

cualquier obrero y empleando poco tiempo. Muy raras veces hay que suspender el servicio con un motor de aire por motivo de reparaciones.

A primera vista parece que el alumbrado eléctrico obtenido con el aprovechamiento de la energía del viento ha de ofrecer dificultades análogas á las que se presentan en el alumbrado de los trenes con una dinamo movida por uno de los ejes del mismo, y que por lo tanto se debía adoptar, como en este último caso, una disposición automática, la cual tiene, entre otros, los inconvenientes de que es cara y de que los aparatos que exige son complicados y delicados, cuyas reparaciones únicamente pueden ser hechas por el mismo constructor. Por otra parte, no es posible reducir en cantidad apreciable la capacidad de la batería porque hay que prever el caso de tener que cargarla durante veinticuatro horas. La única ventaja que lleva consigo el sistema adoptado para el alumbrado de los trenes consiste en que la instalación puede funcionar durante varias semanas seguidas sin que persona alguna vigile; ahora bien, el gasto de esta vigilancia son 125 francos anuales, el cual difícilmente cubre los intereses del capital y la depreciación correspondientes á los aparatos necesarios para que la instalación sea automática, la cual, teniendo en cuenta las reparaciones que pueda exigir, es mucho más costosa que otra que no lo sea.

La potencia de un motor de aire es difícil de evaluar, pero el problema se simplifica bastante si pueden obtenerse los diagramas de la velocidad del viento correspondientes á un período de doce meses, de los cuales se deduce la media por hora ó por día. Como la potencia de un motor de aire es aproximadamente proporcional al cuadro de la velocidad del viento, la energía de aquél será siempre mayor que la deducida tomando como base la velocidad media.

El motor de aire debe instalarse en un sitio favorecido por los vientos y á la altura suficiente para que las construcciones ó arbolados inmediatos no constituyan obstáculos á la marcha de aquél. La batería puede colocarse en los sótanos del edificio que se trata de alumbrar.

Se describirán ahora algunas instalaciones eléctricas con motor de aire, dando cuenta de las dificultades con que se ha tropezado en su funcionamiento. Una de las más antiguas es la establecida hace once años en una casa cerca de Birmingham. El disco del motor, que tiene 10,65 metros de diámetro, está montado sobre una torre de 15 metros de altura y transmite la energía que recibe del viento á una dinamo en derivado que produce 35 amperios á 150 voltios, la cual carga una batería de acumuladores. La transmisión del movimiento del disco á la dinamo se verifica con dos juegos de engranajes de ángulo situados en los extremos de un eje vertical, los cuales hacen girar un eje horizontal colocado en la parte interior de la torre; pero cuya velocidad angular es tan pequeña, que hubo necesidad de establecer un eje intermedio entre el último y el de la dinamo con sus correspondientes poleas y correas para que la velocidad del inducido fuera la conveniente, perdiéndose bastante energía en toda la transmisión. La dinamo es del tipo derivado corriente, trabajando á 750 vueltas por minuto; la disposición del cuadro es la corriente, con los aparatos usuales en toda instalación de esta naturaleza. La carga está constituida por 200 lámparas de 16 bujías y tres motores cuya potencia total son cinco caballos; las primeras consumen de ordinario 35 amperios á 100 voltios, corriente que en circunstancias extraordinarias sube á 50 amperios. Para comparar este caso con el estudiado anteriormente, los 35 amperios deben aumentarse en la relación de 18 á 25, lo que da por resultado un consumo de 49 amperios durante dos mil horas año; si los motores funcionan durante trescientas horas al año, consumiendo 10 amperios por caballo, su gasto total será 50 amperios, que multiplicado por trescientos y dividido por dos mil, da 7,5 amperios-horas, es decir, que el consumo total sería 56,5 amperios. La capacidad de la batería es 300 amperios-horas.

Comparando las dos instalaciones se observa que la capaci-

dad de la batería de la segunda debe ser $\frac{360 \times 56,5}{25} = 820$

amperios-horas, que la dinamo correspondiente debe producir 68 amperios y que el disco del motor debe tener 9,15 metros de diámetro, en la hipótesis de que todos los cojinetes sean de bolas y de que la transmisión inferior se haga con una sola correa; á pesar de que la dinamo establecida en la segunda instalación no producía ni con mucho los amperios deducidos, las lámparas correspondientes pudieron estar encendidas en una ocasión durante seis semanas seguidas sin inconveniente alguno. Los reguladores no funcionaron como era de esperar, como tampoco los interruptores automáticos, tanto unos como otros por falta de sensibilidad, dando lugar á que la dinamo experimentara sin atenuación alguna las variaciones bruscas de la velocidad del disco, circunstancia que más de una vez produjo la rotura de las transmisiones. Posteriormente se aumentó la carga de la instalación con bastantes lámparas y algunos motores, lo cual exigió la adquisición de un motor de gas con su dinamo correspondiente y el aumento del número de elementos de la batería.

