



AÑO LXXX

MADRID.—MAYO DE 1925.

NUM. V

EMPLEO DEL AIRE COMPRIMIDO EN LA CONSTRUCCION DE PUENTES DE PILOTES

Los puentes tendidos con el material reglamentario que acompañan a las tropas en operaciones, permiten salvar las cortaduras y cursos de agua que se oponen a su marcha, pero carecen de la solidez necesaria para soportar los grandes pesos de los elementos de que están dotados actualmente los ejércitos modernos. Por otra parte, el material reglamentario debe quedar disponible cuanto antes, para cumplir su principal cometido acompañando a las tropas, y se haría de él un mal uso, si quedase tendido a retaguardia, perdiendo voluntariamente una de sus características principales que motiva su existencia, la movilidad. Lo expuesto, muestra que una de las preocupaciones constantes que deben tener los comandantes de Ingenieros de las Unidades, es la substitución de aquellos puentes por otros, que siendo más sólidos, dejen en libertad un material, que por mucha que sea su cuantía, siempre resultará insuficiente. Es preciso tener en cuenta, que de la celeridad con que se proceda dependerá, en muchas ocasiones, el éxito de una operación que exija la presencia de la artillería de grueso calibre y otros elementos pesados en el campo de batalla.

El problema se presentó a todos los beligerantes en la última guerra,

en la que sus trenes de puentes reglamentarios pronto fueron insuficientes para el paso de los pesos, cada vez crecientes, de los elementos puestos en juego, y a pesar de que la técnica pone a disposición del zapador numerosos procedimientos para resolver la dificultad, no se creyó conveniente dejar tan importante asunto para resolverlo en momentos críticos, en los que ganar tiempo es lo esencial y se reglamentaron los tipos de puentes que se debían emplear, siempre que las circunstancias locales lo permitieran. Esta reglamentación, a la que tan refractarios se han mostrado siempre nuestros Ingenieros, no excluye en modo alguno la iniciativa e ingenio del constructor, que la guerra de por sí le ha de dar cientos de circunstancias para manifestarse, pero resuelve el problema en numerosos casos, en que lo principal es ejecutar, y ejecutar rápidamente. Por otra parte, no sólo se trata de la oficialidad, que no obstante encontrará facilitado su trabajo manejando un material conocido; se trata principalmente de la tropa que debe estar instruída, y esto solamente se consigue con las repetidas prácticas de un material sencillo.

La construcción a retaguardia, y el transporte a pie de obra, se simplifican, asimismo, cuando el número de tipos de puentes que se emplean son reducidos y están estudiados de antemano.

En Francia se publicó en plena guerra, y está hoy día en vigor, un reglamento (1) en que se prescribe, que siempre que sea posible, se empleen los puentes de pilotes, y describe con todo detalle, la organización y construcción de tres, que con el nombre de puentes tipos números 1, 2 y 3, permiten resolver muchos de los casos que pueden presentarse.

El número 1, permite el paso de vehículos hasta 9 toneladas (4,6 el eje más cargado); el 2, los carruajes hasta 12,8 toneladas por eje y el 3 para pesos muy grandes, en realidad para todos los que pueden acompañar a un ejército.

En todos ellos, como su nombre lo indica, el elemento principal es el pilote, cuya hincada es siempre operación lenta, pero la utilización del aire comprimido, ha proporcionado un sistema de gran rendimiento, que ha dado excelentes resultados en la práctica.

Tienen por objeto estas líneas, que nos determinamos a publicar por juzgarlas interesantes, exponer las ventajas del empleo del martinete de aire comprimido, describir el material necesario, comparar su rendimiento con el de los martinetes ordinarios y citar algunos casos concretos en los que se ha empleado.

* * *

El aire comprimido, puede emplearse con todos los tipos de martine-

(1) *Manuel de construction des ponts de pilots pour poids lourds.*

tes de vapor, sin más, que substituir éste por aquél, cuando se dispone de un compresor de aire. Tiene el aire sobre el vapor la ventaja, sobre todo en las proximidades del enemigo, de que no denuncia su presencia, por los penachos del vapor de escape. El empleo de un grupo compresor no exige ninguna preparación especial, pudiendo instalarse, sin inconveniente, alejado del asentamiento del puente y en un abrigo apropiado a cubierto de las vistas y los fuegos. La conducción del aire comprimido se hace por medio de tuberías de caucho con refuerzos metálicos y juntas estancas. No conviene alejar mucho la instalación del grupo para evitar las pérdidas en juntas y tuberías. En general puede emplearse cualquier grupo de 20 a 40 caballos que pueda comprimir el aire a 7 kilos.

