

REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA 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

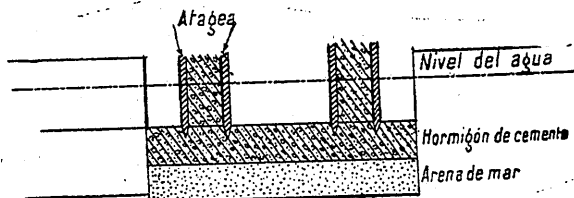
Dirección y Administración: Plaza de Oriente. 6. primero derecha.

CIMENTACIÓN SOBRE TERRENOS INCONSISTENTES

M. Lefebvre, Ingeniero Jefe de Puentes y de Calzadas, trata en una nota del caso de un terreno constituido de una manera general, por capas san rosas, más ó menos mezcladas de arena y separadas por bandas de turba de espesor variable. El nivel del agua está muy próximo del suelo. No se conoce el espesor del terreno inconsistente, el cual excede de 20 metros.

Después de haber ensayado, sin éxito, el empleo de pilotes ordinarios y de pilotes de arena para apretar el terreno, se decidió por cimentar directamente sobre la capa subyacente á la turba, cualquiera que ella fuese.

La zanja fué, desde luego, abierta á 0,20 m. próximamente por debajo del agua y continuada con la draga, cruzando la turbera hasta la cota deseada. Se vertió entonces una capa de arena de mar muy pura, de espesor variable, según los casos (véase la figura), y encima de ella se estableció un zampeado gene-



ral de hormigón de cemento (400 kg. de cemento por metro cúbico de arena).

Para elevar los pies derechos se sirvió de un encofrado de tablestacas ligeramente biseladas en su parte inferior para penetrar en el hormigón, todavía fresco, del zampeado. La separación de las filas de tablestacas era igual al espesor de los pies derechos disminuída del espesor del paramento á ejecutar ulteriormente. En razón de la poca consistencia del suelo, la obra, si hubiera sido terminada rápidamente, hubiera determinado inevitablemente un asiento. Este asiento, y esto es lo que caracteriza el procedimiento, fué provocado artificialmente cargando un peso determinado (arena, ladrillos, carriles, etc.) sobre un suelo de maderos que descansaba sobre los estribos de la obra. Bajo la influencia de estas cargas, el movimiento de asiento se aceleró al principio; después y a medida que el terreno se comprimía, el descenso fué disminuyendo, concluyendo, al cabo de algún tiempo, por hacerse insensible.

Se terminó entonces la construcción tomando ciertas precauciones: los vacíos entre los pies derechos fueron rellenados con mampuestos para combatir las subpresiones, si se presentaban

todavía. Se agotó después y se construyeron los paramentos, teniendo cuidado de enlazarlos con hormigón de arena.

M. Lefebvre indica que muchos pontones, de una luz de 3 á 5 metros, construídos en 1880 por este procedimiento, se encuentran perfectamente, y considera que puede emplearse en muchos casos análogos. Cita igualmente el caso de una construcción civil, cuyas fundaciones han sido establecidas con éxito de la misma manera.

Si este procedimiento exige un tiempo bastante largo para obtener el asiento deseado, en cambio, es de gran sencillez y muy económico.

El autor añade que el empleo del hormigón armado, vendrá, sin duda, á perfeccionar el sistema, permitiendo aumentar la base de cimentación disminuyéndose así la presión unitaria.—O.

PUERTO DE BARCELONA

(CONTINUACIÓN)

En los nuevos moldes de palastro de acero y hierros perfilados, este inconveniente se ha resuelto de un modo sencillísimo; puesto que se trataba solamente de asegurar un movimiento de rodadura, aunque el molde insiste sobre el suelo durante la fabricación y desmolde, deja de apoyarse sobre éste y lo hace exclusivamente sobre los carriles por intermedio de sus cuatro ruedas, verificándose forzosamente un movimiento de rodadura. Para ello se dispusieron las ruedas de modo que tuvieran movimiento en el sentido de la vertical mediante una guía ó deslizador, la que termina en una ruedecilla sobre la que obra un excéntrico, al que se le imprime un movimiento de giro con una palanca de hierro desmontable. Con esta disposición, basta, una vez desmontado el frente posterior, aflojar ligeramente los tornillos del anterior, para que obrando primeramente sobre los excéntricos posteriores y después sobre los anteriores, los dos tableros laterales y el frente anterior, queden levantados del suelo y apoyados sobre sus ruedas, verificado lo cual, es suficiente el esfuerzo de un par de hombres, para llevar á cabo el corrimiento de los moldes de una fila a la siguiente de moldeo; llegada a ésta se maniobran los excéntricos en sentido inverso, con lo que el molde insiste directamente sobre el suelo, y en esta disposición, se fijan las dos partes de que está formado el frente posterior, mediante sus correspondientes tornillos, se aprietan los del frente anterior y el molde queda en condiciones

de recibir el hormigón del nuevo bloque que se va á construir.

Goliat.—Para el transporte hasta la vía honda se emplea una máquina Goliat, análoga á las que vienen utilizándose en los talleres de esta índole. Este aparato, como todos los de su género, tiene dos movimientos: uno de elevación y otro de traslación; uno y otro se verifican por electromotores-serie, alimentados por la red general que más adelante se describe.

Las velocidades de elevación con carga y de traslación, son, respectivamente, de 12 centímetros y 9 metros por minuto, consumiendo por cada una de ellas 9,5 kilovatios.

Los electromotores giran con una velocidad de 1.600 revoluciones por minuto y transmiten su esfuerzo mediante un tren de engranajes á los cuatro tornillos de tres filetes, dextrorsum y sinistrorsum dos á dos, que son los que elevan los balancines á los que se fijan las llaves ó pernos de levante del bloque.

Por intermedio de otro tren de engranajes rectos y cónicos se transmite el movimiento á las ruedas sobre que insiste el aparato levantabloques.

Las ruedas de 0,60 metros de diámetro de rodadura, tienen pestaña central é insisten sobre dos carriles de 40,5 kilogramos por metro lineal, enlazados entre sí por medio de pequeños tirantes de modo que forman un solo cuerpo resistente.

Como quiera que la vía del Goliat ha de ser desmontable, y por el peso de los carriles, de ser éstos de las dimensiones hoy corrientes, se tendrían dificultades para montar y desmontar la vía, se ha subdividido ésta en trozos de seis metros, haciéndose la operación fácilmente: los carriles se fijan á traviesas de roble que distan entre sí 0,50 metros de eje á eje, por medio de grapas atornilladas á pernos unidos de un modo invariable á las primeras. El ancho de la vía, medido de centro á centro de ranura, es de 5,80 metros, que es exactamente la distancia entre ejes de las calles de bloques.

Además, dado el enorme peso que tiene este aparato cargado con el bloque de 80 toneladas, no podía pensarse en sentar las vías por las cuales ha de circular, apoyando los carriles directamente en el suelo, pues el terraplén hubiera cedido indefectiblemente; así, pues, se empezó por construir á lo largo de las calles transversales entre los bloques, un basamento de hormigón de $0,80 \times 0,60$ que repartiera las presiones y sobre él se colocaron las citadas traviesas de roble de $0,70 \times 0,25 \times 0,17$, distantes 0,25 metros para la sujeción de los carriles y repartir también las cargas sobre aquellos macizos; el resultado ha sido satisfactorio por completo.

Carro transbordador.—Levantado el bloque por el Goliat unos 0,40 metros sobre el suelo, es transportado al carro transbordador que lo conduce al puente carga-bloques.

El bastidor de este carro está formado por cuatro vigas largueras de montantes y cruces de San Andrés, á las que se cosen seis traveseros de celosía, y dos vigas tubulares de alma llena, sobre las que insisten los carriles de la vía del Goliat.

Las ruedas son en número de ocho, montadas sobre tres ejes; sobre dos ejes las posteriores y en uno solo las anteriores, siendo éstas las motrices.

Sobre las vigas largueras enlazadas á las ruedas por sus correspondientes cojinetes y en los planos verticales que pasan por los ejes, van cosidos, por medio de tornillos, cuatro bloques de fundición de $0,37 \times 0,35$ metros, destinados á recibir el bloque de hormigón de 80 T.

