

# 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.

## ESTADO ACTUAL DE LA AVIACIÓN

Conferencia dada en la Escuela nacional de Puentes y Calzadas  
el 28 de Enero de 1909

por M. Taris, Ingeniero, antiguo alumno de la Escuela Politécnica.

*El vuelo de los pájaros; observaciones y teorías.*— Á excepción de algunos precursores, entre los cuales hay que citar á Leonardo de Vinci, uno de los más hábiles Ingenieros y el más original quizás en todos los tiempos, nadie hasta el día había hecho, á propósito del vuelo de los pájaros, observación precisa ni emitido teoría alguna racional. La opinión general, con consentimiento de la ciencia, ha estado conforme con la teoría de que el pájaro encuentra el apoyo en el aire al batir sus alas, cuyos movimientos son suficientemente frecuentes y enérgicos para producir una reacción vertical igual ó superior al peso del animal. Esta concepción, apoyada en un conocimiento muy imperfecto de la resistencia del aire, condujo á Navier, entre otros, á decir, por ejemplo, que la potencia motora de la golondrina era de  $\frac{1}{11}$  de caballo de vapor. Tal resultado requiere que los músculos de este pájaro tengan una fuerza de contracción incomparablemente mayor, ó peso igual, que la de los cuadrúpedos más robustos. La análisis histológica de los tejidos musculares no revelan, sin embargo, ninguna diferencia apreciable entre los músculos pectorales del pájaro y los de los demás seres animados.

Por otra parte, tratándose de valorar, de un modo aproximado y más bien con tendencia á la exageración, el esfuerzo de sustentación de un pájaro determinado, el milano, por ejemplo, midiendo á este efecto el número de oscilaciones de las alas y la superficie de las mismas, y poniendo las cosas en el caso más favorable, se ha llegado á precisar que un pájaro que pesa 2 kilogramos realiza, en la hipótesis precedente, (vuelo con movimiento de las alas recto ú ortóptero), una fuerza ascensional de 200 gramossolamente; *je pur si muove!*

Teniendo en cuenta un cierto número de observaciones, se ha venido en conocimiento de que es preciso renunciar á la hipótesis ortóptero citada por impotente para explicar los hechos. En primer lugar, el pájaro no se eleva nunca verticalmente, aun cuando en ello tenga un mayor interés, y fundado en esto, sabido es que se captura el condor de los Andes creando un recinto á su alrededor de paredes vertica-

les suficientemente elevadas para que choque contra ellas al emprender su vuelo. Los pájaros emigrantes, como la grulla y la cigüeña, cuando se posan en tierra, se sienten con tan poca seguridad que procuran cubrirse por centinelas muy vigilantes, que impiden que nadie se les aproxime muy cerca. Para elevarse, en efecto, necesitan un campo considerable que tienen que recorrer con una carrera rápida, durante la cual están expuestos á todos los peligros por parte de los animales rápidos, el perro, por ejemplo.

La avutarda, que habita la Rusia meridional, es cazada á la carrera en invierno, cuando el hielo la impide correr y por consecuencia elevarse.

La golondrina, no obstante su  $\frac{1}{11}$  de HP, queda cautiva en una caja cúbica sin tapadera.

El águila, el buitre, el milano, anidan en las rocas escarpadas, desde donde fácilmente emprenden su vuelo dejándose caer, pues sus patas son impropias para emprender una carrera rápida sobre un suelo plano, y el arranque vertical es para ellos motivo de esfuerzos musculares que no pueden renovar con frecuencia.

En fin, la mayoría de los pájaros se elevan según una trayectoria muy inclinada sobre la horizontal en el eje del cuerpo. Ninguno de ellos vuela hacia atrás.

De todo lo que precede, limitando en lo dicho la enumeración de hechos, aunque sería fácil citar otros muchos del mismo orden, se desprende una noción nueva, cuya influencia ha sido extraordinariamente fecunda y de la que ha surgido por completo la aviación: la relación estrecha que existe entre la sustentación y la velocidad de avance. Esta dependencia casi absoluta ha sido aclarada en nuestros días por muchos observadores, y tomaremos de uno de los primeros, M. S. Drzewiecki, de Petersburgo, el esquema siguiente que parece resolver de un modo extremadamente satisfactorio los diversos problemas que se presentan sobre el vuelo de los pájaros:

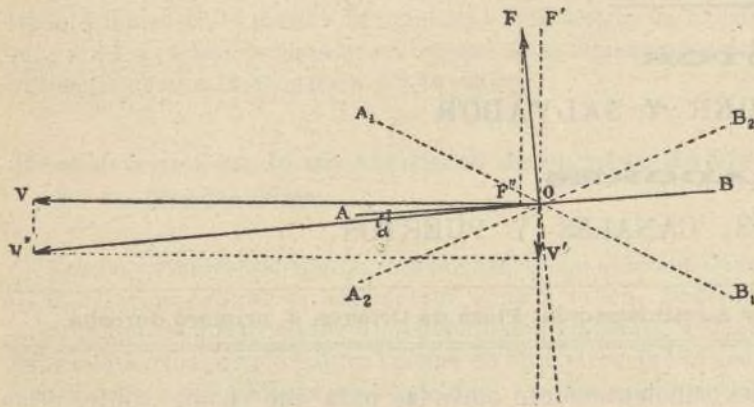
«Nada de velocidad, nada de vuelo»; esta fórmula, incontestablemente verdadera en el aeroplano actual, lo es también en el pájaro.

La sustentación en él es una consecuencia necesaria de la velocidad horizontal de avance.

Esta velocidad determina una resistencia al mismo avance y es contra esta resistencia únicamente que lucha el animal y la que absorbe toda la energía que él consume. En cuanto al valor del esfuerzo mecánico representado por el vuel-



lo, es suficiente para darse cuenta de él de observar que la resistencia al avance de los aeroplanos medida en cada instante por el esfuerzo de tracción de las hélices no pasa apenas de 100 kilogramos, en tanto que su peso llega á 600 kilogramos en las mismas condiciones. Puede decirse que la teoría precedente divide ya por 6 la dificultad y el misterio del vuelo.

Fig. 1.<sup>a</sup>

En la figura 1.<sup>a</sup>, O representa el centro de presión del ala, de la cual AB es la sección por un plano vertical paralelo al eje del vuelo. OV es la velocidad de avance, sea 20 metros por segundo. OV' la velocidad del golpe de ala. El centro de presión, es decir, el punto de aplicación de la resistencia del aire, describe, por lo tanto, OV'', y esto exige que el plano del ala esté comprendido en el ángulo VOV'', en AB. Forma, pues, con su velocidad verdadera, OV'', el ángulo  $\alpha$ , muy pequeño. En efecto, OV', velocidad de descenso del ala, es del orden de 2 metros por segundo,  $\tan VOV'' = \frac{1}{10}$ , lo que da  $VOV'' = 6^\circ$  próximamente ( $\tan 6^\circ = 0,105$ ) y sobre la figura  $\alpha < VOV''$ . Es necesario que el ala esté así, porque en este caso la reacción del aire OF, supuesta normal á AB, como se admite generalmente hoy, tiene una componente OF'' de avance, es decir, generadora de movimiento. Si AB estuviera por encima de OV, en A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>, la componente horizontal se opondría al movimiento, y lo mismo pasaría en A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>, puesto que el ala sería entonces golpeada por el aire sobre su cara superior. En resumen: en la explicación propuesta, el ala del pájaro, bajando según OV'', procura un esfuerzo de avance OF'' suficiente para mantener la velocidad horizontal próximamente constante, y ésta hace nacer un empuje vertical OF' superior ó igual al peso del pájaro.

Por incompleta que sea esta teoría, es, sin embargo, suficiente para presentar el pájaro como un aeroplano viviente, y los aparatos modernos que en ella se inspiran comprueban todos los días la semejanza.

**La resistencia del aire; fórmulas diversas.**—La resistencia del aire, á pesar de venirse utilizando en las máquinas más antiguas, velas, molinos, etc., es, no obstante, muy mal conocida cualitativa y cuantitativamente. Esta resistencia ha sido objeto de investigaciones sistemáticas por parte de los artilleros desde principios del siglo XVIII, pero las investigaciones experimentales no han hecho apenas más que poner en evidencia la complejidad de los fenómenos. La balística exterior no ha llegado todavía á determinar de un modo definitivo la mejor forma que debe darse á los proyectiles, y recientemente se ha apercibido de la importancia real de las formas en la parte posterior de las balas de fusil.

Para un cuerpo sólido en movimiento en el aire, se ha reconocido pronto que la resistencia era de la forma clásica  $KSV^2$ , al menos para velocidades inferiores á 50 ó superiores á 600 metros por segundo. Entre estos límites interviene un término correctivo bastante sensible.