Recientemente se ha establecido una instalación para alumbrado eléctrico con motor de aire en West Ardsley (Yorkshire). El disco, que tiene 9,15 metros de diámetro, mueve una dinamo devanada especialmente, la cual á su vez carga una batería de gran capacidad, que puede recibir la carga de 109 lámparas de 16 bujías, aunque los períodos de calma sean de gran duración. Toda la instalación está á cargo de un jardinero, el cual la dedica cuatro horas por semana sin abandonar por esto su obligación principal. Los datos relativos á esta instalación no son suficientes para compararla con la estudiada al principio de este artículo, pero no puede menos de reconocerse que está proyectada y construida con acierto.

Lo expuesto demuestra que no sólo es posible el aprovechamiento de la energía del viento para el alumbrado eléctrico, sino también que puede hacerse en condiciones económicas aceptables, y que el motor de aire puede competir ventajosamente con el de esencia.—Ω.

TINGLADOS DEL PUERTO DE BARCELONA

(CONCLUSIÓN)

Para ello se prepararon unos moldes de madera que comprendían el arco, los tímpanos y la primera faja de 0,20 metros del friso, en los cuales aparecían en hueco y relieve las claves, archivoltas y demás adornos que debían quedar en relieve y hueco, respectivamente; teniendo en cuenta que no existían pilas estribos, hubieron de construirse de una vez todos los arcos correspondientes á la mitad de cada tinglado, que comprendía seis arcos en el tinglado Norte y ocho en el tinglado Sur, y para asegurar una buena trabazón del material nos propusimos fabricar cada una de estas tramadas en un solo día, habiendo logrado efectuarlo en seis horas de trabajo, lo que representa para el tramo más largo 83,50 metros cúbicos de hormigón moldeado á unos 7,80 metros de altura media.

El cemento empleado en este trabajo fué el Portland, conocido en aquel entonces con la marca «Águila», de Sunyer, cuyo coste era de 52 pesetas tonelada, que había dado buenos resultados en otras obras y en los ensayos de laboratorios, que permitía trabajarse cuatro horas después de hecha la mezcla y cuyas buenas condiciones habían sido comprobadas prácticamente en las obras de los careneros del dique flotante. El hormigón se fabricaba á mano sobre unos tableros, cuidando muy bien del lavado de la piedra, para todo lo cual se instaló provisionalmente una distribución de agua y se hizo la mezcla á razón de 220 ki-

logramos por metro cúbico. La elevación del material se hacía en cestos de mimbre; por medio de poleas colocadas en cada cajón. Para asegurar el que los adornos, aristas, etc., que figuraban en el paramento quedaran bien perfilados, dispusimos obreros diestros convenientemente distribuidos, encargados de ajustar á los tableros pasta de cemento casi seca, que comprimían y adaptaban con gran esmero. Se tomó la precaución de practicar un riego abundante en las cimbras antes de comenzar el trabajo, valiéndose de la manguera de incendios de las obras, y durante los ocho días que tardó en hacerse el descimbramiento, se humedeció varias veces el material, teniendo presente la época de calor excesivo en que se ejecutaron aquellos trabajos.

El descimbramiento se hizo sin dificultad por el procedimiento de sacos de arena, y el desmolde pudo efectuarse también sin entorpecimientos, gracias á que se había construido el molde fraccionado en tres trozos con los planos de unión en forma de cuña y á que todos los moldes de los adornos eran independientes y estaban seccionados con las juntas en esa misma forma.

Para proceder al enlucido de los paramentos, imitando ladrillo en los tímpanos y sillería en las archivoltas, cornisa, etcétera, se empleó el mismo procedimiento explicado para las fachadas de mar, estableciendo sobre dos vagonetas invariablemente unidas, que podían correr á lo largo de la vía férrea paralela é inmediata á la fachada de tierra, dos castilletes que sostenían un andamio volado con el cual los operarios alcanzaban el paramento que debían enlucir.