El movimiento del carro se obtiene por medio de electromotores-serie, que dan una velocidad máxima de 14 metros por minuto; los electromotores trabajan en serie y paralelo, transmitiendo su esfuerzo al eje motor delantero por intermedio de un tren de engranajes rectos; los dos electromotores y el tren de engranajes están instalados debajo del piso del carro entre las vigas largueras, cuya altura es sólo de 0,45 metros.

El aparato en su conjunto se dispuso en tan favorables condiciones que no ha tenido hasta el presente la menor interrupción.

Las dificultades que se presentaron para el establecimiento

de la vía de este carro, por no disponer de altura suficiente, á menos que se hubiera elevado el piso del taller, obligaron á proyectarlo con altura tan pequeña, que no permite el empleo de resortes ó de otros medios elásticos que pudieran amortiguar las desigualdades de la vía y evitasen, como ocurre alguna que otra vez, que el bloque por apoyarse con mucha desigualdad sobre sus cuatro puntos de apoyo, cargue de un modo desigual, dando lugar en varios casos á la rotura de alguno de sus ángulos.

La vía está formada por cuatro carriles de 32 kilogramos por metro lineal, la separación de los carriles que constituyen las dos vías paralelas es de 0,70 metros de eje á eje, y la de estas vías entre ejes es de 1,94 metros.

Las traviesas sobre que insisten los carriles, son de un metro de longitud, distantes de eje á eje 0,40 metros y colocadas de modo que el hueco de una corresponda al lleno de la traviesa de la otra vía, á fin de facilitar el cambio de las mismas y su mayor facilidad en el arreglo de la vía; de cinco en cinco traviesas cortas va una de 3,05 metros, que es el ancho de la explanación de la vía honda, para el mejor enlace de los carriles.

Las traviesas descansan sobre una capa de balastro de piedra partida, de 0,50 metros de espesor.

Puente de embarque.—Siendo las cargas que actúan sobre el puente muy distintas de las construcciones, nos ocuparemos particularmente de cada una de ellas y describiremos las pilas, vigas y carro carga bloques.

Pilas.—Las pilas son en número de dos; insisten una sobre el terraplén del taller y la otra sobre la excavación hecha en el fondo del antepuerto actual.

La cimentación de la pila de tierra se llevó á cabo abriendo una zanja hasta encontrar el nivel medio del agua del mar, que está á 2,30 metros por bajo de la arista de coronación de los muelles; esta zanja, cuyas dimensiones son $5 \times 3,5$ metros, se relleno con hormigón de cemento hasta una altura de 1,50 metros, á cuya altura se dispuso una parrilla de carriles viejos y se acabó el relleno hasta la altura del piso.

Sobre este macizo se levanta el zócalo de $2,40 \times 3,70$, sobre el cual descansa el cuerpo de la pila, construido con mampostería y aristones de sillarejo; las caras de la pila tienen taludes de 5 por 100 y 10 por 100 las paralelas y normales al eje de la pila respectivamente: la coronación está formada por dos sillares de piedra arenisca y además se ha relleno de mampostería con cemento el espacio entre los mismos y el cuerpo de la pila; con esta disposición se ha obtenido, además de la robustez necesaria, un aspecto elegante de la coronación del apoyo.

La cimentación de la pila del mar, se llevó á cabo excavando con una draga Priesmann, propiedad de la Junta de Obras, una profundidad de 0,90 metros, con lo que se encontró un suelo de arena limpia de tamaño mediano; nivelado el suelo de la excavación se procedió, con auxilio de la cábría de 80 toneladas de la propia Junta, á la colocación de los dos primeros bloques de mampostería de cemento grapiet, que tienen $4,70 \times 2,85 \times 2,00$ metros. Estos bloques quedaron dispuestos de modo que sus lados mayores son paralelos al eje del puente, adosados entre sí y formando una superficie de $4,70 \times 5,70$ metros; sobre esta primera hilada se dispuso la segunda formada también por dos bloques de $3,90 \times 2,80 \times 2,00$ metros, yuxtapuestos y á juntas cruzadas con los de la primera hilada; sobre éste va la tercera, constituida como las anteriores, por dos bloques, cuyas dimensiones son $3,90 \times 2,10$ siendo su altura de 2,00 metros también. Las cuarta y quinta hiladas están formadas por un solo bloque de $4,10 \times 3,10$ y $3,90 \times 2,6$ respectivamente; encima de la quinta hilada que sale del nivel medio del agua 1,00 metros, se eleva el zócalo cuya altura difiere en algunos centímetros del de la pila de tierra, con el solo objeto de que los cuerpos de las dos pilas sean exactamente iguales como lo son en realidad.

Para evitar los efectos de las socavaciones en la pila del mar, se revistió en todo su contorno con un macizo de escollera de 2 metros de altura con una coronación de 1 metro; además, para defender dicha pila de los choques de las embarcaciones, se han

construido dos castilletes de madera formados por cuatro pilotes de 30×30 metros arriostrados superiormente con cepos y cruces de San Andrés.

Tramo.—El puente tiene una longitud de 22.00 metros de centro á centro de apoyo y está constituido por dos vigas de grandes mallas en *N*; el número de mallas, la construcción de las cabezas superior é inferior, los montantes, diagonales, etcétera, etc., están perfectamente indicados en los adjuntos planos, siendo innecesario insistir sobre ello; sólo diremos que el trabajo máximo de las piezas más cargadas no exceda de 9,00 kilogramos por milímetro cuadrado, con la carga máxima del carro elevador transbordador y el bloque carga que se eleva á 106 toneladas ó sean 53,00 toneladas por eje.

El arriostramiento de los dos vigas del tramo sólo tiene lugar por sus cabezas y á fin de evitar las vibraciones transversales se dispusieron dos vigas horizontales de 1,00 metro de ancho en en las cabezas superiores de las vigas principales y enlazadas á las inferiores por medio de jabalcones á cada uno de los montantes de las grandes mallas y las vibraciones que actualmente tiene el puente, son las de todo puente metálico al pasar una carga móvil.

El tramo insiste sobre las pilas por intermedio de cajas de rodillos y rótula el de la pila exterior y solamente por rótula en la pila de tierra.

La altura de la cabeza inferior del puente sobre los carriles de la vía honda es de 7,40 metros, siendo las de las pilas de 16,88 y 7,85 metros, respectivamente, desde sus fundaciones á la coronación.

Carros carga-bloques.—El bastidor del carro está formado por dos vigas largueros de sección de doble *T* enlazadas entre sí por sus cabezas y almas, á dos vigas de la misma sección, formando de esta manera el cuadro del mismo. Á las dos vigas de cabeza van cosidas y paralelas á los largueros dos vigas de cabeza superior recta y la inferior parabólica, siendo su sección en forma de *U*. Sobre el bastidor están dispuestos los electromotores trenes de engranajes para el torno y movimiento de traslación, freno electromagnético y toma de corriente. Á la cabecera anterior del bastidor va unido por medio de dos fuertes ménsulas, la garita de maniobra para el conductor y en la que van alojados también los dos reguladores y las resistencias correspondientes.

Penetrando los dos largueros del bastidor y reforzados en estos puntos por fuertes cojinetes de una sola pieza de acero fundido, van los dos únicos ejes sobre que insiste el carro, siendo motor únicamente el anterior. Las ruedas caladas sobre estos ejes son de acero fundido de 0,60 metros de diámetro y llanta acanalada; los carriles sobre que insisten están formados por dos barras de acero de 100×65 mm. de sección, cosidas á las cabezas superiores de las vigas del tramo metálico por medio de roblones.

Tanto por la importancia de las cargas, como por la clase de trabajo que ha de realizar este aparato, ha sido objeto de un estudio minucioso, no sólo en su parte mecánica sino también en la eléctrica, y muy especialmente ésta, habiendo llegado á obtener un aparato verdaderamente modelo que funciona con una seguridad y precisión de primer orden.

En la parte mecánica y dentro de las condiciones esenciales de amplia resistencia en todos sus órganos, se han dispuesto los trenes de engranajes, que son todos fresados, con el menor número posible de elementos, empleando tornillos sin fin y ruedas helicoidales encerrados en cajas estancas para asegurarles una fácil y grande lubricación, siendo los cojinetes de los tornillos sin fin de bolas y los de los demás ejes de metal anti-fricción.

