encima del contrapeso y de la parte db del embarcadero para terminar en el eje b , en cuyo sitio el embar-

cadero no sufre variación en sus movimientos, pues que es el eje de giro, y en él puede hacerse sin dificultad el empalme de las vías fijas y las móviles.

La amplitud cc' del movimiento del embarcadero bastaba que fuera de 70 centímetros.

Obtenido teóricamente el embarcadero, ó resuelto así el problema, en su ejecución práctica se presentaron algunas dificultades, tanto sobre la situación y enlace de las piezas de madera, como sobre la forma y posición que había de darse al eje de giro, aparte del problema de buscar el medio mejor de hacer la maniobra del embarcadero en el caso de hallarse cargado con 40 ó 50 toneladas de peso.

Siguiendo el plan que nos hemos trazado, prescindiremos de describir nuestras investigaciones y tanteos para buscar lo más conveniente; y en obsequio á la brevedad y al carácter de este escrito, sin otras consideraciones, presentamos en la figura 2.ª de la lámina el embarcadero con todos sus detalles, y resueltas todas las dificultades. Más científico, es verdad, hubiera sido presentar las reflexiones y cálculos que se hicieron para fijar la forma, escuadria y dimensiones de las diferentes partes y mecanismos de esta máquina-embarcadero; pero si tal se hiciera, este escrito adquiriría el carácter de «Memoria» y perdería el que debe tener y el que nos hemos propuesto que tenga.

La inspección de la lámina, después de las indicaciones hechas anteriormente, basta para comprender en todas sus partes la construcción y establecimiento del embarcadero que describimos.

Las cuatro piezas de madera de pino A , de 0^m,50 por 0^m,25 de escuadria y 11 metros de longitud, giran alrededor de un eje E .

Unidas estas piezas por las transversales B , constituyen un entramado que gira alrededor de los expresados ejes, cuidadosamente colocados á la misma altura y en exacta prolongación uno de otro, consiguiendo así más ventaja que con un eje de una sola pieza, cuyo peso aumentaría la inercia del embarcadero y notablemente su coste.

El entablado del embarcadero sólo llega á la pieza transversal B del centro, colocada sobre el eje, y hasta ella se establecen las vías de hierro. Desde dicha pieza hácia tierra sólo queda el esqueleto, digámoslo así, del embarcadero; es decir, sólo las piezas principales A , que en su movimiento vertical de báscula, se aloja cada una entre dos muretes mm , que, cubiertos con tablas por la parte su-

perior, dejan todo el hueco necesario para que se mueva holgadamente. Sobre estos muretes, enrasados con la inclinación de la explanación de las vías fijas, se establecen los carriles *HK*, que van á terminar sobre la pieza de madera *C*, fija sobre el terreno, en contacto con la *B* del eje cuando el embarcadero está horizontal, ó separada de ella solamente lo que corresponde al movimiento angular del embarcadero y al pequeño radio desde el eje á los carriles.

De este modo, las vías, fijas en el terreno, se empalman bien con las del embarcadero, dejando que por debajo de ellas se mueva el contrapeso *P* de aquél, que para que tenga la potencia necesaria para equilibrar el peso del entablado y el de una parte de los carriles, se ha colgado un cajón *P* cargado de piedras que se aloja y se mueve en un compartimiento ó zanja abierta en el terreno, conforme se representa en la figura.

Como el movimiento de báscula del embarcadero es sólo desde la posición horizontal hasta 0^m, 70 por debajo de ella, el movimiento angular es de 70 centímetros próximamente para el radio, de algo más de 7 metros, que es la longitud del embarcadero propiamente dicho, ó sea la distancia desde el eje á su extremo, lo cual produce una separación angular igual entre las piezas *C* y *B*, que da lugar á que, en el caso extremo, queden los carriles fijos, y los del embarcadero clavados respectivamente en sus expresadas piezas, con la máxima separación de 6 centímetros que corresponde al radio de 0,65, contado desde el eje á los carriles fijos á la pieza *B*. Esta separación máxima puede salvarse sin grande inconveniente con las ruedas de los carretones y wagones de transporte, que sólo sufren un choque pequeño, comparado con los muchos que en esta clase de trabajos experimentan, y por lo que deben tener una forma adecuada y exceso de resistencia.