En cuanto al valor de K, varía enormemente con los experimentadores, según puede verse en la relación siguiente:

	K
Morin .....	0,110
Desdonist.....	0,130
Langley.....	0,08475
Coronel Renard.....	0,085
Cailletet y Colardeau.....	0,070
Eiffel (1908).....	0,030 á 0,070

**Caso de planos muy inclinados sobre su trayectoria.**—**Influencia de la curvatura.**—**Centro de presión.**—No hay certeza más que para las superficies planas que se mueven paralelamente á sí mismas. Cuando se trata de superficies curvas muy inclinadas sobre su trayectoria, la presión del aire, expuesta sensiblemente normal al plano móvil, es una función de muchos elementos, tales como el ángulo de ataque, el alargamiento relativo de la superficie en el sentido del movimiento, las curvaturas, etc. Se han propuesto sucesivamente las fórmulas siguientes para los planos:

$$\frac{P_i}{P_{90}} = \sin^2 i \quad (\text{Newton y Euler})$$

$$\frac{P_i}{P_{90}} = \sin i \times \frac{2}{1 + \sin^2 i} \quad (\text{Duchemin})$$

$$\frac{P_i}{P_{90}} = \sin i \times [a - (a - 1) \sin^2 i] \quad (\text{Coronel Renard})$$

$$\frac{P_i}{P_{90}} = \frac{\sin i}{0,39 + 0,61 \sin i} \quad (\text{para el agua, según Jöessel})$$

$$\frac{P_i}{P_{90}} = \sin i$$

$$\frac{P_i}{P_{90}} = \sin i \left[ 1 + \frac{1 - m \tan i}{\frac{1}{(+m)^2} + \frac{2m}{1+m} \tan i + 2 \tan^2 i} \right]$$

(Soreau).

En esta última fórmula, establecida para rectángulos de dimensiones  $2l$  perpendicularmente y  $2h$  paralelamente al viento, se tiene  $= m \frac{l-h}{l+h}$ , y es la sola fórmula que tie-

ne en cuenta el alargamiento. Esta fórmula se apoya en consideraciones muy sencillas relativas al movimiento del aire y representa de una manera muy satisfactoria los resultados experimentales de Langley.

Es fácil ver, á la simple inspección, que la fórmula de M. Soreau da ventajas á las superficies alargadas perpendicularmente sobre las superficies alargadas paralelamente al movimiento. Ello resulta de que los filetes de aire, comprimidos bajo el plano móvil, tienden á salirse por una y otra parte de este plano, lateralmente, y que la pérdida de efecto útil que de ello resulta aumenta, para una superficie dada, con la longitud de los bordes de salida. Para fijar las ideas, el rectángulo (g) más ancho que largo de la figura 2.<sup>a</sup> es dos veces más resistente al aire y procura dos veces más efecto útil de sustentación que el cuadrado equivalente. Sin embargo, esta ventaja se pierde cuando el ángulo de ataque aumenta, pero se elevará el rendimiento ó el poder susten-



tador de una superficie dada dándole la forma de un rectángulo. Además, si es ligeramente encorvado según su mayor dimensión, tal disposición disminuirá todavía el escape lateral del aire. Estas consideraciones conducen á concebir la utilidad de una primera curvatura transversal, que se encuentra precisamente en las alas de los pájaros.

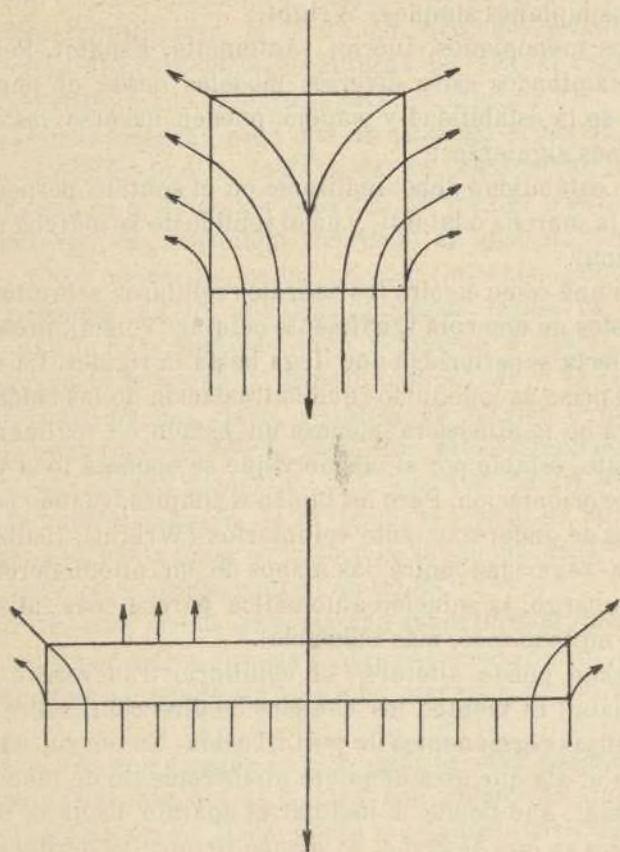


Fig. 2.ª

Estas alas presentan también en el sentido anteroposterior una sección claramente curvada, sobre todo hacia adelante. Es natural pensar, y la experiencia lo confirma, que esta forma es ventajosa para la sustentación.

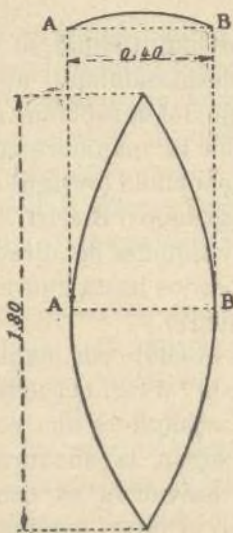


Fig. 3.ª

Las investigaciones sistemáticas de Otto Lilienthal, desgraciadamente interrumpidas por el accidente que le costó la vida, le permitieron, sin embargo, hacer unas tablas relativas á una superficie lenticular, curvada según su pequeño eje, y cuya flecha era de  $\frac{1}{12}$  (fig. 3.ª).

Resulta de estas experiencias que á superficie igual las superficies curvadas suministran una componente vertical más grande y una componente horizontal menos grande que

las de los planos. Estas superficies son doblemente ventajosas, tanto por la fuerza sustentadora cuanto por la resistencia al avance. Los aeroplanos serán, por lo tanto, de preferencia constituidos por superficies con doble curvatura.

En definitiva, para los pequeños ángulos utilizados en aviación se podrá adoptar una fórmula simbólica de la fuerza sustentadora:

$$F = KSV^2\alpha,$$

designando por  $\alpha$  el ángulo de ataque de la superficie plana *equivalente* como efecto útil á la superficie curva empleada, por  $S$  la magnitud de esta superficie plana y por  $K$  un coeficiente que depende de la forma y de las curvaturas de la superficie real considerada.

Queda, para completar estas consideraciones preliminares, el determinar el punto de aplicación de la resultante de las presiones aerodinámicas.

En el caso de los planos, se han propuesto muchas fórmulas. Designando por  $x$  la distancia del centro de presión, ó punto de aplicación de la resultante, al centro de figura de la superficie, y por  $h$  la semiprofundidad de esta superficie en el sentido del movimiento, se tiene, según Avanzini:

$$\frac{x_i}{2h} = 0,3 (1 - \sin i)$$

según Jöessel

$$\frac{x_i}{2h} = 0,305 (1 - \sin i);$$

y finalmente, según M. Soreau:

$$\frac{x_i}{h} = \frac{1}{2(1 + 2 \tan i)}.$$

Lo que es incontestable es que el centro de presión para los planos está entre el borde anterior de ataque y el centro de figura. Sus filetes de aire primeramente chocados oponen así la resistencia la más enérgica al movimiento; hecho que se explica fácilmente con la representación de las trayectorias de los filetes.

En el caso del desplazamiento ortogonal de un disco, por ejemplo, la masa de aire no se altera más que en el interior de un cilindro, más allá del cual ninguna perturbación es sensible al manómetro. Por delante del disco se observa un incremento de presión y se forma una especie de proa de aire, en el seno de la cual se producen torbellinos. Por detrás se observa una depresión, que reina en una zona análoga y que es también el asiento de torbellinos. Por simetría, la resultante  $F$  de los efectos aerodinámicos es aquí el centro de figura, y á esta acción que tiende á bombear el disco hacia atrás se añade el efecto estático de las diferencias de presión en las dos regiones. En el caso de un plano inclinado, por el contrario, la proa se deforma, como se ve en la figura 4.ª La resultante  $F$  abandona el centro de figura  $O$  para aproximarse al borde anterior de ataque, hasta un punto  $C$  tal que  $OC = x_i$ ;  $x_i$  está dada por una de las fórmulas precedentes.

Para las superficies curvas se sabe poco.

Los hermanos Wright han observado que el centro de presión sobre una superficie de curvatura regular se va hacia adelante cuando  $i$  disminuye de  $90^\circ$  á un cierto valor, y que más allá de este valor el centro de presión retrocede y



aun pasa hacia atrás el centro de figura. M. Soreau ha propuesto para una superficie de sección circular la fórmula:

$$\frac{x_i}{h} = \frac{\tan i - \tan \beta}{2(a \tan \beta + b \tan i + 2 \tan^2 i)},$$

en la cual  $\beta$  es el ángulo de la tangente en la extremidad del arco con la cuerda, y  $a$  y  $b$  coeficientes. Esta fórmula concuerda con las medidas directas hechas por Spratt.

En cuanto á la dirección de la resultante, se ha supuesto hasta aquí que era normal al plano móvil.