La parte superior de la fachada del lado del mar se construyó de hormigón armado sistema Rivera, empleando el cemento Rezola y colocando en cada machón el número de hierros precisos para que por sí solos y considerando el machón como un sólido empotrado por su extremo inferior, pudiera resistir el esfuerzo del viento que le correspondía calculando á razón de 250 kilogramos por metro cuadrado, habiendo admitido esta hipótesis para el cálculo ya que la cubierta de los tinglados constituida, como luego veremos, por una sencilla plancha ondulada, no ofrecía garantía suficiente para resistir esfuerzos longitudinales. Á este fin las columnas que van sobre la terraza tienen $0,20 \times 0,60$ de sección y van armadas en una longitud de 2,70 metros con 4 barras de 34 mm. arriostradas cada 0,50 con ligaduras de alambre de 3 mm. de diámetro; á partir de aquella altura que corresponde á los riñones de los arcos, se colocaron ligadas fuertemente con las anteriores, 4 barras de 12 mm. de diámetro hasta alcanzar la cornisa poligonal curva superior. Esta cornisa va también armada con 4 barras de 12 mm., dispuesta para resistir esfuerzos horizontales.

Los pilaretes del piso superior que no corresponden con machones ó pilares del inmediato inferior van armados con 4 barras de 12 mm. empotrados 0,15 ó 0,20 en la cornisa superior poligonal y en la horizontal recta, la cual va también armada de 4 barras de igual diámetro sujetas con horquillas de 3 milímetros cada 0,50. En esta cornisa horizontal viene á empotrarse un voladizo inferior de 0,85 de anchura que tiene por objeto dar rigidez á la fachada y facilitar el acceso á las vidrieras altas de la misma; está calculado para 200 kilogramos por metro cuadrado, tiene 0,08 centímetros de espesor en su extremo y 0,12 en el empotramiento y va armado con 8 varillas de 10 milímetros por metro lineal.

La proporción empleada para la mezcla fué de 300 kilogramos de cemento y 0,20 gravilla por metro cúbico, y todas las barras del esqueleto son de acero. Entre una nave y otra en los puntos donde habían de venir á descansar las jácenas de la cubierta se colocó interinamente un macizo de fábrica de ladrillo tomado con yeso que pudo quitarse con facilidad al hacerse el montaje de aquéllas. Cuando se efectuó este montaje se embebieron los extremos de las jácenas en hormigón después de introducir las barras de la fábrica en unos agujeros que tenían las cabezas de las mismas. Todos los trabajos de hormigón armado se hicieron con obreros de la localidad.

Los paramentos exteriores de esta construcción de hormigón

armado se pintaron con asbestina imitando fábrica de ladrillo y sillería, habiéndose conservado hasta el presente en perfecto estado.

Las restantes fábricas, como soleras, etc., de los tinglados, se ejecutaron en la forma y manera corriente, y nada especial de ellas puede consignarse; únicamente hacemos mención de los cuerpos adosados á los portales principales de tierra que cargan sobre los cuchillos correspondientes de la cubierta general de los tinglados y que con objeto de disminuir su peso se han construido huecas todas sus partes. Así la cornisa se ha dispuesto colocando cada 0,50 metros unos hierros forjados que afectan la forma de un polígono inscrito en ella y que van sujetos á unos nervios prolongación de los montantes del cuchillo y volteando entre aquéllos una solera de dos gruesos de rasilla. El pretil tiene también hueco su pasamanos, y el cuerpo del mismo está hecho con ladrillo de $\frac{1}{4}$ de canto con unos contrafuertes en su parte inferior formados alternativamente uno con ladrillo de $\frac{1}{4}$ y otro con ladrillo mediano. Todos los tímpanos y tabiques son también huecos y están formados de dos panderetes de ladrillo mediano con las trabazones precisas para ligar el uno con el otro.

Hecha esta descripción sucinta de algunos detalles de las obras de fábrica, describiremos ligeramente la parte metálica de la construcción.

Como se ha explicado ya en Memorias anteriores, cada uno de los tinglados de la Barceloneta está formado por una serie de naves de 15 metros de luz y 33 metros de profundidad; por consiguiente, á la composición de una de estas naves solamente nos habremos de referir. La luz de 33 metros en el sentido longitudinal de la nave y normal al muelle se salva con tres jácenas, de 12 metros de luz las dos extremas y de 9 metros la central, que vienen á descansar sobre tres postes verticales y á empotrarse al extremo de la del lado de mar en el macizo de hormigón de la fachada correspondiente en la forma que antes expusimos.