El freno, que es de cinta, está maniobrado por un electromotor imán de arrollamiento serie sobre el cual insistiremos al tratar de la parte eléctrica por ser de gran importancia el papel que desempeña.

Los electromotores son dos, uno para la bajada ó subida y el

otro para el movimiento de traslación. Ambos tienen arrollamiento en serie, son del tipo cerrado acorazado como los motores de tracción eléctrica, funcionan á una velocidad máxima de 680 revoluciones por minuto á una carga de 110 voltios, gastando el electromotor para el movimiento de traslación con carga, 11 kilovatios con una velocidad de 9 metros por minuto, y el de elevación con una velocidad de 0,50 metros por minuto y levantando el bloque de 80 toneladas, 17,50 kilovatios.

El gasto de corriente para la bajada, es, por término medio, del 5 al 10 por 100 del de subida; cuando se baja con lentitud extremada este gasto llega al 15 por 100 y en las rápidas el gasto es cero.

Los reguladores escogidos son del tipo N. S. B. de la casa Thomson-Houston que presentan ventajas de gran importancia, pues permiten el empleo de electromotores serie é imanes serie, tanto unos como otros los mejores para aparatos de elevación por tener un momento de arranque muy elevado y alcanzar grandes velocidades bajo cargas pequeñas. El empleo del electroimán serie permite, como es sabido también, mayor seguridad que con arrollamiento en derivación, por no ser tan grande en aquél la extracorrente de ruptura, debido al escaso número de vueltas que constituye su devanado. Tampoco necesitan para su funcionamiento voltaje tan elevado como los Shunt, con lo que se evita la probabilidad de un mal aislamiento, permitiendo elevar por lo tanto su capacidad de sobrecarga.

En las disposiciones ordinarias para las bajadas con freno, es lo más corriente que para verificarlas se haga muy poco á poco para no perjudicar al motor que desarrolla por sí sólo la energía moderadora, puesto que el freno no obra hasta llegar al contacto muerto; resulta de esto que cuando por cualquier circunstancia se ve precisado el conductor á hacer una parada rápida, no pueden evitarse choques peligrosos debidos al crecimiento exagerado de la fuerza contra-electromotriz del inducido.

Este grave inconveniente está previsto y evitado, pues tan pronto como el voltaje de la red es alcanzado por la contra-electromotriz del inducido, entra en funciones en este mismo momento y obra el freno sin que el conductor tenga que tocar el regulador, alejándose automáticamente la mayor parte de la energía moderadora del motor, y pasando al freno que verifica la parada no de un modo brusco, sino con suavidad al bajar lentamente el contrapeso de la palanca de la cinta, debido a la resistencia que le presenta la salida del aire del cilindro moderador de que va provisto el freno.

Desde luego se ve la grandísima importancia de este freno, pues con la disposición descrita se evitan choques de corriente, verdaderamente brutales, que hacen padecer considerablemente al motor y la parte mecánica del torno, comprometiendo su seguridad.

Para la subida se han dispuesto seis contactos y diez para la bajada. En la posición de parada el regulador está dispuesto de modo para poner el motor en circuito corto á fin de disminuir por este medio de frenamiento el que el motor se lance cuando sólo eleva cargas de poca importancia ó trabaje á vacío. Para el caso de elevar cargas tan grandes como los bloques, se va corriendo al volante del 0 al 6, con lo que se dejan fuera del circuito las resistencias intercaladas, y se obtienen velocidades de subida variables de 0 á 0,50 metros por minuto.

Las bajadas pueden verificarse con freno ó con fuerza, según se trate de grandes ó pequeñas cargas, ó el gancho del torno no tenga ninguna. Entre los contactos de bajada con fuerza y con freno hay uno, el 0, en el que el inducido del motor queda fuera de la red, pero no los inductores y el electroimán del freno, para que éste no entre en servicio; unos y otros quedan en serie con una fuerte resistencia que limita la corriente á su valor más reducido.

Los contactos de bajada 1 y 2, permiten el movimiento del torno aun con grandes cargas, no dejando de actuar el freno hasta el núm 3; sin embargo, si se retrocede del 3 al 1, el imán queda atraído y el peso desciende suavemente.

Intercalando las resistencias *R-1* á *R-6*, se obtienen diez velocidades de bajadas diferentes; esto se verifica por conexión en paralelo en los contactos 2-4-6-8 de varios elementos de las resistencias entre sí.

Para la bajada con fuerza se utilizan los contactos 1, 2, 3 después del 0; en el contacto 1 y en el 2, se verifica una excitación independiente en el campo del motor por medio de una resistencia conectada en paralelo con el inducido del mismo. Estas resistencias, que en el núm. 2 se han disminuido, quedan fuera del circuito en el punto ó contacto 3, alcanzándose, por tanto, la velocidad máxima de bajada con fuerza.

En la bajada con freno, se observa también que mientras que el motor está conectado con la red, su campo y reostato de regulación están en paralelo con el inducido del mismo y el electroimán del freno como el reostato de la excitación independiente, se hallan en el circuito principal de alimentación del motor.

El reostato de excitación independiente determina el valor de esta excitación, la que alcanzará su valor máximo (75 por 100 de la corriente total de subida á plena carga) en el contacto 3, que corresponde, como ya hemos dicho, el punto en que la carga comienza á verificar su bajada. El valor de esta excitación se reduce inmediatamente al 15 por 100 al llegar el regulador al contacto 4, y pierde poco á poco su importancia en los contactos sucesivos.

El regulador correspondiente al motor que produce el movimiento de traslación, es del tipo corriente de los de motores de tracción con inversión de sentido de corriente y con el suficiente número de contactos (6 para cada sentido), á fin de que no puedan verificarse choques de corriente, no habiendo dispuesto freno como el ya descrito, pues fácil es de ver que por las condiciones distintas que ha de llenar este electromotor, no era necesario.

No entramos en la descripción del balancín, al que se enlazan los pernos ó llaves para levantar el bloque, por ser la disposición generalmente empleada; como asimismo prescindimos de su enlace con el tambor del torno el cual se verifica por un polipasto armado de acero fundido al crisol.

Placas de suspensión.—Para levantar los bloques se adoptó el sistema de llaves de acero que penetran en chimeneas que se dejan dentro del macizo.

El gran peso de esta masa obligó á tomar ciertas precauciones que la experiencia ha venido á demostrar cuán necesarias eran. Las chimeneas tienen forma de tronco de pirámide de 0,35 por 0,16 de sección media, y una profundidad de 1,75 metros. Por ellas entra una llave hasta llegar al fondo donde se ha dejado espacio suficiente para que pueda girar colocando la lengüeta ó guarda normalmente a la mayor dimensión de la chimenea, con lo cual queda cogido el bloque para ser elevado; pero sobre esta llave carga un peso de 40 toneladas y, por lo tanto, ha tenido que dársele dimensiones muy fuertes, de modo que la caña tiene 9 centímetros de diámetro, y en junto pesa toda la pieza 185 kilogramos, siendo, por lo tanto, difícil su manejo á brazo é indispensable que toda su manipulación se ejecute con los aparatos elevadores. Por otra parte, si actuase directamente la guarda sobre el hormigón del bloque, como la superficie del contacto es sólo de 196 centímetros cuadrados, resulta una presión de 2,14 kilogramos por unidad, la cual es inadmisibles y de aquí que se proyectó colocar fuertes placas de fundición que repartiesen las presiones.

Así pues, el fondo de las chimeneas está constituido por una pieza cilíndrica en forma de cubo de 0,48 metros de diámetro y 0,32 de altura, sobre ella se coloca una placa de fundición tallada por la chimenea para que pueda penetrar la llave, que sirve para repartir las presiones en una superficie de 2.222 centímetros cuadrados, correspondiendo 18 kilogramos á cada uno.

En la práctica, para formar estas piezas se han construido cajas moldeando hormigón con cemento del país y trozos de piedra ó ladrillo, las cuales se replantean y colocan en su sitio

cuando la tongada de hormigón que forma el bloque alcanza una altura de 0,45 metros, nivelándolas perfectamente para que la tracción resulte lo más igual que sea posible.