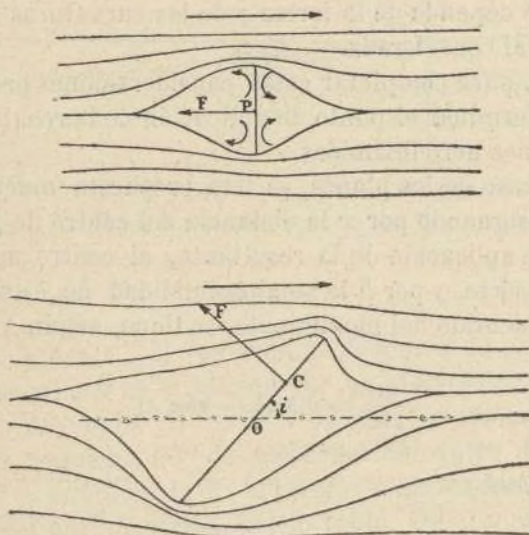


Fig. 4.<sup>a</sup>

Las experiencias del Instituto aerodinámico de Kutchino (Rusia) confirman ligeramente esta opinión; pero las correcciones que hubiera que hacer en las fórmulas son despreciables ante la incertidumbre que reina aún respecto de las mismas fórmulas.

En suma, la análisis rápida que acabamos de hacer pone en evidencia las nociones fundamentales de la aerodinámica:

- 1.º La influencia del alargamiento de las superficies perpendicularmente al movimiento.
- 2.º La influencia de las curvaturas.
- 3.º El desplazamiento del centro de presión hacia el borde anterior.

Tales son las bases que se ofrecen hoy á los constructores para el establecimiento de los aeroplanos. En cuanto á los valores exactos de los diversos elementos hay necesidad todavía de llevar á cabo numerosos experimentos.

*El aeroplano, teoría elemental; los diversos problemas de la estabilidad.*—Para sostener un cuerpo pesado en la atmósfera es suficiente, según se acaba de ver, hacerle solidario de una superficie convenientemente orientada y animar á esta superficie de una cierta velocidad horizontal. Este resultado exigirá un cierto esfuerzo de tracción suministrado por hélices movidos por un motor cualquiera. El conjunto deberá ser evidentemente bastante ligero y el motor bastante potente; las hélices deberán tener el mayor rendimiento posible, es decir, suministrar la tracción máxima para una potencia dada.

Los aeroplanos actuales poseen una ó dos, y algunas veces tres superficies sustentadoras; son, pues, en general, *biplanos ó monoplanos*. Los biplanos pueden ó no poseer tabiques verticales que dividen el espacio comprendido entre

los dos planos sustentadores en un cierto número de celdas. En cuanto á los timones, éstos se colocan delante ó detrás, lo mismo que las hélices propulsoras. Como tipos principales pueden citarse por ahora:

Los biplanos celulares, Voisin (Farman, Delagrange, etcétera).

Los biplanos simples, Wright.

Los monoplanos, Dlíriot, Antoinette, Esnault, Pelterie.

Examinados estos diversos modelos desde el punto de vista de la estabilidad y manejo, pueden hacerse las observaciones siguientes:

La estabilidad debe realizarse en el sentido perpendicular á la marcha ó lateral, y en el sentido de la marcha ó longitudinal.

En una como en otra los aparatos celulares, sobre todo los provistos de una cola igualmente celular (Voisin), presentan una cierta superioridad que llega hasta la rigidez. La salida de los prismas indefinidos que la traslación de las celdas engendra en la atmósfera alcanza un estado de régimen permanente, estable por sí mismo y que se opone á toda variación de orientación. Pero los biplanos simples, cuando poseen medios de enderezamiento voluntarios (Wright), realizan la misma seguridad entre las manos de un piloto ejercitado. Sin embargo, la solución automática parece más satisfactoria, y en todo caso, más industrial.

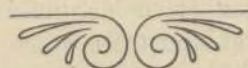
¿Cómo puede alterarse el equilibrio transversal de un aeroplano? El viento, los cambios de dirección, sobre todo, son causas permanentes de perturbación. En efecto, en cada virada el ala que gira adquiere un incremento de fuerza ascensional, que tiende á inclinar el aparato hacia el centro de la curva que describe. Al mismo tiempo, el aeroplano se desvía lateralmente sobre su trayectoria, y se desvía tanto más (Voisin) cuanto más marcada es su estabilidad automática y rechaza obedecer á la mano del piloto. Los efectos de las viradas son muy sensibles en los monoplanos. Los hermanos Wright lo remedian alabeando las alas, lo que crea en cada una de ellas una fuerza momentánea de descenso ó de elevación.

Para el equilibrio longitudinal se restablece en parte por sí mismo, por el desplazamiento automático del centro de empuje, según el eje del aeroplano, en las pequeñas oscilaciones; en parte, por la maniobra de un timón de profundidad, biplano ó monoplano (Wright ó Farman), colocado delante ó detrás (Delagrange ó Blerist).

Quillas verticales y timones de dirección, en forma de planos verticales, colocados hasta ahora detrás, completan los órganos de movimiento.

Descansando sobre el suelo por medio de ruedas ó sobre un carril de lanzamiento (Wright) rueda el aparato bajo el empuje de sus hélices y adquiere una velocidad de 50 á 60 kilómetros por hora. Según la anchura de sus alas y su peso, la velocidad de elevación es más ó menos grande. Cuando ésta se alcanza, el piloto empuja el aeroplano maniobrando el timón de profundidad y el aparato abandona el suelo. Cuando desea bajarlo á tierra, el aviador hace la maniobra inversa y procura ganar la tierra según una tangente, maniobrando convenientemente el timón de profundidad, después de haber parado el motor.—O.

(Se continuará.)





## PANTANO DE BUSEO

(PROVINCIA DE VALENCIA)

(Conclusión.)

La limpia anual del pantano se hará por dos galerías de evacuación que atraviesa la presa en dirección próximamente radial, al nivel del lecho antiguo del río, el cual se ha tomado como plano de enrase para las fundaciones.

Tres tramos integran cada una de estas galerías: el de entrada, el destinado á la instalación de compuertas y el de salida, que es el de mayor longitud. El primer trozo, de 3<sup>m</sup>,75 de largo, es abocinado, teniendo su piso en rampa del 2 por 100 y convergentes las paredes laterales con esviaje aproximado á 1/10, mientras la bóveda forma un capialzado que la hace pasar de arco escarzano á dintel, de modo que siendo la luz en la boquilla de 2<sup>m</sup>,00 y de 1<sup>m</sup>,70 la altura máxima del claro, redúcese la sección á tener 1<sup>m</sup>,24 de ancho por 1<sup>m</sup>,225 de alto. Con tales dimensiones continúa el segundo tramo en una longitud de 1<sup>m</sup>,55, y finaliza la galería en cañón de 29<sup>m</sup>,50, cuyo perfil se agranda lentamente, hasta tener en la boca de salida luz de 1<sup>m</sup>,50, arístón de 2<sup>m</sup>,00 y altitud central de 2<sup>m</sup>,35.

Naturalmente, dichas galerías van revestidas al interior de sillería; y por cierto que las juntas del enlosado del piso van dispuestas en espina de pescado, para su mejor trabazón.

El tramo de compuertas de cada galería está preparado para montar dos, una detrás de otra, con objeto de que si más adelante se estima conveniente pueda instalarse la de agua abajo, para maniobrar la anterior (que es la que siempre ha de mantener cerrado el pantano) con presión equilibrada sobre sus dos caras, inyectando agua comprimida entre ambos cierres y sin vencer así más resistencia que las debidas á la adherencia de los tarquines. Por el pronto, sin embargo, sólo se ha establecido la compuerta delantera.

Son estos portillos de acero fundido con nervios de refuerzo y llevan un reborde ó labio superior para obturar la ranura del marco, por donde pasan en sus movimientos de ascenso y descenso, impidiendo de este modo que el agua del embalse invada la cámara superior en que se alojan las compuertas al elevarse. Los marcos se empotran con pernos en un rebajo rectangular que contornea la sección de la galería.

En la *cámara de alojamiento*, donde se oculta la compuerta una vez levantada, hay espacio suficiente para que cada una de éstas pueda ser reconocida y reparada en caso preciso. Las barras de tracción que mueven los cierres atraviesan el techo de la referida cámara por una caja de estopas y constituyen las varillas de los émbolos de los respectivos cilindros motores, situados en otra *cámara* superpuesta, llamada *de maniobra*, porque desde cada una de ellas se maneja la compuerta correspondiente. Estas dos cámaras se comunican mediante un pasadizo, á cuyo punto medio se llega perpendicularmente desde el exterior por una galería de servicio, cuya entrada cerrada con verja está al extremo de la escalera que arranca del rellano de coronación del basamento posterior de la presa.

Para contrarrestar la debilitación del dique, originada por todos los huecos que acaban de mencionarse, se ha construido un muro cilíndrico de sillería de 1<sup>m</sup>,50 de espesor, al

que se titula *arco de descarga* por esa razón, y que queda embebido en la fábrica general de la presa entre las repetidas cámaras y el paramento anterior, transmitiendo el empuje del agua á los macizos laterales.

Los aparatos motores de las compuertas se reducen á una caja de distribución análoga al cambio de marcha en las máquinas de vapor, que manda el agua en presión á la parte inferior ó superior del cilindro motor, según se quiera levantar ó bajar la compuerta, mientras pone en comunicación con el desagüe el compartimiento opuesto del crick hidráulico. Otra llave de volante dispuesta en el distribuidor sirve para dar á voluntad paso al agua entre ambos departamentos del cuerpo de bomba, permitiendo así bajar lentamente la compuerta por su propio peso, refrenada por el rozamiento de la corriente líquida en sus tubos conductores.

Tiene además el aparato un potente freno de cinta que sujeta la barra de tracción en cualquier punto de su carrera sosteniendo inmóvil la compuerta á la altura deseada, sin necesidad del agua en presión.