Para poner en movimiento el embarcadero y fijarle en cada posición que deba tener, se ha empleado un mecanismo sencillo que ha dado buenos resultados.

Una viga armada *G* transversal al embarcadero y ensamblada con él y reforzada el ensamblaje con fuertes pernos, ha sustentado todo su peso. Esta pieza se ha sostenido por cada uno de sus extremos, con unos apoyos *K* compuestos de trozos de tablones de la misma altura y de 10 centímetros próximamente de grueso, que colocados unos sobre otros han proporcionado la altura convenientemente en cada caso, según el número de ellos que se

dejan debajo de la viga, y que es siempre el mismo de un lado y otro para que quede perfectamente horizontal.

Para facilitar la colocación y separación de los tablones, llevan éstos, que son exactamente iguales, cerca de sus extremidades, un agujero, y superpuestos todos, coinciden para permitir el paso á un eje vertical de hierro fijo sobre el terreno y próximo á la pieza; de modo que en una posición queden los tablones perfectamente debajo de ella, y que al girar alrededor de dicho eje puedan irse sacando y separando uno después de otro según fuere necesario.

Se comprende perfectamente que según se dejan debajo de la pieza transversal de uno y otro lado, tres, cuatro ó cinco tablones, así la altura de esta pieza respecto al nivel del mar será 50, 40 ó 50 centímetros mayor, y por consecuencia la altura del embarcadero, unido invariablemente á ella, será también mayor ó menor.

Como el embarcadero, á pesar del contrapeso, había de exigir mucho esfuerzo para vencer su inercia, sus rozamientos y los grandes pesos que sobre él habían de establecerse, existió alguna dificultad para decidirse por el sistema ó mecanismo que se creyó preferente para hacer su maniobra; dificultad que dió motivo para hacer estudios comparativos, antes de decidirnos por lo que se creyó mejor solución.

Conforme ya se expresó al principio, sería extraño al carácter y objeto concreto de este artículo presentar todas las reflexiones é investigaciones que se hicieron para la resolución de este sencillo problema mecánico, que, sin embargo, había de llenar condiciones de sencillez y resistencia apropiadas al objeto, que no siempre se armonizan con facilidad con los resultados de la teoría. Sólo diré que la elección que se hizo ó la solución que se adoptó puede hoy decirse que fué acertada, por cuanto el resultado ha correspondido perfectamente, habiéndose hecho siempre todas las maniobras con facilidad y no habiendo exigido desde que se construyó apenas reparación alguna.

Si algún día podemos ocuparnos con detenimiento de este y otros aparatos auxiliares de la construcción de que nos hemos valido en estas obras, no omitiremos cuanto ahora creemos inoportuno presentar á la consideración de nuestros entendidos é ilustrados lectores.

Una ojeada á la lámina bastará para com-

prender bien todo el aparato y mecanismo que se emplea para el movimiento del embarcadero, ó de a pieza ó viga armada *G* que le sustenta. Consiste sólo en suspender las extremidades de esta viga de dos tornillos, cuyas tuercas, colocadas á una cierta altura, se hacen girar por medio de palancas.

Dos operarios á los extremos de cada una las dan movimiento alternativo de toda la extension de sus brazos, y producen la rotacion de la tuerca y el ascenso ó descenso del tornillo: porque en cada oscilacion ó esfuerzo de la palanca la clavija *L*, fig. 5.^a, engrana ó desengrana en las cajas *N* abiertas en la circunferencia de la tuerca, cambiándose así en circular el movimiento alternado de los brazos de los operarios. Segun que la clavija *L* se coloque de un lado ú otro, así el engrane y el movimiento de la tuerca se hará en una ú otra direccion.