Las ventajas del aire comprimido son: fácil desplazamiento del grupo sobre carretera, instalación rápida y puesta en marcha del motor instantánea. Tendido sencillo de la tubería, que puede sumergirse sin temor a condensaciones. Pudiendo ser cualquiera la longitud de la tubería, se facilita la elección del lugar para el montaje del grupo, y se suprimen los accidentes frecuentes con el empleo del vapor, producidos por las heladas o roturas de las juntas. Además, es más fácil desmontar y retirar la instalación, lo que es una ventaja positiva cuando se opera cerca del enemigo. El aire comprimido no gasta combustible más que cuando trabaja, mientras el motor de vapor ha de estar a presión en todo momento. No obstante las ventajas expuestas, el empleo del aire comprimido, es más caro que el del vapor cuando se aplica a martinetes de este sistema, pero esta desventaja se compensa utilizando un martinete especial, construído con este objeto.

Martinete de aire comprimido.—La diferencia esencial con los martinetes ordinarios, consiste en que la maza está substituída por un émbolo que se mueve bajo la acción del aire comprimido. La velocidad producida por la altura de caída es sustituída por otra mayor obtenida con el aire a presión, resultando a igualdad de peso de la masa móvil, mayor fuerza viva. El martinete se compone del martillo de aire comprimido y de un entramado para suspender aquél en la vertical del pilote que se va a hincar.

Martillo de aire comprimido.—El que describimos a continuación es el construído por la casa Mac-Kiernan Terry C.^o, de Nueva York. Se compone (fig. 1) de un cuerpo *E, F, G, H*, en el cual se mueve el émbolo-maza *P*, que obra sobre el pilote por intermedio de la bigornia *M*. En su parte superior, está provisto de una anilla de suspensión que permite colocarlo sobre la cabeza del pilote, al que se hace solidario, por la disposición indicada en *K K'*.

Durante la hincia, el conjunto del aparato descansa sobre el pilote y absorbe todas las reacciones de manera que la fuerza viva del émbolo se utiliza toda en hacer penetrar el pilote.

El aire comprimido acciona alternativamente sobre las dos caras del

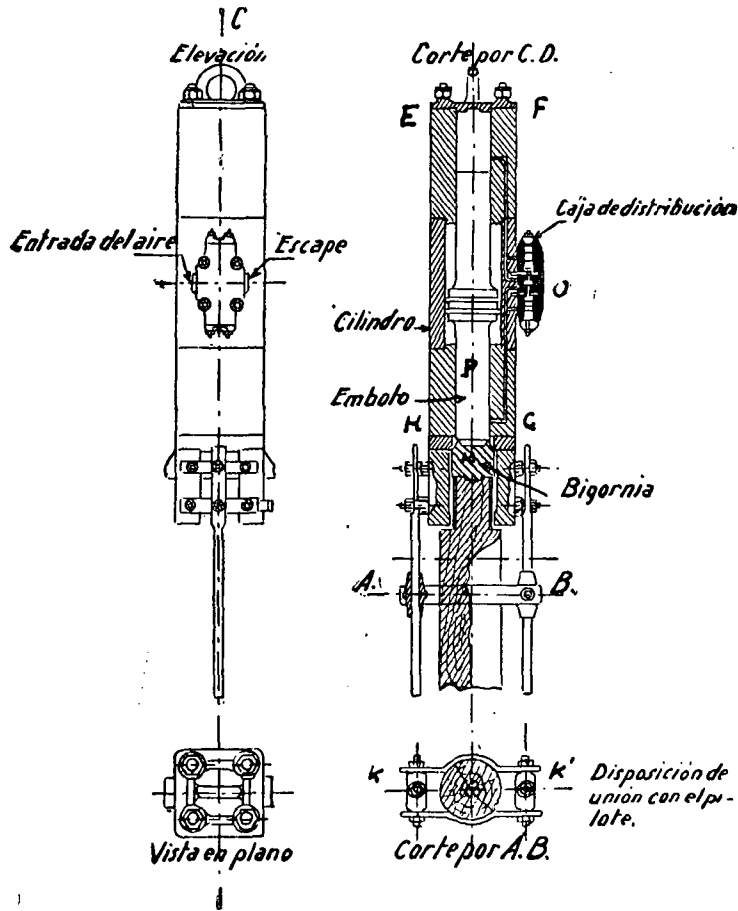


Fig. 1.