Completamente original en este pantano es el medio empleado para obtener la fuerza indispensable al movimiento de las compuertas. En vez de acumuladores con motor de vapor ó hidroeléctrico, se pensaba hacer una traída de agua desde gran altura y sitio distante más de un kilómetro; pero en lugar de ello, el Ingeniero constructor redujo las obras á la edificación de un aljibe capaz para almacenar 19 metros cúbicos de agua de lluvia, recogida por una superficie cercada de unos 100 metros cuadrados, recubierta de teja y situada en la ladera izquierda á unos 35 metros de altura sobre la presa, ó sea á 70 por encima de los aparatos motores, cuya potencia resulta así, conforme se calculaba necesario, de 30 toneladas en la barra de tracción.

\*\*

Las tomas de agua del pantano con destino al riego son cuatro, y han de ir escalonadas á diversa altura á partir de la de 14 metros para arriba.

Consisten en tuberías de palastro 1<sup>m</sup>,00 de diámetro que atraviesan la presa y han de estar provistas de una llave-compuerta en su extremo terminal. Casetas de fábrica, dotadas del imprescindible cierre en su entrada, servirán para resguardar estos grifos, cuyo manejo se verificará á brazo mediante un juego de engranajes. Un platillo obturador colocado en la boca de agua arriba de la tubería permitirá cerrarla en caso de avería de la llave posterior, girando el disco alrededor de un perno que lo sujeta al reborde del tubo y lo mantiene en el plano de la boca.

Cada tubería desembocará en un canal trazado en la ladera, que con fuerte pendiente conducirá el agua al cauce del río á prudente distancia de los cimientos de la presa.

El gran diámetro de estas cañerías, aparte de permitir que por sólo una de ellas se dé toda la cantidad de agua necesaria para el riego de la huerta en momentos de suma escasez, evitará probablemente la precisión de colocar rejillas á su entrada para impedir la de broza ó cuerpos flotantes.

Están constituidas por anillos de chapa de acero de 8 milímetros de grueso, terminados por bridas formadas con cantoneras de 100 milímetros de lado, que sirven para la unión de los tubos mediante numerosos pasadores. Los referidos tubos se asientan en obra sobre una cama de hormigón de cemento y van recubiertos de una rosca del mismo material.

\*\*



El aliviadero de superficie, destinado á obviar el inconveniente de que la presa funcione como vertedero en caso de una riada que sobrevenga estando lleno el embalse, tendrá 75 metros de longitud, con su umbral en una sola alineación recta y rasante horizontal 2 metros más baja que la de coronación del dique.

Se ha estudiado para dar salida, con tal espesor de lámina de agua, á un caudal máximo de 530 metros cúbicos por segundo, volumen computado como el de la mayor avenida extraordinaria que se conoce.

Para acortar en lo posible la dimensión lineal del vertedero, sensiblemente proporcional á su coste, se le ha proyectado con el perfil de máximo gasto según las experiencias más recientes. Tiene cóncava la cara anterior, redondeada la cresta y plano el paramento de aguas abajo, ataludado á 45° para conseguir la adherencia de la lámina vertiente.

Contra lo primeramente propuesto, se emplazará en la ladera derecha, á poca distancia del arranque de la presa y en dirección casi normal á la misma.

El umbral del vertedero viene á constituir el cajero izquierdo del canal por donde han de correr las aguas que sobre él saltan, de manera que en consecuencia, la anchura de su solera va en aumento á contar del origen, á la par que crece su profundidad; con el fin de poder dar paso por su sección extrema, ó dígase más inmediata al dique, á todo el caudal ingresado á lo largo del aliviadero.

Conviértese entonces aquél en canal de desagüe, que desviándose para seguir la traza apropiada al terreno, descien- de con rapidez y va á desembocar en una pequeña barran- cada que sale al cauce del Chera á 57 metros aguas abajo de la presa. El desarrollo de este canal es de 99,90 metros y su sección corriente de 24,50 metros cuadrados.

\* \*

Además de las obras enumeradas, inherentes á todo pan- tano, exigirá el que nos ocupa la construcción de algunas otras especiales.

Es entre ellas la más importante el *muro de acompa- ñamiento de la presa*, llamado así por no ser en planta una continuación de ésta, sino tener traza rectilínea que forma un ángulo entrante con el arco dibujado por el dique.

Su objeto es cerrar el paso á las aguas del embalse por una pequeña meseta que existe en la ladera izquierda, ca- balmente donde en el primitivo proyecto se situaba el ver- tedero. La depresión es de unos dos metros término medio respecto á la rasante de la presa, de modo que dada la pro- fundidad que se calcula necesaria para las fundaciones, el muro tendrá unos 10 metros de altura total. La sección es en su cuerpo exactamente igual á la del que corona la presa, y sus cimientos tienen, en el lado opuesto al embalse, talud de 1 5.

La longitud de esta obra es de 22 metros próximamente y su enlace con la presa se efectuará por intermedio de un tambor cilíndrico destinado á matar el ángulo entrante que resultaría en el paramento anterior.

Á fin de aprovechar en gran parte la capacidad del vaso perdida por el desnivel necesario entre la cresta del ver- tedero y la rasante de coronación de la presa, se han propues- to á la Superioridad dos sistemas de alzas móviles automáti- cas para cerrar aquél.

Uno es de grandes claros obturados por alzas metálicas

de eje horizontal, que abatidas forman el lomo del aliviade- ro; y otro lo constituyen verdaderas compuertas de madera, giratorias al rededor de un eje casi vertical.

Ambos sistemas dejan automáticamente libres los tramos todos del vertedero, desde el momento que las aguas alcan- cen una altura de 1,50 metros sobre su umbral; de manera que sin perder dicho aliviadero la más pequeña porción de su capacidad para el desagüe en caso de avenidas, se aumen- taría el embalse normal en 1.101.902 metros cúbicos.

Otra obra accesoria es la construcción de un puentecillo sobre el canal del vertedero. Su luz será sólo de 8,60 me- tros, y tratándose de una simple pasadera de servicio, el an- cho libre entre pretilas es de 3,40 metros. Compónese de un arco escarzano de hormigón con boquillas de sillería, reba- jado al 1/4, y tiene inclinada la rasante de su coronación á causa de la pendiente áspera que ofrece la ladera.

#### Estado actual de la obra.

La altura sobre cimientos de la parte de presa totalmen- te construída, oscila entre 21 y 23 metros, habiendo descen- dido con las referidas fundaciones á más de 11 metros en al- gunos puntos.

Rebajando el volumen de los huecos interiores (cámaras y galerías), así como el de las fábricas de elección de sus paramentos, de los de la presa y el arco de descarga, la mampostería ejecutada en el cuerpo del muro cubre 18.571 metros. El relleno de cimientos supuso un volumen de me- tros cúbicos 3.645.019, estimándose en 10.795 metros las excavaciones practicadas para emplazamiento y en 6.647 el cubo de las extraídas para la fundación, á consecuencia de los colmetajes originados por las riadas sufridas durante aquellos trabajos.

Mucho antes de tener noticia de que se hubiera así he- cho en obra alguna, ha sido empleado en la que nos ocupa el sistema de limpiar y mojar la piedra para las mamposte- rías con auxilios de chorros de agua á presión. Al objeto, utilizóse un manantial situado á cierta altura en la ladera derecha, estableciendo una conducción forzada por cañería de plomo, hasta el área de trabajo, cuya tubería sirvió tam- bién para regar las fábricas recién ejecutadas durante las temporadas calurosas.

Para transportar la cal y el cemento al pie de obra desde el almacén de la casa del pantano, se instaló una cañería de zinc de 16 centímetros de calibre interior, inclinada á 35°, que se apoya en la ladera y que, provista de una tolva su- perior y otra caja con cierre de tablilla en su pie, permite realizar la conducción del aglomerante de modo fácil, rápido y económico.

Las galerías de limpia y de servicio, de igual manera que las cámaras de alojamiento y maniobra, se hallan com- pletamente terminadas; habiéndose adoptado, como refuerzo del piso de hormigón de 1<sup>m</sup>,20 de espesor que separa á estas últimas, un emparrillado constituido por dos tramadas de viguetas metálicas superpuestas, á fin de prevenir los gol- pes de ariete que de abajo hacia arriba pudieran allí origi- narse, en el caso de una obstrucción de las galerías de des- carga al verificarse la limpia.

En este piso de las cámaras de maniobra que constituye la cubierta de las cámaras de alojamiento (cuyo intradós está formado por bovedillas volteadas entre los cuchillos de la tramada inferior), se ha dejadoun hueco ó pozo de sección rectangular, de 1<sup>m</sup>,60 por 0<sup>m</sup>,40, en el aplomo del sitio destina-



do á la segunda compuerta no colocada aún; dicha comunicación entre las cámaras inferior y superior de cada galería de fondo, está dedicada á permitir el acceso en la de alojamiento de la compuerta, para su visita, registro, engrase, pintura ó reparación. Y á fin de evitar que por tal vía el agua del embalse invada la cámara de maniobra, en caso de un atranco de la galería de evacuación correspondiente, el Ingeniero Director de la obra ha ideado una válvula metálica plana, que de abajo hacia arriba se ajusta automáticamente contra el sólido marco rectangular de bronce que le sirve de asiento; al efecto, la citada válvula va colgada por cadenas con tensor de la rejilla que tapa el hueco del registro en el piso de la cámara de maniobra, graduándose su posición de modo que quede situada á pocos milímetros de su marco.