Sobre estas cajas y como cubierta de las mismas, se colocan las placas de fundición que tienen un espesor general de 30 milímetros, y están reforzadas por nervios de 15 y 25; pero había de preverse la dificultad de que al querer soltar los bloques pudiera darse á la llave mayor ó menor giro del conveniente y ocurriera algún desperfecto, ó, por lo menos, pérdidas de tiempo, así es que para facilitar la extracción de las varillas se han colocado en la base inferior dos topes que presentan caras planas inclinadas á 45° y unidas sin resalto alguno á las aristas inferiores del orificio alargado, de suerte que colocadas aproximadamente las varillas en disposición de ser extraídas, los planos inclinados les servirán de guía para la salida.

Sobre las placas se colocan, por último, los moldes interiores de las chimeneas, formados por un armazón compuesto de cuatro piezas, con una llave en su interior que las aprieta contra las paredes de hormigón y que una vez levantadas permite que las piezas se puedan sacar fácilmente.

La experiencia ha demostrado que todas estas precauciones no bastan para trabajar con seguridad completa manejando estos grandes pesos, y por dos veces ha ocurrido que, rompiéndose las placas, ha cedido el hormigón y al correrse la llave ha desprendido el bloque partido en trozos. Estos accidentes, que por fortuna no han ocasionado desgracias personales, ni es probable que las originen por cuanto cuando se eleva un bloque no debe quedar operario alguno cerca del mismo, tienen singular importancia respecto del material, porque además de la sacudida que sufren los aparatos de elevación, la caída sobre el carro transbordador ó sobre la barcaza los inutilizaría por completo; por lo tanto, hubieron de estudiarse detenidamente las causas que pedían motivar la ruptura de bloques, que, según describiré luego, resisten el vertido con caída de dos metros de uno sobre otro sin sensible deterioro; y se comprobó que en masas tan enormes la diferencia de tiempo de secadero que debe establecerse según que se fabriquen en verano ó durante el invierno es enorme también, de modo que un bloque hecho en Junio, se halla en disposición de ser vertido á los dos meses de vida, mientras que los construídos en Diciembre y Enero necesitan cinco ó seis meses para alcanzar el mismo grado de dureza.

Para llegar á estas conclusiones, se sondaron bloques de diferentes edades y época de fabricación, corroborando las observaciones hechas, señaladas ya por varios Ingenieros en distintas obras, por lo cual creo pueril detallar aquí mis observaciones; pero no era posible que contando con taller tan pequeño, se dejaran los bloques en secadero por tan largo espacio de tiempo, pues forzosamente había de motivar esto una prórroga enorme en el plazo de construcción, y reconocido hasta qué punto podía contarse con una capa endurecida que repartiendo más las presiones permitiera abreviar el plazo de levante y transporte de los bloques, teniendo en cuenta que la situación de las chimeneas está estudiada en forma que el bloque suspendido apenas trabaja por flexión, ideó el contratista colocar un macizo de hormigón de cemento sobre la placa de fundición y de este modo han podido seguirse todos los trabajos sin paralizaciones en el taller, vertiendo los bloques construídos durante el invierno con tres meses de secadero.

Barcaza lanza bloques.—Para el transporte al pie de obra é inmersión de los bloques se han empleado hasta el presente en la construcción de los rompeolas, flotadores (Cherburgo, Argel, etcétera), gánguiles de pozo (Boulogne, Bilbao, etc.) y barcazas de vuelco (Marsella, Cete, Génova, etc.); todos estos sistemas, á más del elevado coste de casi todos ellos, presentan inconvenientes de otra índole; uno, común á todos; otros, peculiares de cada sistema.

Los flotadores, en casos como el presente de grandes bloques, alcanzan proporciones voluminosas y se hace muy difícil su manejo en mar libre. Los gánguiles de pozo, aunque de manejo

fácil, tanto para el transporte como para la inmersión, presentan dificultades para la carga, pues a poca mar que haya, ésta se verifica con lentitud en malas condiciones por tener que ir el bloque poco menos que guiado por las paredes de la cántara donde va sumergido durante el transporte; y las barcasas de basculamiento, aunque la carga se hace con suma facilidad y la inmersión en buenas condiciones, con tal que calen bastante, tienen el inconveniente de que este calado ya crecido se aumenta aún considerablemente por el vuelco, ya su utilice para verificar éste, bien lastre móvil sobre cubierta ó bien cajas de agua. Todos estos sistemas tienen, como hemos dicho, un inconveniente común, cual es, la necesidad imprescindible de un medio auxiliar: cabrias flotantes ó titanés para la colocación de los bloques en las capas superiores; gravando por tanto el coste de la mano de obra.

Con el fin de evitar todos los inconvenientes de los diversos sistemas empleados, se estudió, proyectó y construyó por los contratistas un nuevo sistema que, á más de ser económico, permite verificar la carga, transporte é inmersión con suma facilidad y hace además innecesario el empleo de medios auxiliares, puesto que permite colocar los bloques hasta 2 ó 2,5 metros por encima del nivel del mar, que es la altura máxima del perfil en la defensa de bloques.

Sobre una barcaza de las destinadas al transporte de la piedra partida para la fabricación de los hormigones, se montó el aparato proyectado, que es sencillamente un plano inclinado de rodillos que puede variarse á voluntad y rápidamente, de plano de deslizamiento á rodadura, utilizando éste para el lanzamiento y aquél durante el transporte y carga.

El armazón del plano está formado por cuatro armaduras de pino rojo del Norte construidas con piezas de 30×30 centímetros de escuadria, enlazados ente sí por ensambladuras, traveseros y pernos. Sobre la parte superior de lo que pudiéramos llamar pares, se han dispuesto los cojinetes de fundición y metal blanco de los rodillos, siendo éstos en número de 16, de los cuales diez están montados en ejes independientes y los seis restantes sobre dos ejes que ocupan el primero y último lugar.

Esta disposición de los ejes rodillos primero y último, se estudió para proporcionar al bloque, durante su carga, mayor superficie de apoyo y evitar, caso de estar cargado el bloque con mucha oblicuidad respecto al plano inclinado, que el bloque al no apoyarse más que en dos puntos pudiera bascular y caer entre las filas de rodillos sencillos, destrozando ó dificultando cuando menos su caída. Con la disposición adoptada se comprende que esto queda evitado, pues siempre estará el bloque apoyado en tres rodillos.

Los frenos se han calculado para que, aun cuando el bloque tomara por efecto del mar una inclinación de 34 por 100, que es el ángulo de equilibrio por deslizamiento, los rodillos no patinen; las zapatas en número de 20 (dos por rodillo) son maniobradas sumultáneamente por un solo hombre que ejerce un esfuerzo tangencial de 30 kilogramos en la llanta del volante de manobra, el cual transmite su esfuerzo á un tornillo de filete cuadrado de 8 mm. de paso mediante una palanca acodada al eje general de frenos, al cual se enlazan, mediante manivelas, las varillas de transmisión que atacan las bielas de compensación y éstas á su vez á las grandes manivelas donde van montadas las zapatas; el objeto de las bielas de compensación es el evitar la pérdida del esfuerzo de una zapata que pudiera averiarse y no funcionar bien, pues con esta disposición el esfuerzo no emplea por ella se utiliza en las que funcionan.

Los ejes y rodillos se han calculado para resistir un peso de 8 toneladas cada uno, siendo los ejes de acero Martín-Siemens, y estando los rodillos, compuestos de ocho piezas de pino rojo, enlazadas entre sí por tres zunchos de llanta de hierro de 80 milímetros los extremos y 100 mm. el central, siendo el grueso de ellos 20 mm., y por dos platillos de fundición con pernos de 25 mm. en número de tres, transmitiéndose el esfuerzo de rodadura á los ejes por medio de chavetas fijas á los platillos.

Calculados los rodillos y ejes y conocido, por tanto, su peso, se procedió á determinar el esfuerzo de tracción necesario para poner el bloque en movimiento, y conocido este esfuerzo, se determinó la inclinación que había que dar al plano, para que al desaparecer el efecto de los frenos el bloque se lanzase.