Los dos postes centrales están constituidos en la forma corrientemente empleada en postes de hierro laminado, es decir, por cuatro angulares y cuatro palastros que son en nuestro caso de $\frac{60 \times 60}{8}$ y 250×8 respectivamente, y van además provistos

de un basamento terminado inferiormente con un $P 500 \times 500 \times 10$; estos postes van amarrados á la fábrica de los cimientos y al zócalo de sillería por medio de 6 pernos arponados de 1,50 de longitud embebidos en cemento Rezola. Á la altura de apoyo de las jácenas, es decir, á 6,37 metros sobre zócalo, llevan los postes una consola formada con palastro de 10 mm. y angulares de $\frac{120 \times 80}{11}$ unida sólidamente á ellos y sobre la

cual insisten aquéllas; los postes se prolongan un metro por encima de este nivel, ó sea en toda la altura de las jácenas, con cuyas cabezas superiores vienen á enrasar por su extremidad superior.

La reacción máxima de una de las jácenas de 12 metros es de 17.400 kilogramos y de 14.400 kilogramos la de la jácena de 9 metros; en consecuencia, la carga sobre un poste central es de 31.800 kilogramos, que con el peso propio que se supuso de 900, arrojará un total de 33.000 kilogramos en números redondos, y para la sección del poste igual á 10.374 milímetros cuadrados, una vez deducidos los roblones, resulta un trabajo de 3,2 kilogramos por milímetro cuadrado. La comprobación de la resistencia á la flexión lateral se hizo por la fórmula $P = \frac{\pi^2 E I}{1}$ en

la cual, como es sabido, π representa la relación de la circunferencia al diámetro; E , el módulo de elasticidad del metal; I , el momento de inercia de la pieza, y 1 la longitud libre del poste; los valores á sustituir, son:

$$\pi = 3,14159.$$

$$E = 2000000000.$$

$$I = 0,00004484.$$

$$1 = 6,30.$$

El momento de inercia I se ha calculado deducidos los agujeros de los roblones y en el sentido en que resulte mejor. Por consiguiente:

$$P = \frac{3,141^3 \cdot 2000000000 \cdot 0,00004484}{6,3^3} = 222000.$$

El coeficiente de seguridad ó relación entre la carga de rotura y la efectiva á que se someterá la pieza, será

$$K = \frac{222000}{33000} = 6,7;$$

cifra que se halla perfectamente de acuerdo con la práctica de la construcción.

Los postes extremos inmediatos á la fachada de tierra están formados de manera análoga á la explicada para los centrales, pero se han aumentado las dimensiones de los palastros y de los angulares que los constituyen; porque teniendo en cuenta que la fábricas de las fachadas no tienen por su propio peso estabilidad suficiente para resistir el momento de vuelco que producirá sobre ellos el esfuerzo del viento equivalente á 61,625 kilográmetros, y con objeto de equilibrar el exceso de este momento sobre el resistente del peso de las fábricas, exceso que representa 30.575 kilográmetros, se han colocado unas riostras que ligan los pilares de mampostería con los postes de hierro laminado inmediatos á ellos, logrando así referir sobre estos postes aquel empuje y unir perfectamente á las fábricas la construcción metálica. La comprobación de la resistencia del poste se ha hecho como sigue:

Teniendo en cuenta que estas riostras van alternadas, el momento á contrarrestar es de 61.150 kilográmetros, y siendo de 3 metros la separación entre el poste de acero laminado y el machón de fábrica, la compresión del poste será $61150/3 = 20383$ kilogramos, esfuerzo que sumado al peso propio y al transmitido por la jácena de 12 metros, da un total de $20383 \times 17400 \times 1500 = 39233$ kilogramos; 39500 kilogramos en números redondos. La sección adoptada para estos postes da un $I = 6791$, y aplicando la fórmula $P = \frac{\pi^2 EI}{12}$ resulta una seguridad de más de 8.

Como dijimos anteriormente, sobre las consolas que llevan los postes van apoyadas y unidas sólidamente á ellos las jácenas.