Así se logra también que el aire exterior penetre á voluntad en la sección restringida de las galerías de limpia y no por su boca de salida, en sentido contrario á la corriente; á la par que, mediante un polipasto suspendido de un garfio anclado en la bóveda de la cámara de maniobra, puede servir la chapa plana de la válvula, una vez sostenida por aquél y quitada la rejilla, para el descenso y ascenso del obrero que visite la cámara de compuertas.

Tanto éstas con sus marcos, como los cilindros motores, cajas de distribución y tuberías de bajada de agua en presión y de desagüe de los aparatos, se encuentran completamente instaladas y en perfecto funcionamiento.

El aljibe destinado á recoger el agua de lluvia que pone en movimiento los mecanismos, se llenó totalmente al mes de su conclusión, ó sea en Enero del año pasado.

Debe advertirse que con la mira de evitar que la reacción ó choque contra un obstáculo, al descender la compuerta bajo el esfuerzo del cilindro motor, pueda desancilar éste del suelo, levantándolo sobre sus apoyos, se ha colocado una columna que oprime la tapa de dicho cilindro contra la bóveda de la cámara de aparatos, por medio de tornillo y tuerca á modo de gato.

Llaves de paso situadas convenientemente á la salida del aljibe y á la entrada de las cámaras, permiten no tener en carga la cañería de agua en presión más que el tiempo indispensable para las maniobras.

De las cuatro tomas de agua para el riego que llevará el pantano, se hallan terminadas las dos más bajas, estando montado en la inferior el disco obturador de la boca de entrada y teniendo ya en obra la llave compuerta que ha de instalarse en el extremo opuesto.

Del comienzo de las obras data la construcción de la casa y almacén del pantano, á la que dióse principio desde la inauguración de los trabajos empezados por la División del Júcar, según queda anteriormente indicado.

También se ha construído el camino de acceso á la referida casa desde el pueblo de Chera, y en Septiembre último se verificó el pago de las expropiaciones.

Valencia 1.º de Mayo de 1909.

## CATÁLOGO DE LOS OBJETOS EXPUESTOS

### I.—Plano general en relieve del pantano.

Representa en escala de 1 por 2.000, el cuenco del pantano y las principales obras en ejecución, indicando el nivel de embalse normal, para el cual el volumen almacenado será de 8 millones de metros cúbicos de agua, que se destina á reforzar el riego de la Huerta de Valencia.

### II.—Modelo de la presa.

Figúrase en él dado un corte vertical al dique por el eje de la galería de servicio, escalonándolo más abajo para que se vea la sección de una de las galerías de limpia. Escala de 1 á 100.

La presa actualmente á más de la mitad de su altura ha de tener 40 metros sobre el plano de cimientos, y es de perfil triangular con talud de 0<sup>m</sup>,87 en el paramento de agua abajo. El ancho en la coronación es de 4 metros y de 80 metros su radio en planta. Todo el cuerpo del muro está constituido de mampostería hidráulica, que va concertada y con mortero de cemento en ambas caras. Su volumen total excede de 30.000 metros cúbicos de fábrica.

### III.—Umbral del vertedero.

Modelo representativo de un perfil estudiado para obtener el máximo gasto por metro de longitud, con arreglo á las conclusiones deducidas de los experimentos de Mr. Bazin. La cara del lado del embalse es cóncava y de radio de 2 metros, y su lomo, también curvo, con radio de 0<sup>m</sup>,50 se acuerda tangencialmente con el talud posterior del vertedero, formado por un plano á 45°.

### IV.—Modelo del aljibe cuya agua pone en movimiento las compuertas.

El Director de la obra ideó utilizar como motor de los aparatos de maniobra de las compuertas de fondo de este pantano, el agua pluvial recogida en un aljibe situado en la parte alta de la ladera izquierda, á unos 35 metros sobre la rasante de coronación de la presa, ó sea 70 metros próximamente por encima de los criks hidráulicos.

La superficie receptora de las lluvias está constituida por un cuadrilátero de terreno cercado de poco más de 100 metros cuadrados, recubierto de teja después de igualar su pendiente. Una pequeña balsa de sedimentación, provista de rejilla en su boca, sirve de entrada al agua recogida antes de ir á almacenarse en el aljibe. La capacidad de éste, siendo de unos 19 metros cúbicos, ha de llenarse por lo menos una vez todos los años, pues para ello basta una lluvia anual de 190 milímetros; y como se necesita menos de 3.000 litros para verificar una maniobra completa de subir y bajar las compuertas, resulta que habrá agua sobrada para poder efectuar más de seis.

### V.—Modelos de compuertas y aparatos de maniobra.

Representan en escala de 1/5 los portillos de acero fundido que cierran las dos galerías de limpia del pantano, poniendo de manifiesto la forma en T de su perfil, destinada á impedir el paso del agua á la cámara de alojamiento de las compuertas.

Los mecanismos para su manejo se reducen simplemente á cilindros de fundición, provistos de un émbolo directamente unido por una barra de tracción á la cabeza de cada compuerta; de modo que, introduciendo el agua en presión en el cuerpo de bomba por la cara inferior del pistón, se levanta la compuerta, y se cierra ésta dejándola descender por su propio peso, ó empleando el procedimiento inverso del anterior, mediante una sencilla caja de distribución del agua, análoga al cambio de marcha de las máquinas de vapor, que se acciona con el auxilio de un volante.



## VI.—Modelo de tubería para transporte del cemento.

Para bajar los aglomerantes desde el almacén del pantano al pie de obra, se ha utilizado la fuerza de la gravedad aprovechando el desnivel existente. Al efecto se dispuso una cañería de zinc, de 0<sup>m</sup>,16 de diámetro, con inclinación de 35°, provista de una tolva en la parte superior y otra tronco-piramidal en su extremo opuesto, con tablilla horizontal de cierre para obturar la salida del polvo de cal ó de cemento.

## VII.—Modelo de vía y vagonetas.

Se presenta algunos modelos en miniatura de la vía y vagonetas usadas como medios auxiliares de transporte, que ha suministrado la casa Koppel. Debe advertirse que la mayor parte de la vía de 0<sup>m</sup>,50 de ancho establecida, se ha montado sobre pequeñas traviesas rollizas de pino del país, por ser este asiento el más fácil y económico en el lugar de emplazamiento de las obras.

## VIII.—Modelos de los sistemas de alzas móviles propuestos para el vertedero.

Con objeto de no perder completamente el volumen de agua que pudiera almacenarse en el vaso del pantano, desde el nivel de la cresta del vertedero hasta la rasante de coronación de la presa, á cuyos 2 metros de diferencia de altura corresponde una cabida de 1.400.000 metros cúbicos, por la amplitud del embalse en aquella cota, se ha propuesto la adopción de un sistema de alzas automáticas que, recreciendo de ordinario el nivel del aliviadero, permitan el libre paso de cualquier avenida en cuanto las aguas lleguen á determinada altura.

Se han estudiado dos totalmente diferentes para solucionar el problema, y se presentan sus modelos tal y conforme sirvieron para ensayo de los sistemas proyectados.

## IX.—Modelo de compuertas Stoney (Modificación Granda para obtener la impermeabilidad).

Las compuertas de fondo sistema Stoney tienen la inmensa ventaja de sustituir el rozamiento de deslizamiento contra sus marcos, por el de rodadura con la consiguiente supresión del empleo de medios mecánicos para su maniobra, indispensable á causa de aquel frotamiento en las ordinarias sometidas á fuerte carga. Pero su uso venía restringiéndose á consecuencia de la falta de impermeabilidad á que los rodillos de fricción daban lugar.

El modelo que se exhibe presenta un medio de solucionar la cuestión, mediante la forma de cuña dada al perfil de la compuerta y al empleo de un contramarco delantero para el ajuste del cierre en su descenso.

## X.—Modelo de un sistema patentado de compuertas de fondo.

Da idea este pequeño modelo, de un sistema original de compuertas para la limpia de pantanos, totalmente distinto de los usados hasta la fecha y por el que se trataba de evitar el enorme suplemento de fuerza necesario para vencer la adherencia de los tarquines á los cierres metálicos corrientemente hoy adoptados. La forma de la compuerta permite su giro hacia la boca de desagüe cuando se vacía el depósito superior á ella, cuya presión hidráulica contrarresta el empuje del agua embalsada, resultando su maniobra casi automática.

## XI.—Fluviómetro de sifón.

Basado en el mismo principio de los mareógrafos de sifón, inventados por el Sr. Mier, se ha construído para ensayo un fluviómetro que debe dar excelentes resultados, pudiendo suplir con ventaja y economía á las escalas que ordinariamente se colocan en los cursos de agua, sin el inconveniente de su frecuente destrucción por las riadas.

## XII.—Aparatos para ensayos de cales y cementos.

Aun cuando las muestras de aglomerantes de condiciones dudosas se remiten para su detenido análisis al Laboratorio de la Escuela de Ingenieros de Caminos, es preciso practicar algunas experiencias rápidas de los materiales de esta clase que se adquieren en grandes cantidades para las obras. Al efecto se dispone de los más elementales aparatos para ensayos de tal índole, presentándose una aguja de Vicat para comprobación de fraguados, una balanza de precisión para determinar pesos específicos aparentes, un volumenómetro Lechatelier para hallar densidades reales y un molde para la fabricación de probetas destinadas á fijar la resistencia á la tracción.

## XIII.—Cadena de piedra de eslabones independientes.

Construída de cemento Butsems, para mayor facilidad, puede ejecutarse igualmente de piedra ó mármol con fines decorativos.