émbolo por medio de una caja de distribución *O*. El escape se produce en cada carrera, ascendente o descendente, por pequeños orificios que no están representados en la figura.

Las características del aparato son las siguientes:

Peso de conjunto, 750 kilos.

Idem del émbolo, 90 íd.

Idem de la bigornia, 50 íd.

Longitud, 1,45 metros.

Ancho, 0,283 id.

Espesor, 0,37 id.

Diámetro interior, 0,178 id.

Carrera del émbolo, 0,10 id.

Número de golpes por minuto, 260.

Las cabezas de los pilotes deben prepararse en forma de espiga, de 140 milímetros de largo por 105 de ancho. El martillo necesita para su funcionamiento 6.000 litros de aire, comprimido a seis atmósferas, por minuto.

Rendimiento del martinete de aire comprimido y comparación con el de los martinetes ordinarios.—Suponiendo un martinete ordinario cuya maza pese 320 kilos y que caiga de una altura de 1,50, la fuerza viva en el momento del choque con la cabeza del pilote, será:

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \times 2 g h = P h = 320 \times 1,50 = 480 \text{ kilogrametros.}$$

En el martillo de aire comprimido, el peso de la maza es de 90 kilos, la altura de caída 0,10, pero la velocidad real que posee es mayor que la correspondiente a la altura de caída, debido a la aceleración producida por la presión del aire.

Llamando P_1 a la presión por centímetro cuadrado y s a la sección sobre la que actúa el aire, la fuerza a que se encuentra sometido el émbolo es $f = P' \times P_1 s$, siendo P' su peso propio.

Teniendo en cuenta las dimensiones citadas y que el aire actúa solamente sobre la corona circular del émbolo, que deja libre el vástago, se tiene $s = 0,0154$ metros cuadrados.

La presión útil es, aproximadamente, 6 kilos por centímetro cuadrado y $f = 90 + 6 \cdot 154 = 1.014$ kilos.

Conociendo f , se conoce inmediatamente la aceleración debida a la presión, pues llamándola G , g , a la aceleración de la gravedad y m' la masa del émbolo, se tiene:

$$P' = m' g \quad f = m' G, \quad \text{de donde } \frac{f}{P'} = \frac{G}{g},$$

o sea

$$G = \frac{1.014 \cdot 9,8}{90} = 110,53 m''.$$

Como la velocidad inicial es nula, esta aceleración dará al final de un recorrido de 0,10 metros, una velocidad v que corresponderá a una altura libre de caída H , expresadas por las fórmulas

$$v = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 110,53 \times 0,10} \quad \text{y} \quad H = \frac{110,53 \times 0,10}{9,8} = 1,22 \text{ m.}$$

La fuerza viva del émbolo de aire comprimido, es por lo tanto la misma que la de una maza de 90 kilos que cayera libremente desde 1,22 metros de altura, o sea $90 \times 1,22 = 109,8$ kilográmetros.

Esta fuerza viva es aproximadamente la cuarta parte de la obtenida con un martinete ordinario, y poniéndonos en el caso desfavorable de que solamente fuese la sexta parte, tendríamos: que para obtener el mismo rechazo que el que corresponde a una andanada de 10 golpes con el martinete ordinario y maza de 320 kilos cayendo de 1,50 metros de altura, serían necesarios 60 golpes con el de aire comprimido.

El martillo neumático puede dar 260 golpes por minuto, pero aun reduciéndolos a 180 ó 200, resultará la andanada de 60, en 20 segundos.

El martinete ordinario no permite con un personal muy práctico más de 6 por minuto, o sea un trabajo de

$$480 \times 6 = 2.880 \text{ kilográmetros,}$$

el de aire comprimido en el mismo tiempo da 200 golpes, o sea, que desarrolla un trabajo de

$$109,8 \times 200 = 21960$$

siete veces mayor aproximadamente que el anterior.

Fórmulas empleadas para el cálculo del rechazo.

La fórmula usada corrientemente $h = PH : 10 F$, no es aplicable por suponerse en ella que el peso del pilote es, a lo más, los $\frac{2}{3}$ del de la maza, lo que no se verifica en general en los aparatos de aire comprimido. Veamos cuál es la que nos conviene en este caso. La expresión del

rechazo es $h = \frac{P^2 H}{6(p + P) F}$, donde h representa el rechazo con un coeficiente de seguridad igual a 6; P , el peso de la maza, igual en este caso a 90 kilos; p , el peso del pilote; F , la fuerza a soportar, y H , la altura libre de caída (1,22).