Para el cálculo del esfuerzo de tracción, hicimos uso de la ecuación deducida por Morin de sus experiencias de arrastre de vehículos de varios ejes, cuya fórmula es:

$$R = \frac{(A + f \cdot q) \cdot n \cdot P}{r} + \frac{A \cdot n \cdot P}{r} \quad (1)$$

En la que,

A: es un coeficiente que depende de la naturaleza del firme, habiéndose tomado el que corresponde á un piso duro pero recubierto de detritus secos ó húmedos, como es el del bloque con la arena que lleva adherida á su cara inferior, $A = 0,018$.

f: coeficiente de rozamiento de gorriones de acero sobre metal anfricción; $f = 0,05$.

q: radio de los gorriones; $q = 0,05$.

n: número de ruedas; $n = 10$.

P: carga que soporta cada rueda; $P = 8.000$ kilogramos.

r: radio de las ruedas; $r = 0,30$ metros.

p: peso de cada rodillo con su eje; $p = 360$ kilogramos.

Sustituyendo valores en (1) y verificando operaciones resulta:

$$R = \frac{(0,018 + 0,05 \times 0,05) 10 \times 8.000}{0,30} + \frac{10 \times 360 \times 0,18}{0,30} = 5,682,66 \text{ K}$$

para valor del esfuerzo de tracción en marcha, mas como para la arrancada es este valor aumentado en un 25 por 100, tenemos para esfuerzo de tracción total,

$$5,682,66 \times 1,25 = 7,103,32 \text{ kilogramos}$$

esfuerzo que tendremos siempre á nuestra disposición dando al plano de rodillos una inclinación con la horizontal del 6 por 100, puesto que el bloque pesa 80.000 kilogramos.

Esta pendiente del 9 por 100 es la que tienen los pares de las armaduras según puede verse en el alzado longitudinal.

La experiencia ha puesto de manifiesto que los coeficientes tomados eran los que convenían, lanzándose los bloques, desde el primero, en las condiciones previstas al proyectar el aparato, no habiendo sido necesario modificar ni el menor detalle de lo proyectado.

Aun que es muy lejana la probabilidad de que los frenos dejen de hacer su efecto, pues su construcción, como se ha visto, es robusta y sencilla; tratándose como se trata de una gran masa, no se ha dejado imprevista esta probabilidad, y para evitarla, al proyectar el aparato se tuvo presente y se dispuso un cable plano cuyos extremos están terminados en rodillos tensores maniobrados por dos volantes tuercas, fijados á los montantes del plano: esta braga ó faja abraza al bloque en la forma que indica el alzado, y sirve de retenida en caso de que los frenos faltasen por cualquier circunstancia. Su poco peso permite colocarlo fácilmente, bastando para quitarlo aflojar los tensores, pues su propio peso le hace caer entre las filas 5.ª y 6.ª de rodillos dejando libre al bloque y al plano de rodillos.

Para la determinación del lastre de que ha sido preciso proveer á la barcaza sobre que va montado este aparato, se ha tenido en cuenta el desplazamiento del centro de gravedad del sistema, ocasionado por la carga del bloque sobre la barcaza; conocido este desplazamiento, fácil nos ha sido determinar la cuantía ó peso del lastre de arena con arreglo al sitio disponible para depositarlo, para hacer que el centro de empuje ocupe la posición necesaria y la barcaza, á más de satisfacer las necesarias condiciones de estabilidad, cale la menor cantidad posible

por la banda de vertimiento ó lanzamiento y quede el plano de rodillo con la inclinación del 7 por 100 (carga). En el primer lanza-bloques montado de babor á estribor sobre la barcaza, el lastre se dispuso de suerte que su centro de gravedad estuviera en la misma línea eje del lanza-bloques sobre la banda de estribor ó sea la opuesta á la de vertimiento que era la de á babor, encerrado en una caja de madera, formada por el costado y pantoque de la barcaza, un mamparo longitudinal del pantoque á la cubierta, y otros dos tabiques transversales. El peso del lastre era de 11 toneladas; el centro de empuje pasaba por el eje de simetría de la barcaza cuando ésta llevaba toda su carga, calaba hasta el cintón, siendo la inclinación del plano inclinado la prevista del 7 por 100.

En el segundo lanza-bloques, el aparato se ha montado, no transversalmente como en el primero que se ha descrito, sino en sentido longitudinal y según el mismo eje de la embarcación. Esto ha obedecido á las siguientes consideraciones y precauciones: no teniendo la empresa constructora medios propios de embarque de los bloques cuando se construyó el primer lanza-bloques, se dispuso éste en la forma que se ha dicho con objeto de facilitar y hacer más apropiado al medio de embarque de que dispuso, que no era otro que la cabria de 80 toneladas de la Junta del Puerto, pero una vez que estuvo montado el puente carga bloques ya descrito, el utilizar la barcaza en la forma dispuesta, hubiera sido peligrosísimo, por el accidente á que podía dar lugar la rotura del bloque ó la del cable de suspensión del mismo, pues estando el bloque durante el tiempo de carga precisamente en el mismo plano del eje del puente, de ocurrir cualquiera de las causas citadas deslizaría el bloque todo ó en trozos sobre el plano inclinado, mientras que la barcaza, por efecto de la reacción, chocaría contra la pila del mar, comprometiéndola ó causando su ruina conjuntamente con la de todo el puente, pues las defensas formadas con los castilletes de madera no bastarían á evitarlo, porque como, se comprende, su objeto no es otro que el evitar el choque de las embarcaciones pero no el de una masa tan grande como la de un bloque de las dimensiones de los que se cargan con el puente, animado de cierta velocidad. Dispuesto como se ha dicho, tan grave inconveniente queda evitado, pues de romperse el bloque ó los medios de suspensión, cada elemento saldría por su lado, pero sin ocasionar ningún grave inconveniente puesto que lo harían según el eje longitudinal de la barcaza, que es normal al del puente.

La posición del lastre es á proa en este lanza-bloques; su peso es de 44 toneladas, la posición del centro de empuje del sistema completo está en el eje de simetría de la barcaza que cala á popa por donde se efectúa el lanzamiento hasta el cintón como en el caso del primer lanza-bloques, y la pendiente del plano inclinado de éste es de 7 por 100.

Descrito el aparato, las operaciones de carga y lanzamiento del bloque se presumen y casi no habrá necesidad de decir las; frenados los rodillos se coloca el bloque sobre la plataforma por medio del tornillo del puente, comenzando por apoyarse sobre los tres rodillos montados en el primer eje superior, y continuando el descenso, el bloque, siempre apoyado sobre este eje, gira hasta apoyarse sobre todo el plano; entonces se coloca y cesa la braga de retenida y continúa de nuevo el descenso hasta que el bloque cargue exclusivamente sobre el aparato; se giran los pernos de suspensión y al elevarse el balancín del torno, arrastra consigo los dos pernos, sacándolos de las chimeneas del bloque, retrocediendo á su posición primitiva para colocarlos en otro bloque que espera su embarque. Entre tanto libre el bloque cargado sobre la barcaza de lanzamiento, es remolcado hasta el sitio de inmersión por un remolcador de 80 c, v, i, en donde se amarra la embarcación, si el bloque ha de ocupar las últimas capas, ó bien se lanza al paso, si corresponde á las inferiores; para el lanzamiento, se aflojan los tensores, con lo que la braga deja libre el bloque y después se actúa el volante de los frenos, colocado en la parte posterior del aparato, en el lugar indicado en los planos. Verificadas estas operaciones, el bloque inicia su mo-

vimiento de descenso que se incrementa á su vez por aumentar la inclinación del plano á su bajada, lanzándose al mar y levantando una columna de agua y espuma mientras que la barcaza se aleja del lugar de la inmersión unos diez ó quince metros.

Con este aparato, ha sido fácil dejar los bloques unos dos metros por encima del nivel del mar.

El tiempo invertido en las operaciones del lanzamiento propiamente dicho no llega á un minuto.

Central eléctrica y redes de distribución.

El gasógeno, lavador y apaga-ruídos del escape, así como las carboneras, están instalados en la parte anterior del edificio y en comunicación con la vía de servicio para el hormigón, siendo esta parte del edificio perfectamente aireada; el motor, dinamos y cuadro de distribución ocupan la parte posterior.

El motor es de la casa Winterthur (Suiza) de 60 c. v. e., en el eje á marcha normal, pudiendo desarrollar hasta 68,5 caballos á marcha forzada. El número de revoluciones por minuto es de 190; su volante, de 5,5 toneladas de peso, permite obtener un coeficiente de irregularidad de 1/30 muy suficiente para el uso á que se le destina.