Tienen éstas un metro de altura, son de montantes y diagonales, habiendo hecho la distribución en forma que los montantes trabajen siempre á la compresión y las diagonales á la tensión; por este motivo son estas últimas dobles en los recuadros centrales. Los montantes llevan empotradas unas consolas que sirven de apoyo al carril sobre el que han de correr los puentes-grúas. El cálculo de las jácenas se ha hecho con algún detalle que no estaría justificado de no ser tan grande el número de jácenas que se precisan y que alcanza á 66 entre los dos tinglados; se comprende, desde luego, que la economía que en una de ellas se haya obtenido, afinando el cálculo representaría en definitiva un ahorro de importancia en toda la construcción. De dos tipos diferentes hemos dicho que son las jácenas: las centrales tienen 12 metros de luz entre ejes de apoyos y las laterales 9 metros. Unas y otras podrán estar sometidas á las siguientes cargas:

1.ª Carga permanente uniformemente repartida, producida por el propio peso de las jácenas y de las cubiertas.

2.ª Carga accidental uniformemente repartida, producida por las sobrecargas de nieve que puede gravitar sobre la cubierta; y

3.ª Carga accidental concentrada en un punto, y procedente del paso ó estacionamiento de los puentes con torno, sosteniendo la máxima carga de mercancías.

La cuantía de estas cargas será la siguiente, calculada de un modo aproximado.

JÁCENAS DE 12 METROS DE LUZ

		Kilogramos.
1.ª	Carga permanente uniformemente repartida.	
	Peso propio de la jácena por metro lineal..... 220 kg.	700
	Peso de la cubierta por metro lineal. 480 kg.	
2.ª	Carga accidental uniformemente repartida. (80 kg. por metro cuadrado de cubiertas) 80 $\times 15 =$	1.200
	Carga total uniformemente repartida.....	1.900
	Carga accidental concentrada en un punto.	
3.ª	Dos puentes móviles con sus cargas.....	8.700

JÁCENAS DE 9 METROS DE LUZ

1.ª	Carga permanente uniformemente repartida.	
	Peso propio de la jácena por metro lineal..... 190 kg.	670
	Peso de la cubierta por metro lineal. 480 kg.	
2.ª	Carga accidental uniformemente repartida por metro lineal de jácena.....	1.200
	Carga total uniformemente repartida.....	1.870
3.ª	Carga accidental concentrada en un punto. (Dos puentes móviles con sus tornos eléctricos y máxima carga).....	8.700

De estas cifras, los pesos de la construcción se han deducido de la cubicación de la obra; la sobrecarga uniformemente repartida que representa 80 kilogramos por cada metro cuadrado de cubierta, es un dato prudencial deducido de la experiencia, y más que suficiente para cubrir todas las contingencias de nevadas, etc., en clima como el de Barcelona, donde nunca alcanza la nieve fuertes espesores.

En cuanto al puente móvil que supusimos sostendría una carga de 1.000 kilogramos, esto es, superior á las mayores de los fardos que llegan á Barcelona, se aprecia su esfuerzo sobre cada jácena del siguiente modo:

PARTE MÓVIL SOBRE EL PUENTE

	Kilogramos.
Mercancías levantadas.....	1.000
Carretón y torno.....	850
Total.....	1.850

PUENTE

Dos jácenas.....	5.000
Ruedas y mecanismo del puente.....	
Reacción máxima en un apoyo.....	1.850
Toda la carga móvil.....	2.500
La mitad del peso del puente.....	
Total.....	4.350

Y como simultáneamente en una misma sección de la jácena pueden gravitar dos puentes, uno en cada nave del tinglado, resulta el máximo valor de la carga concentrada 8.700 kilogramos, que hemos adoptado para el cálculo de las jácenas.

El cálculo de los esfuerzos de las barras se ha hecho tomando como base el diagrama gráfico; pero, esto no obstante, no

puede decirse que se ha hecho un cálculo exclusivamente gráfico en el sentido estricto de la palabra, puesto que de las figuras se han deducido con rigor absoluto y trigonométricamente los coeficientes por quienes hay que multiplicar las cargas para obtener en cada caso el esfuerzo de la pieza que se considere.

Los techos de las naves son, en su parte principal, sencillísimos, reduciéndose a un palastro de acero galvanizado encorvado formando un arco circular; esta disposición de techumbres se aplica bastante en el extranjero, llegándose a salvar luces de 25 metros, y en España mismo existen ejemplares de cubiertas de palastro ondulado sin armadura, cubriendo espacios de 8 a 12 metros de luz, pudiéndose citar, entre otros, varios tinglados del puerto de Sevilla, y de la bodega de González Byass y Compañía, de Jerez de la Frontera.