En la práctica no se hincan pilotes cuyo peso exceda de cinco veces el del martillo, y suponiendo este límite máximo, la fórmula anterior se convierte en

$$h = \frac{1,22}{6} \frac{P^2}{6 P F} = \frac{1,22}{6} \frac{P}{6 F}$$

y reemplazando P por su valor, se tiene $h = \frac{3,05}{F}$; despreciando las 5

centésimas del numerador, (lo que aumenta el coeficiente de seguridad), tendremos la fórmula $h = \frac{3}{F}$ que es la que se utiliza.

Para pilotos de peso menor puede aumentarse el rechazo. La fórmula anterior puede escribirse, $h = \frac{18}{(5 + 1) F}$, que es de la forma $\frac{18}{(n + 1) F}$, en la que n representa la relación entre el peso del pilote y el del martillo.

En consecuencia, si el peso del pilote no es más que tres veces el del aparato, la fórmula será

$$h = \frac{18}{4 F} = \frac{4,5}{F} \text{ o } h = \frac{4}{F}$$

redondeándola en beneficio de la resistencia.

Análogamente se obtendría, cuando el peso del pilote no pase de la mitad del que tenga el martillo, la fórmula $h = \frac{6}{F}$.

El uso de una u otra fórmula dependerá del peso que tengan los pilotos empleados.

La tabla siguiente nos da los rechazos que hay que alcanzar para los pesos de 3.000 a 10.000 kilos que ha de soportar cada pilote.

PESOS	Rechazo por andanada de 60 golpes $h = 60 \times 3/F$.
3.000	0,06 metros.
4.000	0,045 »
5.000	0,036 »
6.000	0,030 »
7.000	0,025 »
8.000	0,023 »
9.000	0,020 »
10.000	0,018 »

El martillo de aire comprimido puede ser suspendido del cable de un martinete cualquiera, pero para facilitar la maniobra, han ideado un aparato los oficiales de ingenieros del ejército francés, capitán Billiard y teniente Marchand, que permite la hincada de los pilotos, utilizando un puente de pontones existente y al que hay que substituir o la construcción de un nuevo puente partiendo desde la orilla.

El aparato que designan con el nombre de pórtico móvil para la hincada de pilotes por el aire comprimido (fig. 2) consiste en un entramado metálico que sostiene una viga doble I. *AB*, que sirve de carril a un

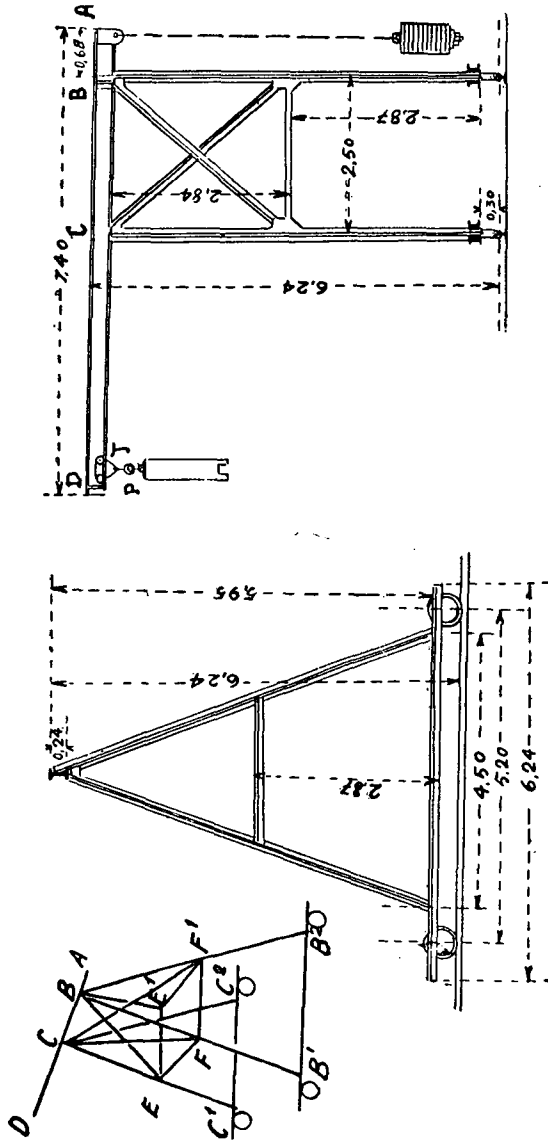


Fig. 2.