Las dinamos son dos enlazadas mecánicamente para ser movidas al mismo tiempo por una sola polea que recibe movimiento del motor, que hace también de polea, por una correa de ballata, de 28 centímetros de ancho, y cuatro telas. Estos dinamos son de 20 kw. del tipo E. G. 200 de la Sociedad General Española de Electricidad A. E. G. Thomson-Houston Ibérica. Su excitación es en derivación y están acopladas en paralelo pudiéndose utilizar una ó las dos según las necesidades. Su voltaje es de 130 voltios y el número de revoluciones 960 por minuto.

El cuadro está compuesto de los aparatos de seguridad corrientes y necesarios de que van siempre provistos los de medida de potencial é intensidad para cada una de los dinamos; los reostatos de excitación del campo magnético, interruptores bipolares para los dinamos y los unipolares para las distintas líneas que sirven al cuadro; la instalación del cuadro, está tan próximo al motor, que el mismo maquinista encargado de este y del gasógeno puede perfectamente acudir á su servicio sin que por ello tenga que abandonarlo, con detrimento de la marcha del mismo.

Las redes que sirven para la alimentación de los diversos electromotores del taller están indicadas en los planos generales de los mismos, siendo aéreas las positivas y constituidas las de retorno por los carriles de las distintas vías del taller.

Estas redes pueden hacerse independientes mediante manobras del cuadro, pero en general, salvo la que alimenta el carga-bloques, quedan enlazadas durante el trabajo, para con ello disminuir la pérdida de voltaje ocasionada por la resistencia del transporte.

Cabria de 80 toneladas.—Con arreglo al art. 2.º de los adicionales al pliego de condiciones de esta contrata, la Junta había de facilitar para la realización de la obra la cabria de 80 toneladas que adquirió con destino al servicio público, y aun cuando en definitiva casi se ha prescindido de ella, en los comienzos del trabajo se utilizó con buen resultado y probablemente aún será precisa para ciertas operaciones.

Claro es que para un trabajo seguido presenta este aparato todos los inconvenientes de las cabrias flotantes, entre ellas, lo costoso que resulta sostener una tripulación en los días que no trabaja, el tiempo perdido en fondearla cuando empieza y termina el trabajo, etc.; pero en realidad sin este aparato no se habría empezado el vertido de bloques hace dos años, ni podría utilizarse inmediatamente el taller de muelle de Cataluña mientras no se establezca la placa giratoria que enlaza las vías hon-das de la instalación general.

La descripción de la mencionada cabria es como sigue:

Casco.—Es de forma prismática, con los rebordes inferiores redondeados. Las dimensiones son las siguientes: eslora, 30

metros, manga 12 metros, puntal 2,650 metros. Se halla reforzado por un sistema de cuadernas y dos sistemas de grandes vigas armadas, longitudinales unas, transversales otras, que impiden toda deformación anormal bajo la acción de las cargas. En la popa existen dos grandes tanques que pueden contener 110 toneladas de agua que sirve de contrapeso para reducir la inclinación de la grúa bajo la acción de las grandes cargas.

Planchas exteriores.—Las planchas inferiores están colocadas en tiras longitudinales, las juntas en este sentido son á recubrimiento y las transversales á tope con cubre-juntas. El espesor de estas planchas es de 10 milímetros.

Las planchas del canto circular tienen el mismo espesor, están curvadas á un radio de 0^m,500 y sus juntas son á tope con cubre-juntas.

Las planchas de los costados tienen un espesor de 8 milímetros y la disposición de sus juntas es igual á las de las demás planchas.

Cuadernas.—Están formadas en su parte horizontal unida al fondo por una viga armada de 0^m,300 de altura, compuesta de un alma de $0,300 \times 0,008$ y dos escuadras, una de $\frac{70 \times 70}{10}$ y otra de $\frac{100 \times 70}{10}$, esta última roblonada al fondo del casco.

Esta escuadra está curvada por ambos extremos adaptándose á los costados del casco formando la parte vertical de la cuaderna.

La separación de cuadernas es de 0^m,613. Sus dimensiones son tales, que el trabajo del material en las cuadernas más inmersas bajo la acción de las grandes cargas no excede de 6 kilogramos por milímetro cuadrado.

Grandes vigas transversales.—Las vigas transversales están destinadas á oponerse á la deformación transversal del casco.

La viga situada á proa inmediatamente debajo del apoyo de los grandes pies derechos de la grúa, soporta los fuertes momentos de flexión que se desarrollan por la transmisión de las presiones del agua sobre la parte anterior del casco al punto de apoyo de los pies derechos y que vienen á equilibrar la reacción vertical de los mismos. Es de alma llena de 0^m,010 de espesor con cabezas formadas por dos escuadras de $\frac{80 \times 50}{10}$ y planchas horizontales de 0^m,200 \times 0^m,010.

La otra viga situada también á proa, sufre esfuerzos de igual naturaleza que la anterior, estando, además, destinada á resistir la acción de las grandes cargas que se depositen en el piso metálico de la proa de las grúas. Es una viga de celosía de grandes mallas con cabezas formadas por un alma, dos escuadras y una plancha horizontal y diagonales en forma T, cuyas dimensiones se han subordinado á la condición de que el trabajo del material no exceda de 6 kilogramos por centímetro cuadrado.

La viga situada hacia el centro de casco, es de una construcción y dimensiones análogas á la primera, y su misión principal consiste en contribuir á la conveniente distribución de esfuerzos entre las vigas longitudinales que la cruzan, además de oponerse á la flexión transversal del casco.

Grandes vigas longitudinales.—Cuatro tienen una forma quebrada en proyección horizontal. Las dos vigas exteriores parten de la base de apoyo de los grandes pies derechos de la grúa, se dirigen hacia el centro hasta encontrar la viga transversal segunda, desde cuyo punto se dirigen á la proa siguiendo una dirección paralela al eje del casco. La misión de estas dos vigas es transmitir al apoyo de los pies derechos una parte de las reacciones del agua sobre el casco en toda la longitud del mismo, resistiendo á los momentos de flexión que estas reacciones desarrollan. Desde los pies derechos hasta la viga central estas vigas son de celosía de grandes mallas con cabezas y diagonales de forma T compuestas, las primeras, de un alma vertical de $0,300 \times 0,010$, dos escuadras de $\frac{80 \times 80}{10}$ y tres planchas horizontales de 0^m,300 \times 0^m,012, y las segundas de sección variable según la

importancia de los esfuerzos que se desarrollan. Desde la viga central hasta la proa, estas vigas son de alma llena utilizándose como paredes verticales de los tanques. En esta parte la sección de las cabezas de la viga es igual á la anterior.

Las dos vigas anteriores parten también de la base de apoyo de los pies derechos de la grúa y van al medio de la viga transversal central, desde cuyo punto se dirigen á la proa paralelamente al eje del casco. Estas vigas transmiten al apoyo de los pies derechos una parte de las reacciones del agua, y en su parte posterior soportan la gran placa del tornillo que mueve el tirante de la grúa, sirviendo para equilibrar la reacción vertical de abajo arriba del pie del tirante con el contrapeso de agua de los tanques. Las porciones interiores de estas vigas junto con la viga transversal, forman un triángulo en el que se equilibran los esfuerzos que en el plano horizontal se desarrollan en los apoyos del tirante y los pies derechos de la grúa. Estas dos vigas son de celosía de grandes mallas en la parte comprendida entre la viga central y la proa y de alma llena entre dicha viga y la popa, utilizándose también esta última parte como paredes verticales de los tanques. La sección en las cabezas en la parte de celosía se compone de un alma de $0,300 \times 0,010$; dos escuadras de $\frac{80 \times 80}{10}$ y dos planchas horizontales de $0,300 \times 0,012$. En la parte de alma llena las cabezas se componen de dos escuadras de $\frac{80 \times 80}{10}$

y dos planchas horizontales de $0,400 \times 0,012$. Un sistema de tabiques transversales unen fuertemente entre sí las porciones posteriores de estas vigas, dándoles la rigidez necesaria para resistir las fuertes compresiones que en el plano del alma vertical desarrolla el esfuerzo del tornillo.