El principio en que se funda es el de que el hueco dejado entre las mandíbulas de cada eslabón permita la introducción de canto del siguiente, y una vez girado éste, para que quede en su posición definitiva por la diferencia entre el grueso y el ancho de dichas mandíbulas, no pueda ya soltarse.

Este sistema hace sencilla y práctica la construcción de tal clase de cadenas, que antes se tenían que hacer de una sola pieza en el mismo bloque, á causa de permitir la ejecución por separado de los eslabones.

## XIV.—Fotografías del curso de las obras.

Ninguna explicación necesitan estas ampliaciones de las fotografías tomadas directamente durante la ejecución de los trabajos de la presa y que dan idea de su desarrollo y del terreno donde se realiza la obra.

## XV.—Curiosidades varias.

Bajo este epígrafe se comprenden diversos objetos que se han juzgado de alguna utilidad exponer, tales como muestras de las canteras empleadas, fósiles hallados, testigos sacados de los sondeos con perforadora rotatoria de corona de diamantes, etc.

## XVI.—Modelo de compuertas de fondo con frotamiento sobre bolas.

Sistema de cierres del modelo Stoney con la modificación propuesta para obtener la impermeabilidad, pero en el que se proyecta suprimir la complicación de los trenes de rodillos, enlazados mediante una polea de suspensión al movimiento de la compuerta.

Para ello se propone el empleo de esferas interpuestas entre el portillo y sus deslizaderas de apoyo, de una de las maneras que indican las dos soluciones que el modelo comprende.



## PUERTO DEL MUSEL

### (CONCLUSIÓN)

Debemos hacer constar, que además de los satisfactorios resultados obtenidos por la contrata en los dos años de 1904 y 1905, en los cuales se apeló á este sistema para proteger las obras ejecutadas en las campañas de los veranos respectivos, sin que hubiesen ocurrido las más pequeñas averías durante los temporales que reinaron en los días 22 y 23 de Noviembre, 10, 12 y 13 de Diciembre de 1904, ni los de los días 17, 18, 20, 21, 22, 27 y 28 de Febrero, 12, 13 y 15 de Marzo, 24, 25, 26 y 30 de Octubre, 12, 13 y 14 de Noviembre de 1905, este último de extraordinaria violencia, vienen á robustecer nuestras ideas sobre la eficacia de este medio para preservar las obras contra las socavaciones, las opiniones de los Ingenieros Directores de las obras de los puertos de Heyst y Bizerta, y las de los distinguidos Ingenieros Ingleses y Lo Gato, Presidente y Secretario, respectivamente, estos últimos de la Sección de Obras Marítimas del X Congreso de Navegación recientemente celebrado en la ciudad de Milán, en cuya Sección dióse cuenta en extracto por el Ingeniero delegado del Gobierno español D. Fernando Garc(a Arenal, de la Memoria que redactamos relativa á las averías producidas en el dique Norte por los temporales de 1902 y 1903, que también las ocasionaron y muy importantes en los referidos diques de Heyst y Bizerta, y si bien los citados Ingenieros no opinaban igualmente respecto á las causas de la socavación, origen primero de las averías del dique del Musel, por suponer Coisseau que aquélla pudo ser ocasionada por la caída de las olas que saltaban sobre la coronación del muro, hipótesis poco probable por haber aparecido la grieta reveladora de la avería en ocasión en que las olas apenas saltaban sobre el muro, como ya se ha indicado, de todos modos, en cuanto al medio de prevenir dichas socavaciones, era unánime la opinión de que sólo pueden evitarse mediante la defensa de una capa de escollera de bastante extensión, para que en ningún caso pueda llegar á ser descalzada la base de los bloques, expresando que no pudiendo determinarse con exactitud la verdadera berma indispensable, hay que proyectarla más bien con exceso, pues constituirá una mal entendida economía dejar el dique expuesto á graves averías por economizar algunos metros cúbicos de una unidad de obra relativamente barata.

Continuaron los trabajos desarrollándose normalmente durante los años de 1906 y 1907 sin que ocurriera ningún accidente que merezca consignarse, y siguiendo la costumbre establecida desde que se montó la nueva grúa Titán, al terminar los trabajos de la campaña del verano correspondiente al año últimamente citado, se retrocedió todo lo que permitía el avance del parapeto construído, quedando al abrigo de la doble fila de bloques de 80 toneladas que la protegían de la acción directa de las olas durante los temporales.

Dichos bloques, formando un parapeto de 3 metros de espesor por 4 de altura, habían resistido en los cinco años que tenía de existencia el Titán la acción de las olas en los mayores temporales que han reinado en la costa durante los cinco inviernos pasados, sin que en ninguna ocasión la marejada hubiese arrastrado ó movido bloque alguno, ni hubiese habido, por lo tanto, lugar á suponer que dicho para-

peto provisional careciese de la resistencia necesaria contra la acción de las olas.

En tal situación, el 8 de Diciembre de 1907 removió los doce bloques que formaban el parapeto provisional, arrebatando cinco de ellos; dos situados al extremo de dicho parapeto y tres que ocupaban una posición central y posterior á la posición de la grúa, los cuales, al salir despedidos por el oleaje, chocaron con las patas traseras del Titán, y sacándole de su asiento le descarrilaron, quedando en posición inclinada hacia el interior y en dirección oblicua con respecto al eje de la obra; la pluma por efecto de la posición inclinada que tomó el pórtico giró 90°, quedando con el contrapeso del lado interior.

Los dos bloques anteriores y los dos posteriores del parapeto provisional fueron trasladados hacia el interior del muro al mismo tiempo que giraban, orientándose en la dirección de la marejada, dejando abierto un boquete por detrás de la grúa por donde el mar la azotaba constantemente, no consiguiendo hacerla perder el equilibrio, no obstante la desfavorable posición en que se hallaba por efecto de la inclinación y del giro consiguiente del contrapeso.

Apenas el temporal se aplacó y el estado del mar lo permitió, procedimos á construir con toda urgencia una parte del parapeto definitivo formado por una base de 2,90 metros de espesor por un metro de altura y el estribo del lado exterior de la galería que corre á lo largo del parapeto y que constituye el botaolas, con una altura de 2,80 metros y un espesor en la base de 1,30 metros; este muro tenía una longitud de 12,50 metros y con él quedó cerrado el boquete que dejaron los bloques arrastrados por el mar y á su abrigo pudo procederse á la operación de suspender la grúa para colocarla nuevamente sobre sus vías.

Para ello fué preciso previamente alijar una gran parte del contrapeso, consistente en 260 toneladas de lingote, y mediante el auxilio de gatos de 100 toneladas se pudo suspenderla, quitar los carriles que habían quedado doblados, meter bajo las ruedas otras vías y colocarla nuevamente sobre éstas, después de nivelado su asiento; á consecuencia de la brusca rotación de la pluma, varias ruedas y piñones que producían el movimiento de ésta se rompieron y fué preciso fundir otros nuevos, y colocados éstos y vuelto á colocar el contrapeso, quedó lista y en disposición de poder funcionar nuevamente el viernes 24 de Enero del año corriente, procediéndose inmediatamente á echar atrás la grúa todo lo que permitió la oblicuidad en que quedó con relación al eje de la obra, por efecto de la cual las ruedas posteriores no podían retroceder más porque la vía correspondiente á las patas de la derecha se salían fuera de la arista del muro.

Para rectificar esta posición y colocar nuevamente la grúa en su posición de trabajo, ó sea con las vías paralelas al eje de la obra, era preciso avanzarla unos 30 metros hacia la punta del muro, retrocederla después y hacerla avanzar y retroceder varias veces para que por correcciones sucesivas y barreando las vías, lo que permitía el radio de la curva que por construcción describía la grúa en su movimiento de traslación, llegar á la posición definitiva de paralelismo con el eje de la obra; pero como para llegar á esta posición era preciso tener seguridad de buen tiempo, porque para llevarlo á cabo eran precisos varios días, durante los cuales la grúa debía quedar libre de la protección del parapeto, decidimos no intentar tan arriesgada operación y procedimos á ordenar nuevamente los bloques de 31,80 y 36 metros cúbicos con pesos de 70 y 80 toneladas que el



temporal del 8 de Diciembre había removido, formando un parapeto á continuación del muro de abrigo construido á raíz de dicho temporal, compuesto por una doble hilada del lado exterior y arrimados á los del lado interior dos bloques de 36 metros cúbicos por la parte interior, de suerte que el parapeto así formado medía 6 metros de espesor en su base, en lugar de los 3 metros que corresponden al espesor de un bloque de que hasta entonces se había formado dicho parapeto.

La grúa, como dejamos dicho, quedó retirada todo lo que permitía la vía que podía colocarse, dada la oblicuidad de la misma, quedando las patas delanteras al abrigo del parapeto de bloques y el resto, ó sea toda la parte posterior, al abrigo de la parte del parapeto construido en Diciembre.

De lo expuesto se deduce que habíamos tomado cuantas precauciones nos sugirió nuestra experiencia para asegurar la grúa contra la acción del oleaje, pues en la imposibilidad de retirarla más atrás, por las razones que dejamos consignadas, redoblamos las defensas en la parte del parapeto formado de bloques, arrimando una fila más por la parte interior, de suerte que alcanzaba 6 metros de espesor en su base, en lugar de los 3 que hasta entonces habíamos considerado suficiente, y tenía, por lo tanto, 2 metros más que el ancho asignado al parapeto definitivo, que sólo tiene 4 metros de espesor.