La luz de las naves es, como hemos dicho, de 14 metros; la sobrecarga de nieve ó viento se ha considerado igual á 80 kilogramos por metro cuadrado. Prudencialmente se ha tomado para la cubierta un palastro ondulado de 1,5 milímetros de espesor, 90 milímetros de altura de onda, 100 milímetros de amplitud de onda, que pesará 28,3 kilogramos por metro cuadrado, sin comprender los recubrimientos, y próximamente 31 kilogramos contando recubrimientos y accesorios. La cubierta va atirantada por barras redondas de acero, de 30 y de 25 milímetros de diámetro cada 4 metros de longitud, y se apoya en las vigas mediante un hierro angular de imposta de $\frac{70 \times 70}{9}$, sostenido por soportes formados con pares de angulares de igual dimensión, colocados cada 0,50 y cosidos á un angular corrido de $\frac{100 \times 70}{10}$ que va unido á la cabeza de la jácena. Por último, los tirantes tienen pendolones de 16 milímetros, espaciados 1m,80 próximamente.

La mayor parte de estas dimensiones se fijaron en vista de los datos prácticos publicados en el conocidísimo formulario de Colombo, y sólo por este motivo merecen suficiente confianza por tratarse de una obra excelente y práctica; sin embargo, pasaremos á comprobar la resistencia de la cubierta construida.

La carga total que debe sostener por metro cuadrado será la siguiente:

	Kilogramos.
1.º Peso del palastro por metro cuadrado de proyección horizontal $\frac{31 \times 16,39}{14,85} = \dots\dots\dots$	34
2.º Peso de los tirantes $\frac{5,5}{4} = \dots\dots\dots$	1,4
3.º Peso de los pendolones $\frac{1,56 \times 18}{4 \times 15} = \dots\dots\dots$	0,5
Total carga permanente.....	35,9
4.º Carga accidental.....	80
Total.....	115,9

Como carga total práctica hemos tomado los 125 kilogramos por metro cuadrado.

El momento de esta carga en los 14m,80 de luz neta será

$$M = \frac{p l^2}{8} = \frac{125 \times 44,8^2}{8} = 3.425.$$

La compresión del arco en la clave será, por lo tanto,

$$C = \frac{M}{I} = \frac{3.425}{2,8} = 1.225 \text{ kilogramos.}$$

En los arranques la inclinación del empuje será próximamente un ángulo cuya tangente será $\frac{4}{5}$, es decir, el valor del

empuje será

$$C' = C \sqrt{\frac{5^2 + 4^2}{5}}$$

ó sea

$$C' = 1.225 \times \sqrt{\frac{41}{5}} = 1.570.$$

Como, por otra parte, la sección del palastro es $\Omega = 3.650 \text{ mm}^2$ la compresión del metal por milímetro cuadrado será de $\frac{1.570}{3.650} = 0,44$ kilogramos.

Por otra parte, el módulo de resistencia á la flexión del palastro elegido será:

$$\frac{I}{Z} = 0,000080.$$

Suponiendo como caso extremo que la carga accidental de nieve ó viento gravite sólo en la mitad de la anchura, disposición que corresponde al momento flector máximo, la compresión del par sería

	Kilogramos.
Por el peso propio.....	524
Por la sobrecarga.....	606
Total.....	$P = 1.130$

y el momento flector máximo que corresponde al $\frac{1}{4}$ de la luz

$$M = \frac{p l^2}{0,4} = 300 \text{ kilogramos.}$$

El trabajo del metal

$$R = \frac{P}{\Omega} + \frac{M}{Z} = \frac{1.130}{0,003650} + \frac{300}{0,000080}$$

$R = 310000 + 3750000 = 4,060000$, coeficiente muy reducido.

La tensión de los tirantes que corresponderá á una longitud de 4 metros de cubierta, sería igual á cuatro veces de compresión en la clave correspondiente á un metro, si por cualquier circunstancia se desmonta una nave de tinglados, pues en caso contrario los empujes de una cubierta se equilibrarán con los de la inmediata sin trabajo alguno de los tirantes.

La tensión á lo sumo será, por consiguiente:

$$T = 4P = 4 \times 1.225 = 4.900.$$

El área del tirante

$$\Omega = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{30^2}{4} = 707 \text{ mm. cuadrados.}$$

y el trabajo del acero por milímetro cuadrado

$$R = \frac{4.900}{\Omega} = \frac{4.900}{707} = 6,9 \text{ kilogramos por mm. cuadrado.}$$

El apoyo de la cubierta sobre las jácenas también se ha estudiado atendiendo á que faltando las correas y riostras en la cubierta de la índole proyectada, sólo puede contarse con su resistencia y sólo son exactas las hipótesis de los cálculos anteriores cuando las líneas de imposta tienen resistencia por completo satisfactoria.