La viga está suspendida sin rigidez y con libertad del tornillo, y la tuerca se apoya sobre un casquete esférico de fundicion, todo al objeto de facilitar que no sufra violencia el movimiento rectilíneo del tornillo en su tuerca, por causa del circular que, aunque de pequeña amplitud, han de tener todas las piezas del embarcadero al girar sobre su eje, y por consecuencia la viga armada *G*, que no puede subir y bajar verticalmente entre sus guías, sino con el movimiento alrededor del eje *E* del embarcadero.

Fácil es emprender, y por lo mismo excusado que describamos, la maniobra de este mecanismo para hacer subir ó bajar el embarcadero á la altura que en cada caso convenga. Llevado á la posicion conveniente para que quede en prolongacion de la cubierta de la barcaza que ha de cargarse, ó un poco más alto, se colocan debajo de la pieza *G* el número de tablonces que quepan, igual número de cada lado, los cuales, sosteniendo horizontalmente la expresada pieza, y por consecuencia todo el peso del embarcadero, permitirán que haciendo girar la tuerca del tornillo en sentido contrario, se afloje ésta y quede libre de todo el peso del embarcadero que descansa sobre los dos apoyos, sin que trabaje nada absolutamente el mecanismo durante la operacion del embarque, pudiendo volver á funcionar en el momento que se desee. Sólo dos hombres de cada lado son suficientes para la maniobra.

Más que cuanto pudiéramos añadir, enseñára la inspeccion atenta de los detalles de la lámina, y

esto nos permite concretar más nuestras palabras limitándolas ya sólo á manifestar que se han logrado con este embarcadero excelentes resultados, y que todas sus partes, despues de siete años de un uso continuado y de haber embarcado por él más de 500.000 toneladas de piedra, se halla hoy en muy buen estado de conservacion, sin que se hayan desfigurado ni alterado sensiblemente las diferentes partes que le componen, no obstante de haber estado sometido á trabajo tan rudo, en que no es posible evitar grandes choques ni otras muchas causas de destruccion.

Barcelona, 20 de Julio de 1874.

M. GARRAN.

CATÁLOGO

DE ALGUNOS DE LOS PLANOS Y MODELOS REMITIDOS Á LAS EXPOSICIONES UNIVERSALES DE PARÍS Y VIENA.

(Continuacion.)

Plano del Canal de Isabel II.

Este plano, hecho con gran esmero y escrupulosidad, representa con toda exactitud el trazado del Canal desde la presa de toma de aguas hasta Madrid, así como una gran zona de terreno á los dos lados de la linea. Por él podrán comprenderse las dificultades que ha habido que vencer para llevar á cabo tan importantes trabajos, y las numerosas construcciones de varias clases que ha sido necesario erigir. Para formarse una idea de la magnitud de éstas, bastará indicar que, siendo la longitud del Canal 76.175 metros, hay 11.741 metros en minas ó subterráneos y 1.406 metros en acueductos, teniendo tambien 2.762 metros de sifones, y comprendiendo ademas desmontes y muros de consideracion y otras obras importantes. Excepto en los acueductos, todo el Canal va cubierto de bóveda; la cantidad de agua que habrá de conducir será de 200.000 metros cúbicos al día, y el coste de las obras ha sido de unos 55 millones de pesetas.

Modelo del depósito del Canal de Isabel II.

Este modelo representa todos los detalles, tanto inferiores como exteriores, de la obra, que es una de las de más importancia construidas para dicho Canal, y en la que, ademas de una economia bien entendida, se han tenido presentes las buenas reglas de construccion y las necesidades del servicio á que está destinada. Los materiales principales de que está formada son la sillería y el