La viga central sólo existe entre la viga transversal y otra pequeña viga transversal próxima á la central. Su misión principal consiste en dividir la longitud de las cuadernas comprendidas en esta parte del casco y evitar que trabajen á esfuerzos de flexión demasiado elevados. La parte de esta viga comprendida entre las transversales tienen dimensiones convenientes para soportar las cargas que se depositen en la proa de la grúa.

Piso metálico de la proa.—En la proa del casco existe un piso de plancha de 0,010 de espesor, ocupando todo el ancho del mismo y una longitud de 6,400. Este piso apoyado sobre grandes vigas y un sistema de vigas y viguetas que insisten sobre las primeras, es capaz de soportar en cualquier punto de su superficie las cargas de 80 toneladas que la grúa deposite sobre él.

Cubierta del casco.—El resto del piso del casco está formado por tablas de madera de 0,075 espesor enlazadas y calafateadas en la misma forma que las cubiertas de los buques. Soportando la cubierta hay un sistema de baos apoyados sobre las cuadernas y las grandes vigas longitudinales, formados de un alma vertical de altura variable para adaptarse á la forma curva de la cubierta y un hierro de ángulo de $\frac{100 \times 70}{10}$.

Escobenes, bitas y maquinilla.—Convenientemente distribuidos sobre la cubierta de la grúa, se hallan 8 escobenes y 8 bitas, provistos cuatro de los primeros de poleas acanaladas para producir la tracción de la cuerda en cualquier sentido.

Hacia el centro de la cubierta y á ambos lados existe una maquinilla movida por vapor, destinadas las dos á obtener el movimiento de traslación en todos sentidos.

Defensa y trancanil.—En los costados del casco y en su parte superior existe una defensa de madera de una sección de 0^m,300 por 0,200 y la cubierta se termina en los extremos por un trancanil de igual sección.

Caseta para las máquinas.—En el centro existe una caseta de madera con cubierta de plancha ondulada de hierro galvanizado que abriga toda la maquinaria de la grúa. Soportan la cubierta un sistema de cuchillos y viguetas de hierro.

Tanques.—Desde la viga transversal hasta la popa, existen dos grandes tanques divididos en varios compartimientos, estan-

do formadas por el alma de las grandes vigas longitudinales las paredes verticales. El fondo de estos tanques, situado á 0^m,850 del casco, con objeto de poderlo reconocer y pintar, está reforzado por viguetas armadas de 0^m,250 altura. De los cuatro compartimientos en que se halla dividido cada tanque, el más próximo á la viga central se halla incomunicado de los demás y se utiliza como depósito de agua potable para la alimentación de la caldera. Los otros tres compartimientos están destinados á contener el agua del mar que ha de servir de contrapeso. Los dos compartimientos más próximos á la popa comunican entre sí, pudiendo llenarse ambos de agua sin que se llene el tercero merced á la combinación de tubos. Para llenar y vaciar rápidamente los tanques existen dos grandes aspiradores de vapor en comunicación con un tubo de $\text{D } 300$ de diámetro, situado en uno de los costados del casco paralelamente al eje. De este tubo parten perpendicularmente otros cuatro que comunican con los tanques. Un sistema de mariposas con sus correspondientes manobras permite llenar ó vaciar el compartimiento que se quiera.

Uno de los aspiradores pone en comunicación el agua del mar que toma del fondo del casco á través de una rejilla, con el tubo general de comunicación, y el otro aspirador pone en comunicación el mismo tubo con la boca de desagüe situada sobre la pared vertical de la popa. Tanto á la entrada como á la salida de agua existe una llave de paso para aislar el mar de las tuberías interiores.

Todos los volantes de maniobra de las válvulas parciales de los tubos, llaves principales del agua y tomas de vapor se hallan sobre cubierta, pudiendo practicarse todos los trabajos sin necesidad de pasar debajo cubierta.

Grúa.—La armazón principal de la grúa está formada por dos grandes pies derechos unidos en la parte superior y apoyándose por medio de articulaciones sobre los extremos de la viga primera, de la proa del casco y un tirante inclinado unido al vértice formando por los dos pies derechos y á una tuerca que puede correr á lo largo de una guíadera situada á la popa del casco. Por medio del movimiento de la tuerca, los pies derechos pueden ocupar á voluntad una posición inclinada hacia adelante ó hacia atrás de la vertical que pasa por sus articulaciones inferiores, pudiéndose tomar la carga á una distancia de 10 metros del borde de proa del casco ó depositarla al interior del mismo á una distancia de 4.500 del citado borde de proa.

El movimiento de traslación de la tuerca unida al extremo inferior del tirante se obtiene por medio de un tornillo alojado en una gran bancada de fundición que sirve de guíadera á la tuerca.

Los polipastos destinados á la elevación de la carga, penden del gorrón de articulación superior de los pies y del tirante.

Un motor de vapor comunica movimiento al torno donde arrolla la cuerda y al tornillo que mueve la tuerca del tirante.

Pies derechos.—Son de plancha de hierro de forma tubular y sección rectangular terminados por cabezas de fundición por las cuales pasan los gorriones de las articulaciones. Las juntas de las planchas llevan tres filas de roblones y están hechas con dos cubre-juntas.

El perfil longitudinal de esta pieza es el de sólidos de igual resistencia á la compresión. Su longitud es de 27^m,510.

Tirantes.—De forma, sección y material análogos á los pies derechos. Tiene un ancho constante en sentido transversal y su perfil longitudinal es el de un sólido de igual resistencia á la flexión. Por ambos extremos se termina por dos barras grandes de acero forjado provistas de un ojo por el que pasan los gorriones de las articulaciones. Las uniones de estas barras con el cuerpo del tirante están hechas con mucha solidez. Su longitud es de 36^m,430.

Tanto la sección del tirante como la de los pies derechos son resistentes con holgura bajo la acción de los mayores esfuerzos que pueden desarrollarse, como podrá comprobarse por los cálculos indicados á continuación.

La compresión que sufren en junto los pies derechos alcanza el valor

$$P = \frac{27,155}{24,750} \times \frac{(80000 + 5000)(16,416 + 11,174)}{16,416} + \frac{20000 \times (5,587 + 16,416) + 18000 \times 13,795}{16,416}$$

$$P = 202,750 \text{ kilogramos.}$$

Cada pie sufre un esfuerzo de

$$P = \frac{202,750 \times 27,510}{2 \times 27,155} = 102.700 \text{ kg.}$$

La menor sección del pie derecho que resiste á este esfuerzo trabajando á la compresión sencilla, es la próxima al extremo inferior cuya sección tiene una superficie de 26.600 milímetros cuadrados trabajando á un coeficiente de $\frac{102.700}{26.600} = 3,86$ kilogramos por milímetro cuadrado, cifra muy inferior á la que generalmente se admite en esta clase de construcciones.

En el centro, los pies derechos tienen la sección del menor momento de inercia igual á $I = 0,003753$, pudiendo, por consiguiente, resistir el pie derecho antes de que se manifieste la menor deformación transversal, un esfuerzo igual á

$$P = \frac{\pi^2 \times 200.000 \times 10 \times 0,003.178}{27,51^2} = 980.000$$

kilogramos, deducidos por la fórmula de Euler, esfuerzo 9,5 veces superior al que en realidad se desarrolla y para llegar al cual sería preciso que la carga elevada alcanzase un valor igual á 1.000 toneladas.

El esfuerzo de tracción que actúa sobre el tirante inclinado tiene el valor de

$$P = \frac{36.43}{24,75 - \frac{16,416}{30}}$$

$$\times \left\{ \frac{(80.000 + 5.000) 11,174 + 20.000 \times 5,587}{16,416} - 18.000 (13,795 - 11,174) \right\}$$

$P = 93.000$ kilogramos.