La comprobación de la resistencia de la imposta es la siguiente: El empuje de la cubierta sobre sus líneas de apoyo será por metro lineal $P = 1.225$ kilogramos, corresponderá á cada soporte ó candelero un esfuerzo $1.225 \times 0,50$ kilogramos un momento en la sección de empotramiento del mismo de $612,50 \times 0,30$ kilogramos y un trabajo con ella por milímetro cuadrado de $\frac{612,50 \times 0,30}{2 \times 9,77} = 9,4$ kilogramos. La imposta en el centro de

la distancia entre soporte y soporte trabajará $\frac{1}{8} \frac{1.225 \times 0.50}{109}$
 $= 3,4$ kilogramos por mm. cuadrado. De esta manera el empuje queda referido á las jácenas y contrarrestado por los tirantes aun en el caso que falte la nave inmediata. La unión de unas planchas con otras está hecha con remaches galvanizados y con la imposta por medio de tornillos, intercalando una arandela también galvanizada y otra de plomo, practicándose el montaje con toda facilidad en la forma que se explica en otro lugar de esta Memoria. La unión de los pendolones con la plancha fué objeto de particular estudio, ante el temor de que con las vibraciones que necesariamente habrán de producirse con el paso de los puentes grúas se ensanchen los agujeros y se determinen goteras, habiéndose adoptado en definitiva la solución de colocar cosidos á la plancha unos estribos pequeños de hierro provistos de un agujero, cuyo agujero atraviesa con holgura el extremo de los pendolones que va roscado y el cual por encima del estribo se atornilla en su tuerca. Al estudiar la manera de unir la plancha de la cubierta con las fachadas se procuró que no fuera posible la entrada del agua por las resquebrajaduras, que forzosamente se determinarán en el hormigón por efecto de las dilataciones de la plancha; á este fin, apoyándose en un retallo que presentaba el macizo de la fachada, se colocó una resilla volada que cubre dos ó tres ondulaciones, y que dista en elevación únicamente 3 ó 4 centímetros de la plancha.

Inmediata á la fachada de tierra, con el fin de sostener el terrado y de servir de apoyo al carril del carro transbordador de los puentes, hay en cada nave un cuchillo de forma parabólica con montantes y diagonales; está calculado para soportar el peso móvil que representa aquél, evaluado en 2.600 kilogramos por rueda, además de la carga y sobrecarga del terrado.

Toda la parte metálica de los tinglados que acabamos de describir someramente, fué construída por la Sociedad Material para ferrocarriles y construcciones, la cual pudo en seguida conseguir, gracias al celo é inteligencia de su personal técnico, llevar á cabo el montaje de la obra sin originar protestas ni causar perjuicios al comercio, á pesar del movimiento muy activo de mercancías, especialmente de maderas, que se dejó sentir en el muelle de la Barceloneta en la época precisa en que se efectuaba aquél.

Fué objeto de una subasta distinta, que se adjudicó á D. Juan Mas Bagá, la construcción de las puertas metálicas para cerrar los vanos de las fachadas de los tinglados.

Para el cierre de los correspondientes á las fachadas laterales y á las principales de tierra y mar, que tienen una luz de 6 metros, se han dispuesto unas puertas de dos hojas compuestas de un zócalo de 1,45 metros y un enrejado de 2,40 metros de altura, muy reforzado aquél por hierros planos y angulares que le encuadran, y además con unos hierros perfilados en T que le hacen indeformable.

En los 72 vanos de las fachadas de mar cuyas dimensiones son de 2,94 ancho por 5,16 de alto, se ha empleado el sistema de puertas onduladas, muy generalizado en esta capital, pero con una plancha de ondulación de 45×90 mm. de 0,6 mm. de calibre, en vez de la empleada corrientemente que tiene la ondulación de 29×14 y un calibre de 0,4, con el único objeto de alcanzar mayor rigidez y resistencia. El $\frac{I}{V}$ de la ondulación adoptada es de 0,92, la luz 2,85 y el número de ondulaciones por metro lineal de altura 11; por consiguiente, resistirán bien esfuerzos de 100 kilogramos por metro cuadrado. La puerta se arroja al abrirse en la parte superior del vano, y va suspendida por medio de 4 tiras de acero que corren en toda su altura y de unos trozos de cuero, de 6 tambores locos en un eje horizontal y fijo, colocado en la parte alta.