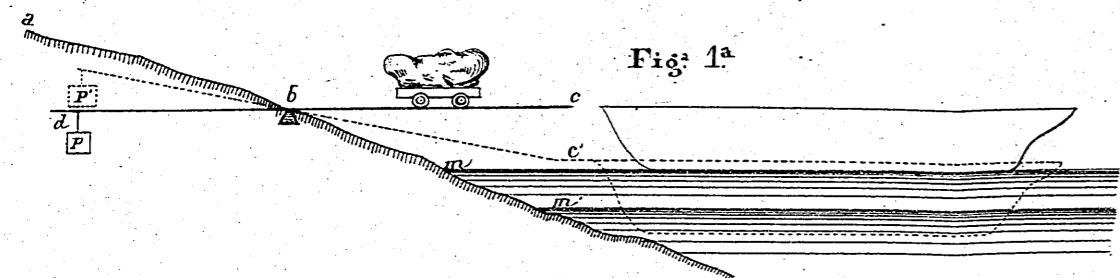


Fig. 1ª

Fig. 2ª Escala de 1 por 50
Proyección horizontal.

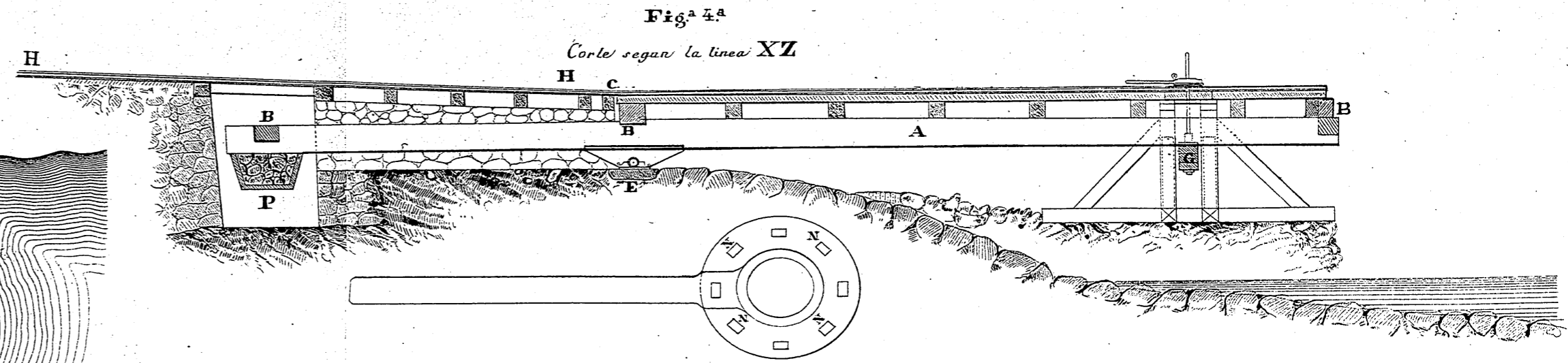
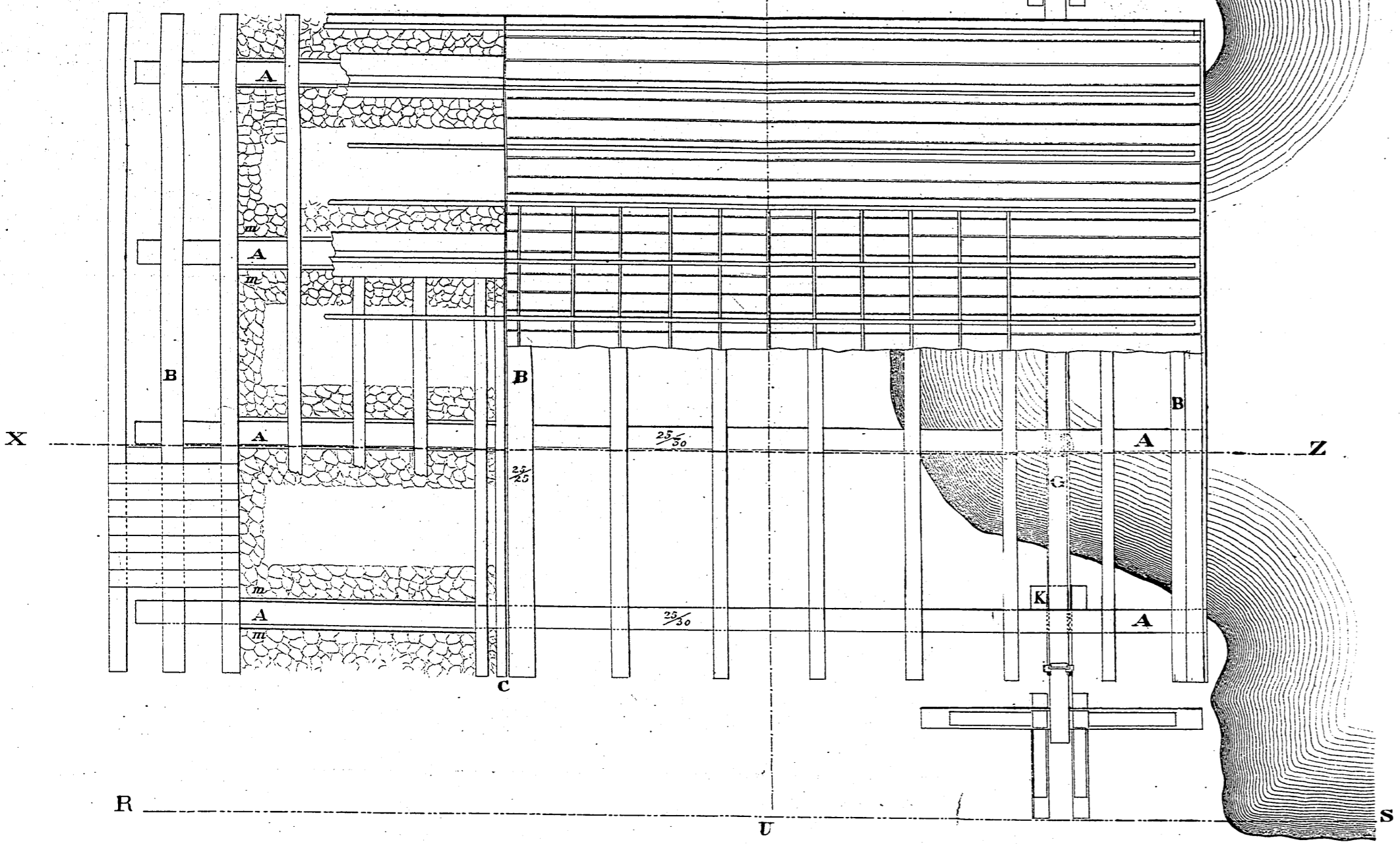
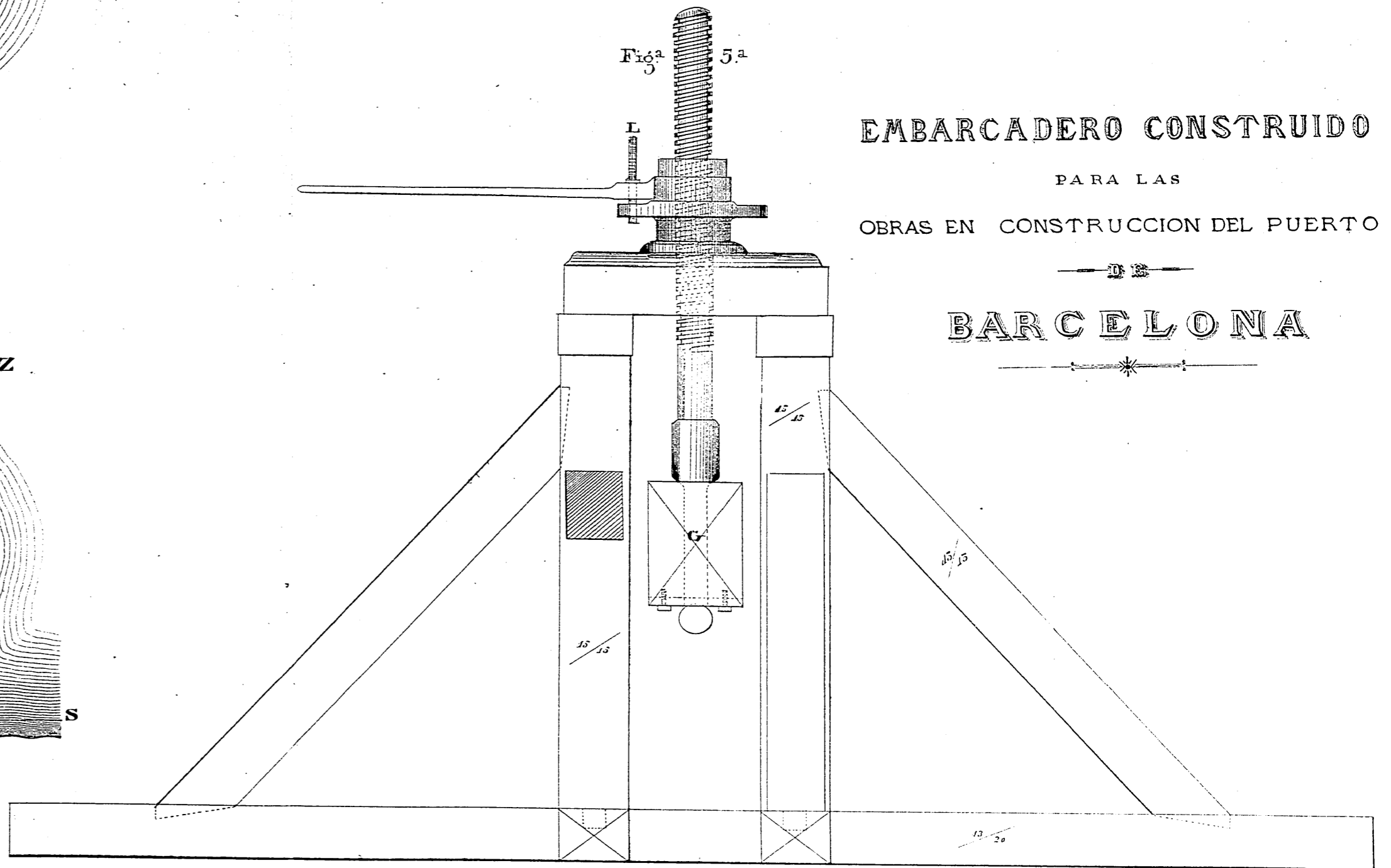