En tal situación llegó el día 29 de Enero y nos sorprendió el imponente temporal que desde la noche precedente reinaba, sin que nadie pudiese presentirlo al anochecer del día 28, en que presentaba el mar la más engañosa calma.

Desde el arranque del dique á la extremidad de su avance arbolaban las olas, rebasando la coronación, barrían cuanto sobre ella había y á las ocho de la mañana un golpe de mar removi6, como si fuera de una pieza, el macizo compuesto de 8 bloques, empujándolo al interior del muro, sin descomponer su justa posición, en cuyo movimiento fueron arrastradas las patas delanteras de la grúa, la cual, girando alrededor de la pata trasera de la derecha, quedó en posición simétrica á la que antes tenía con relación al eje de la obra y con la pata delantera del lado derecho volando fuera de la coronación del muro y en el vacío, en cuyo estado estuvo aguantando los repetidos golpes de mar que por encima del medio parapeto construido en Diciembre y por entre los bloques la batían, hasta la una de la tarde en que, envuelta por una ola, cayó á la parte interior entre los muros interior y exterior y dos transversales.

Como para mayor precisión y comodidad en el asiento de los materiales, tenía el Titán 22,75 metros de vuelo y estaba dotado de los movimientos de traslación, de orientación y de dirección; las vigas eran muy pesadas y estaban además cargadas con todos los mecanismos necesarios para producir dichos movimientos y de un contrapeso de 260 toneladas de lingotes; y como, por otra parte, quedaba por debajo de la grúa espacio suficiente para el paso de los grandes bloques empleados en la obra, resulta que el centro de gravedad del conjunto se hallaba bastante elevado y á una distancia de 0,47 metros del eje de la vía con la pluma de través y en vacío, y las condiciones de equilibrio que en circunstancias normales quedaban suficientemente satisfechas, dejaban de estarlo en casos excepcionales como el ocurrido en el Musel el 29 de Enero, en que del primer embite la grúa quedó descarrilada y con una de sus patas volando fuera del muro, en cuyas condiciones no es extraño que un fuerte golpe de mar la hiciese perder el equilibrio y la tumbase.

De la impetuosidad del oleaje dieron incontestable prue-

ba los esfuerzos resistentes que tuvo que vencer para producir el daño, que fueron los siguientes: el rozamiento con la coronación del dique de una pareja de bloques de 70 y 80 toneladas montados uno sobre otro, y el de otra pareja, ambos de 80 toneladas en igual disposición; el peso y adherencia de la grúa con su contrapeso, que era de 440 toneladas, y la adherencia de la vía al suelo con la resistencia de los carriles de 50 kilos de peso por metro lineal, que todos fueron desarraigados y torcidos; en junto un peso de 750 toneladas actuando sobre poco más de 36 metros cuadrados; ante tales efectos cabe sólo renovar la impresión que se siente cada vez que ocurren accidentes de estos por la inconcebible é incontrastable energía de la acción del mar.

Así ocurrió también en Mostaganem, donde, durante uno de esos temporales que á veces se presentan, el huracán levantó como una pluma el Titán que se empleaba en la colocación de bloques de 60 toneladas, cuyas vigas medían 58,35 metros de longitud con un peso de 266,5 toneladas, y trasportándolo á una pequeña distancia, lo arrojó al mar, quedando sumergida á 12 metros de profundidad y en posición inversa á la que tenía en tierra.

Tales han sido las causas que ocasionaron la ruina del Titán, siendo, por lo tanto, completamente gratuitas y desprovistas de todo fundamento cuantas informaciones hubieran podido propalarse atribuyéndola á otras causas, tales como la falta de solidez de la base en que se sustentaba. Esta ha resistido sin novedad el embate de las olas y los terribles esfuerzos á que fué sometida por el deslizamiento y caída del Titán, y no sólo resistió la base, sino que también resistió el ligero parapeto construido á raíz del temporal de Diciembre, á pesar del reducido espesor del mismo que medía 1,30 metros en su base, circunstancia tanto más extraña, á primera vista, si se compara la sección de dicho parapeto con la que ofrecía el compuesto de los bloques apilados á continuación que tan fácilmente fueron removidos por el mar.

Accidentes como el que hemos descrito lo registra la historia de casi todos los rompeolas que se construyeron durante el pasado siglo; los hubo que los han sufrido, no una, sino varias veces durante su construcción, y alguno, como el de Leixoes, después de terminados, y ninguno se ha escapado de tenerlos en mares de potencia comparable al Cantábrico, á cuyo enorme empuje se halla expuesta la obra de que nos ocupamos.

Así en Bilbao, el temporal del 21 de Febrero de 1893 derribó el puente andamio empleado en la construcción del rompeolas del O, quedando con la extremidad delantera en el fondo del mar, mientras que la parte zaguera de la armazón quedó sobre el piso, aunque inclinada y deformada por el esfuerzo que sobre ella había ejercido al caer el resto de la armazón, que quedó completamente alabeada, retorcida y con tantas roturas que los contratistas prefirieron construir con gran actividad una nueva, por el gran trabajo que ofrecía la reparación de la armazón averiada.

Instalada ésta nuevamente y al concluir la campaña de verano, se había retirado detrás del parapeto, cuando el 19 de Noviembre sobrevino un temporal que duró, con extraordinaria violencia, hasta el 21 inclusive. Las olas que sobre el parapeto montaban, chocando con la parte que sobresalía del puente andamio, concluyeron por hacerle perder el equilibrio, derribándolo á la parte interior del puerto, no obstante el enorme peso de 210 toneladas que, contando con el contrapeso y la maquinaria, tenía.



En Leixoes, acabado de terminar el dique N., pero aún no recibido por el Gobierno, sufrió durante la noche del 23 al 24 de Diciembre de 1892 una grave avería, en la que los contratistas perdieron el Titán empleado en su construcción, que pesaba 450 toneladas.

Según la autorizada opinión del entonces Ingeniero Director Sr. Nogueira Suárez, las averías producidas en el dique de abrigo del muelle Norte debían ser atribuídas principalmente á la existencia de dos aberturas en el parapeto para el paso de los bloques que aún faltaba colocar, las cuales estaban provisionalmente tapadas con las respectivas piedras, pero solamente puestas en seco, faltándoles por consiguiente la solidez que les da la cohesión y adherencia de la argamasa.

Sin la existencia de esas aberturas, probablemente no hubiera tenido lugar la ruina del muro de abrigo, y, por consiguiente, la del Titán, que parece estar averiguado que fué producida por el choque de una de las piedras del parapeto contra el soporte en que se apoyaba.

Para evitar que en lo sucesivo se repita el accidente ocurrido en el Musel el día 29 de Enero pasado está visto que no queda otro recurso que el de guarecer el Titán durante el invierno, detrás del parapeto definitivo y con su sección completa para mayor garantía, y para ello solicitamos una pequeña modificación de dicha sección reduciendo 0,70 metros su anchura ó espesor y macizando la galería que corre á lo largo de dicho parapeto, propuesta que fué aprobada por Real orden de 17 de Julio y que nos ha permitido, al reanudar los trabajos en el verano último, montar al abrigo del parapeto construído con la sección reformada el nuevo Titán de igual modelo y condiciones que el anterior, que el Sindicato sin reparar en gastos y sin pérdida de tiempo se apresuró á encargar á Mr. Le Blanc, en cooperación con la Sociedad Española de Construcciones Metálicas, á fin de poder utilizarle en la campaña de verano y que ésta no pasase completamente perdida para el avance de las obras, en vista de que carecíamos de medios adecuados para proceder al salvamento del Titán sumergido con la urgencia que el caso requería, dado lo avanzado de la estación.

Así fué, que hecho el pedido de la nueva grúa en 23 de Febrero pasado, se recibieron los primeros materiales en el Musel á mediados de Junio, y el día 23 de Agosto, verificadas las pruebas con satisfactorio resultado, pudo utilizarse el nuevo Titán, empezando por extraer el pórtico, la maquinaria, cadenas y demás piezas pesadas que todavía no habían podido extraerse del Titán volcado, que por estar apoyadas sobre las hiladas de bloques del muelle imposibilitaban la prosecución de los trabajos.

La reparación de las averías ocasionadas por los mismos temporales nos ha ocupado el resto de la campaña de verano, y confirmando nuestras presunciones, dichas averías han carecido de importancia, en cuanto no han transcendido á las hiladas inferiores del basamento de bloques y sí únicamente á la primera y segunda hiladas del mismo con un ancho de 12 metros y compuestas con bloques de 24 y 36 metros cúbicos; el basamento ha conservado su horizontalidad, y los bloques que los forman no parece que hayan sufrido asientos desiguales, quedando una vez más demostrado el buen resultado del manto de escollera como preservatriz contra las socavaciones; éstas, por lo tanto, no parecen ser la causa ocasional de las averías de que nos ocupamos, las cuales tal vez fuesen producidas por el enor-

me empuje de las olas que montando sobre el dique se precipitan, formando un impetuoso vertedero, del lado interior; así pudiera explicarse que las primeras averías ocasionadas fuesen la desaparición de los encofrados de mampostería y algunos bloques de la primera hilada del basamento por la parte interior, habiendo permanecido intactos los bloques de esta hilada por el exterior, así como el cuerpo del muro del mismo lado, aunque movidas y abiertas las juntas de los encofrados que lo constituyen.