Ademas de este esfuerzo de tracción, sufre el tirante los esfuerzos de flexión debidos á su peso propio. Considerando esta pieza como apoyada por sus extremos y pesando 500 kilogramos por metro lineal, el máximo momento de flexión alcanzará el valor

$$M = \frac{1}{8} 500 \times 36,43^2 \times \frac{24,75 \frac{16,416}{30}}{36,43} = 58.857 \text{ km.}$$

La sección del tirante tiene una superficie de 411.120 milímetros cuadrados y un módulo de sección igual á $\frac{I}{V} = 0,013308$ trabajando, por consiguiente, el material á un coeficiente de

$$\frac{58.857}{0,013308 \times 10^6} + \frac{93.000}{41.120} = 4,42 + 2,26 = 6,68 \text{ ó } 2,16 \text{ kg.}$$

por milímetro cuadrado, respectivamente en las fibras inferiores ó superiores. El trabajo á la tracción sencilla sólo alcanza el valor de 2.26 kilogramos por milímetro cuadrado. Todos estos coeficientes de trabajo son muy moderados, dada la práctica que se sigue en esta clase de construcciones.

La flecha máxima que tomaría el tirante en el caso más des-

favorable de no existir carga sobre la grúa, despreciando el efecto de la tracción longitudinal debido al peso propio de los pies polipastos y tirantes, sería de

$$f = \frac{5}{384} \times \frac{58.857 \times 36.43^3}{20.00 \times 10^4 \times 0.006654} = 0^m,008.$$

Bancada, guía, tornillo y tuerca para el movimiento del pie del tirante.—Desde el centro del casco hasta la popa en sentido longitudinal, existe una gran bancada de fundición, en la que se aloja un tornillo de acero que hace correr una tuerca á la que está unida el pie del tirante. La tuerca propiamente dicha es de bronce fosforoso y tiene una longitud de 0^m,600. Va metida dentro de un capicete de acero forjado provisto de dos muñones que pasan per los ojos del pie del tirante y se termina por dos patines cubiertos de metal blanco, cuya superficie es de $2 \times 0,800 \times 0,100 = 1.600$ centímetros cuadrados. Estos patines sresbalan sobre las tapetas de acero forjado de que está provista la bancada. En el extremo de proa la bancada está terminada por un cojinete ordinario en el que se apoya el tornillo y en el extremo de popa lleva un cojinete anillado para resistir la tracción que el tornillo comunica á las vigas longitudinales del casco. Los anillos del cojinete son de bronce fosforoso en número de nueve y sus diámetros exterior ó interior son respectivamente de 0^m,260 y 0^m,187.

El tornillo es de acero forjado, tiene un diámetro exterior de 0^m,222, un núcleo de 0^m,184 y un paso de 0^m,044. Su longitud total es de 14^m,580.

Para evitar la flexión del tornillo por la acción de su peso propio, existen dos medios cojinetes que corren á lo largo de la placa y la apoyan hacia el centro sea cualquiera la posición de la tuerca sobre el tornillo.

Sobre el extremo de proa del tornillo existen una rueda dentada que sirve para darle movimiento.

La placa ó bancada donde se aloja el tornillo está fuertemente sujeta á las vigas longitudinales por medio de varios tornillos de acero que se apoya sobre la cabeza inferior de las vigas y cuya separación y diámetro están subordinados á los esfuerzos verticales que la tuerca comunica á las tapetas de la bancada.

Placas de apoyo de los pies derechos.—Los pies derechos se apoyan sobre el piso del casco por el intermedio de dos grandes placas de fundición de 1^m,275 \times 1^m,000 y 0^m,065 de espesor, provistas de un gorrón de acero de 0^m,150 de diámetro.

(Continuará.)

EL PORVENIR DE LA TRACCION ELECTRICA MONOFASICA

Comunicación de C. F. Jenkin á la Sección G. de la British Association.

El objeto de este estudio es llamar la atención sobre el probable desenvolvimiento de la tracción eléctrica en los ferrocarriles; explicar el por qué se ha adoptado la tracción eléctrica, con sus ventajas, y describir brevemente los sistemas de tracción eléctrica hoy en curso. Durante mucho tiempo, los técnicos de ferrocarriles han proclamado la imposibilidad de aplicar la tracción eléctrica á los trenes, fundándose en que el vapor era más barato y, por consecuencia, mejor. Aun suponiendo que esta premisa sea cierta por el momento, ¿es lógica la consecuencia? Es indudable que los problemas de ingeniería se reducen, en último término, á problemas económicos; pero el coste más alto es un dato solo en el problema económico, y la historia de los progresos de las aplicaciones técnicas á la industria

demuestra con frecuencia ser un gasto más alto el que puede, al final, beneficiar el resultado económico; dos ejemplos bien claros demuestran nuestro aserto. Los ferrocarriles ordinarios, ¿son más baratos que los antiguos canales de transportes, á los cuales han substituído? ¿Es la luz incandescente eléctrica más barata que el gas? En tales casos, el público paga con gusto más caro por un servicio que considera superior, aunque haya casos en que sea difícil definir tal superioridad. Superioridad que puede ser, quizás, más fantástica que real algunas veces; pero casi siempre son reales y positivas, relegando á segundo término la cuestión de precio. En los modernos trenes de lujo no tiene el pasajero inconveniente en pagar más, que generalmente es bien poco, en relación á las grandes comodidades y *confort* que tales transportes tienen. Afortunadamente, no es en ningún caso un gasto fantástico la tracción eléctrica aplicada á los trenes, aunque las ventajas de su adopción no se dejen sentir inmediatamente en el aumento de beneficios. ¿Por qué es una energía de tan seguro porvenir? Porque ella incrementará la capacidad reproductiva de las líneas. Tal han demostrado en poco tiempo los tranvías, y, más recientemente, ¿empiezan á demostrar los ferrocarriles.

Los siguientes ejemplos ilustrarán sobre el probable resultado de la electrificación de los ferrocarriles. En 1901 los trenes del lado E. de Londres fueron electrificados, y en tres años la densidad de recorrido se ha aumentado en la proporción de 1 á 4 y el tráfico de 1 á 6 y más. La línea de Manhattan, en New York, se electrificó hace unos años. En el primer año el tráfico se incrementó en el 50 por 100, y los gastos de energía para el arrastre bajaron del 55 al 41 por 100 de los ingresos brutos. En la línea de Milán-Gallarate-Varese, transformada en 1901, el número de pasajeros ha aumentado en 170 por 100. En el North-Eastern Railway, en Newcastle, el tráfico de las líneas eléctricas ha aumentado en el 25 por 100, los ingresos de 129.000 á 151.000 libras esterlinas, y el costo solamente ha subido de 42.761 á 47.779 libras esterlinas.

Estos hechos demuestran que no puede mirarse la cuestión de electrificación de las líneas solamente desde el punto de vista del costo de energía. Se afirma de continuo que el costo de energía eléctrica es actualmente tan grande como el de la energía del vapor, lo cual sucede con frecuencia en Inglaterra, donde la energía eléctrica es siempre producida por vapor de agua; pero hay casos en que respecto al costo sucede lo contrario. Ejemplo de bajo costo de la energía eléctrica, es el de la línea de la Valtelina; esta línea tiene 67 millas de larga y se transformó en eléctrica en 1902. El costo de energía, por tonelada-milla, fué el primer año, de 0,0274 d. (penique); la energía es producida por agua, y aun contando con un aumento grande en el costo futuro de la energía hidráulica, estacionándose el costo del carbón, seguramente el costo de la primera, en el caso presente, no llegará á 0,0336 d. por tonelada-milla, y el costo de una línea similar de las inmediaciones que trabaja por vapor, es de 0,067 d. por tonelada-milla. Numerosos experimentos se han hecho para llegar á una general comparación entre el costo de la electricidad y del vapor; pero todos ellos son poco satisfactorios y erróneos, puesto que sus resultados dependen, principalmente, más que de las proposiciones hechas, de la naturaleza del servicio que se va á llenar; y tal naturaleza puede hacer contraproducente el más bajo precio del vapor en muchos casos. En casi todos los casos de electrificación se alteran tan profundamente las condiciones todas de la explotación, que es imposible deducir ninguna consecuencia del mayor costo de la energía solamente. No pretendo, sin embargo, despreciar nunca en todo proyecto el costo de la energía. ¿Cuáles son, pues, los méritos de la electricidad, y cómo hace su aplicación incrementar la capacidad reproductiva de la línea?

Las ventajas de la electrificación han sido convenientemente clasificadas en tres clases distintas, entre las que no hay realmente una bien definida y clara separación: primera, las relativas á la comodidad del viajero; segunda, relativas al servicio