Fig. 4ª

Corte según la línea XZ

Fig. 5ª



EMBARCADERO CONSTRUIDO
PARA LAS
OBRAS EN CONSTRUCCION DEL PUERTO
DE
BARCELONA

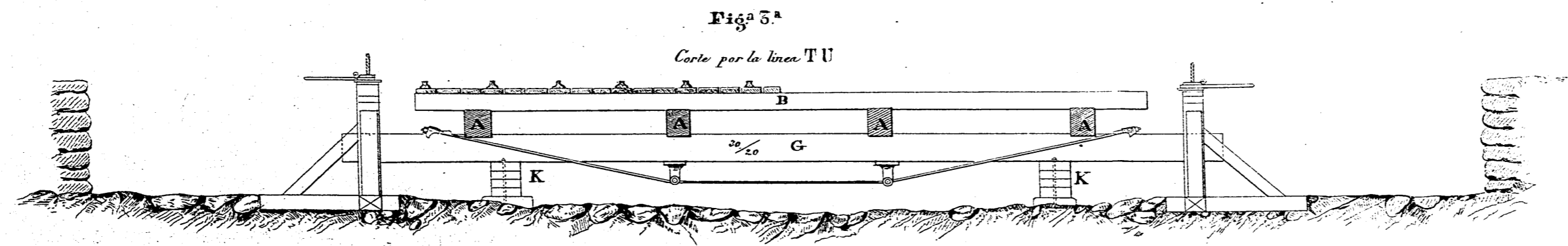


Fig. 5ª

Corte por la línea TU