La construcción simultánea del parapeto con el resto del dique podrá evitar esta causa destructora de la obra, tanto más cuanto que por el avance de la obra queda cada vez menos protegida por el Cabo de Torres y por su aproximación al bajo de la Figar, la marejada arbola cada vez más y con más fuerza, como lo demuestra el hecho de haber sido juguete de las olas los bloques que defendían el Titán y que los años anteriores habían resistido perfectamente, aun en los más violentos temporales; pero si á pesar de esta defensa las averías se produjeran, creemos será inútil proseguir las obras con arreglo á este sistema, pues quedaría demostrada la insuficiencia del tamaño de los bloques empleados, y procederá, á nuestro juicio, el estudio de la cuestión para resolver respecto de la conveniencia de sustituir total ó parcialmente el basamento de bloques concertados por grandes monolitos que ofrezcan la resistencia necesaria contra los grandes temporales; el Sindicato, por su parte, una vez adquirido este convencimiento, no puede, ni debe, empeñarse en luchar contra lo imposible, ofreciendo á la rápida acción destructora de la mar de invierno el lento y costoso avance de las obras en el verano tras la preparación llevada á cabo en los meses invernales, después de las repetidas y costosas experiencias á su cargo realizadas, demostrado como queda que ha puesto de su parte cuanto estaba para que las obras se llevasen á cabo lo más rápidamente posible, sin reparar en sacrificio de ningún género y preocupándose de que los que el Estado se impone para la construcción del puerto del Musel no quedasen infructuosos y estériles por deficiencias de proyectos ó disposiciones poco adecuadas para el servicio del tráfico y el desarrollo del comercio y la navegación.

ALEJANDRO OLANO,

Ingeniero de Caminos, Director del Sindicato Asturiano del puerto del Musel

## FERROCARRILES Y TRANSPORTES TERRESTRES

### Exposición internacional argentina en 1910.

#### REGLAMENTO GENERAL

*Apertura y clausura de la Exposición y su carácter.*—1.—La Exposición se abrirá el 25 de Mayo de 1910 y se clausurará el 25 de Noviembre del mismo año, salvo prórroga; es relativa á la industria de los transportes terrestres y es internacional; quedan por lo mismo invitados á tomar parte en ella los industriales y productores de todas las Naciones que se ajusten al presente programa y Reglamento.

2.—La Exposición se desarrollará según el programa, que abarca: División internacional: ferrocarriles y tranvías con y sin tracción eléctrica; automovilismo; ciclismo; acémilas, montados y vehículos de atalaje; caminos ordinarios, urbanos y de sport; correos, telégrafos, teléfonos; transportes militares y asistencia en guerra; transportes municipales; servicio de bom-



beros; baljería, equipos y embalajes; asistencia, higiene, previdencia; arte decorativo en la industria de los transportes; experimentos aeronáuticos. División nacional: industrias relacionadas con los transportes; galería del trabajo en acción; obras nacionales especiales.

3.—La organización y dirección de la Exposición, así como la explicación del programa, corresponden á la Comisión organizadora, nombrada por el Gobierno Nacional, en adelante Comisión ejecutiva. Dicha Comisión nombrará en la capital las Comisiones especiales que repunte necesarias para desarrollar su acción en la preparación, gobierno de la Exposición y buena marcha de los servicios, con las atribuciones respectivas que se les dará. Dictará igualmente las normas para la constitución del Jurado y asignación de premios.

*Comisiones regionales ó delegadas.*—Su objeto.—4.—La Comisión ejecutiva nombrará Comisiones regionales de personas caracterizadas en el país y en el extranjero encargadas de activar y facilitar el concurso de los expositores en la circunscripción que les sea designada, sin perjuicio de la comunicación directa de la C. E. ó de su delegado con expositores especiales, cuya nómina podrá serles notificada en lo referente á la circunscripción regional.

*Atribuciones de las Comisiones regionales.*—5.—Corresponde á las Comisiones regionales:

a) Hacer conocer en las circunscripciones las disposiciones relativas á la Exposición; distribuir los modelos; recibir los pedidos de los expositores, solicitarlos y encaminarlos en la selección conveniente de los productos.

b) Decidir de la calidad y cantidad de los objetos á proponerse á la Comisión ejecutiva ó su delegado para su admisión en la Exposición, cuidando de evitar la exuberancia de productos de una misma calidad; velar por que éstos estén convenientemente representados en sus variedades y vigilar que se atengan á las prescripciones del Reglamento y á las instrucciones de la Comisión ejecutiva.

c) Transmitir por lo menos cada quince días á la Comisión ejecutiva los pedidos de admisiones á la Exposición, acompañado de la lista parcial, con las informaciones y el parecer del Comité local, sobre la calidad de los productos y los títulos de los expositores. Tales pedidos serán recibidos por la Comisión ejecutiva hasta el día 31 de Julio de 1909.

d) Comunicar á los expositores el resultado del pedido de admisión, la designación del local, el número de la matrícula, el grupo en el cual fueran colocados los productos, las disposiciones reglamentarias para el envío de los objetos admitidos en la Exposición y contralorear los conocimientos.

e) Vigilar que los objetos admitidos en la Exposición sean de la procedencia indicada y sean expuestos bajo el nombre del verdadero productor. Es también atribución de las Comisiones regionales y Juntas locales recoger todos los elementos necesarios para hacer conocer y debidamente apreciar la importancia de las industrias, sean ellas ejercidas en establecimientos ó en hogares domésticos, y reunir los datos sobre la marcha y desarrollo de las mismas, la naturaleza especial de sus productos, la retribución de los operarios, la exportación y consumo y las innovaciones y progresos introducidos en los métodos de fabricación.

Estas informaciones serán transmitidas á la Comisión ejecutiva hasta fines de Febrero de 1910.

*Juntas locales.*—6.—Las Comisiones regionales podrán nombrar Juntas locales de distrito, formadas de tres á cinco miembros. Ellas nombrarán su Presidente y su Secretario. El Secretario puede ser ó no miembro de la Junta. Las Juntas locales se comunicarán tan sólo con la Comisión regional de quien dependen, y en sus notas indicarán el distrito y la región á que pertenezcan.

*Correspondencia de las Comisiones regionales con la Comisión ejecutiva.*—7.—Las Comisiones regionales establecidas en Sud-América se comunicarán con la Comisión ejecutiva en

Buenos Aires; las establecidas en las demás Naciones podrán comunicar con la Comisión ejecutiva de la Exposición ó con sus delegados. En sus notas deberán mencionar la Nación á que pertenezcan.

*Comisiones ó delegados en el exterior y autoridades nacionales.*—8.—Las Comisiones regionales darán noticia de su constitución á la Legación y al Consulado argentino existentes en su país.

#### DE LOS EXPOSITORES

*A quién deben dirigirse.*—9.—Toda comunicación de los expositores se hará por intermedio de las Comisiones regionales ó los delegados á la Comisión ejecutiva, hasta la época de la apertura de la Exposición.

*Pedido de admisión.*—10.—Los que deseen concurrir á la Exposición remitirán á las Juntas locales, á las Comisiones regionales ó delegados (según de quien hayan recibido la invitación) el pedido de admisión por duplicado, inscribiendo las indicaciones solicitadas y todo cuanto pueda ilustrar su pedido. Los pedidos deberán ser presentados hasta el 30 de Junio de 1909, y por el solo hecho de hacerlo el expositor se obliga á conformarse á todos los Reglamentos y disposiciones que estableciere la Comisión ejecutiva.

En cada solicitud no se podrá pedir sino la admisión de objetos que pertenezcan al mismo grupo.

Los expositores indicarán también en su solicitud los premios obtenidos en otras Exposiciones.

*Carta de admisión.*—11.—En caso de aceptación total ó parcial de su solicitud, los expositores recibirán la carta de admisión, con el número de matrícula, número al cual el expositor deberá siempre referirse en toda gestión ante los encargados de la Exposición.

*La Comisión ejecutiva y las asignaciones á los expositores.*—12.—Es de exclusiva competencia de la Comisión ejecutiva:

a) La aceptación definitiva total ó parcial de los objetos. Ella debe rehusar aquellos que no ofrecieran algún mérito industrial.

b) La asignación del espacio que cada expositor deberá ocupar en el local de la Exposición. No se admitirá reclamo alguno á este respecto.

Los expositores admitidos en las galerías ocuparán los puestos que les serán asignados por la Comisión ejecutiva, según el orden de su clasificación, y de manera que sus instalaciones sean dispuestas, en cuanto fuere posible, de conformidad con el programa.

*Exposiciones colectivas.*—13.—La Comisión ejecutiva tiene la facultad de admitir, bajo determinadas condiciones, que los expositores de mayor importancia y especialmente aquellos que ejerciendo industrias diversas, comprendidas en el programa ó diversos ramos de la misma industria, desearan exhibir el conjunto de su establecimiento, puedan hacer la exposición colectiva de sus productos, en kioscos separados, bajo la condición de que dichos productos sean inscritos y juzgados, en concurso, con los de los diferentes grupos en que debieran figurar.

*Kioscos especiales.*—14.—Si la Comisión ejecutiva acuerda á alguna Sociedad ó agrupación de productores que expongan sus productos en kioscos propios, los pedidos para tales instalaciones deberán llegar á la Comisión Ejecutiva antes del 15 de Junio de 1909.

Con el pedido se presentará el dibujo del kiosco ó pabellón especial, cuya construcción será ejecutada por cuenta y riesgo de los expositores.

(Continuará.)