En el interior de cada uno de estos tambores van colocados unos resortes de lámina de acero, fijos por un extremo al eje y por el otro al interior del tambor, y con un peso total de 38 kilogramos de resorte distribuidos entre los 6 bombos; se ha con-

seguido equilibrar la puerta, pudiendo subirse venciendo la resistencia al arrollamiento de la plancha y bajarla desarrollándola, sin más que un pequeño esfuerzo del operario encargado de maniobrarlas.

En las puertas extremas de la fachada de tierra, que tienen 8 metros de luz por 7 de altura, aprovechando los lienzos de pared inmediatos á ellas que quedan algo retiradas de la línea general interior de los machones, se han colocado puertas correderas de 3 hojas; dos de estas hojas se abren ó corren hacia un mismo lado, viniendo á ocultarse tras del mismo machón de fábrica á cuyo fin la central se mueve en un plano distinto que la extrema. Está formada cada hoja de dos largueros compuestos cada uno de dos $\sqcup$ de lado con objeto de que ocupen poco espacio y no separarse excesivamente del plano general y de unos traveseros de igual sección.

Va forrado todo el mamparo con una plancha ondulada galvanizada de la misma ondulación y calibre que la de las otras puertas.

El momento resistente de una ondulación es de $\frac{\pi}{32} \frac{D^4 \cdot d^4}{D}$
 $= 0,90$; por consiguiente, á razón de 10 kilogranos mm. cuadrado, resistiría la plancha $0,90 \times 10 = 9$ kg., ó sea $9 = \frac{1}{8}$
 $p \ 2,7^2 p = 9,9$ kilogramos por metro lineal, $9,9 \ 11 = 108$ kilogramos por metro cuadrado.

El momento resistente de un larguero es $\frac{I}{V} = 84$ m., en carga por metro lineal $= \frac{1}{2} 2,7 \times p$, luego $M = \frac{1}{8} \frac{1}{2}$
 $= 2,7 p \times 49 = 8,26 \times p$, y á razón de 10 kilogramos por milímetro cuadrado $8,26 \times p = 10 \times 84$ resistirá el larguero 102 kilogramos por metro cuadrado sobre la puerta.

Los tres mamparos van suspendidos, llevando sólo en la inferior unos guotes que se introducen en unos hierros $\sqcup$ empotrados en el pavimento; la armadura de suspensión ofrece la particularidad de presentar un ojal que permite que el eje de las poleas ruede en vez de girar, disminuyendo así notablemente la resistencia al movimiento de la puerta, hasta el punto que á pesar de alcanzar á unas 2 toneladas el peso de cada uno de los mamparos, basta un ligero impulso para hacerle marchar con toda suavidad.

Finalmente, los vanos corrientes de la fachada de tierra se han dividido en dos partes de 3,20 de ancho por 5,60 de alto, por medio de una vigueta vertical de 260 que unida al tirante horizontal y al pavimento por medio de un cubre-juntas, escuadras y tornillos, pueden quitarse con facilidad. Cada uno de estos huecos se cierra con una puerta de palastro ondulado galvanizado de igual calibre y ondulación que el empleado para las puertas del lado de mar, pero reforzado con unos medios tubos introducidos por la parte interior de la ondulación cada 0,36 metros.

El peso de la puerta propiamente dicha es de unos 250 kilogramos y va suspendida por 4 tiras de acero y trozos de cuero de 4 poleas acuñadas en el eje superior, que es tubular de 80×5 mm., el cual lleva en su extremo inmediato al machón de fábrica una rueda helizoidal de 40 dientes, que engrana con su correspondiente tornillo accionado por una cadena sin fin que se manobra desde abajo y produce el giro de una polea montada en el mismo eje de aquél. Con esta disposición se ha conseguido obtener una puerta de rigidez suficiente á pesar de las dimensiones citadas, que son algo crecidas, y al mismo tiempo en virtud de las características adoptadas para el mecanismo, que dan un $\frac{P}{2} = 0,06$, se logra elevar la puerta en menos de tres minutos, como se preveía en el proyecto, por el sólo esfuerzo de un hombre. En el descenso queda en cualquier posición detenida la puerta; siendo imposible la caída de la misma por la sola acción de su propio peso.

(Se continuará.)