carro *T*, que rueda sobre sus alas y es accionado por una cadena sin fin que manda los desplazamientos transversales desde *D* hasta *C*. Del carro está suspendido, por intermedio de una polea diferencial *P*, el martillo,

que puede tener de esta manera desplazamientos verticales. La polea se puede accionar por aire comprimido. La viga está sostenida por dos

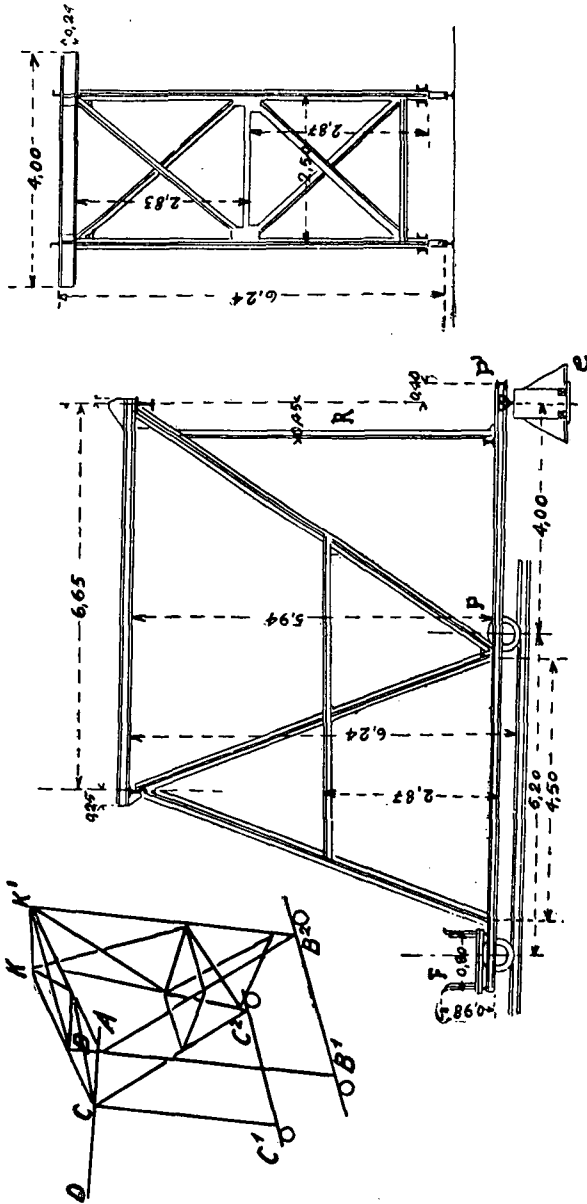


Fig. 8.

triángulos metálicos convenientemente arriostrados para obtener su rigidez.

Un contrapeso fijo en la parte posterior asegura el equilibrio del conjunto.

El aparato se monta sobre unos carriles que se tienden a lo largo del puente de servicio cuando este existe, quedando por debajo de él, espacio libre suficiente para no interrumpir el paso.

Si el puente se monta partiendo de una orilla avanzando desde ella, el pórtico se adiciona con el entramado que representa la figura 3. Un carro, al que se suspende el martillo, por intermedio de la polea diferencial, puede rodar a lo largo de la viga KK . Esta viga está colocada a la misma altura que la viga AB de la figura anterior y a una distancia horizontal de 4 metros de las roldanas B y C .

El arriostramiento está asegurado por cruces de San Andrés.

Para facilitar la maniobra de colocación de los pilotes se suspende un andamio e de las vigas P y P' que están sostenidas por las barras metálicas R .

Las cajas F , colocadas en la parte posterior, sirven para lastrar el pórtico. El aparato es desmontable y las piezas en que se fracciona pueden ser fácilmente manejadas a brazo. El montaje, con un personal instruido, puede hacerse en dos horas.

Un equipo de hincas de pilotes por aire comprimido, transporta todo su material en tres carruajes: el primero, carro compresor, se compone de un tractor, transporte del personal, y un remolque para el compresor y su motor; el segundo, de un tractor para el personal, pequeña herramienta y tubería, y un remolque de dos ruedas para el pórtico, martillo y accesorios diversos.

Para obtener el máximo rendimiento, a cada equipo acompaña un surtido de herramientas, accionadas por el aire comprimido, que simplifican todas las operaciones accesorias de carpintería. Estas herramientas son principalmente taladros, formones y sierras circulares, cuya descripción sumaria hacemos a continuación.

Taladros.—El movimiento de rotación (fig. 4) se obtiene por dos parejas de émbolos PP_1 y $P'P'_1$, que obran alternativamente sobre el berbiquí V .

La admisión y el escape de aire están regladas por la rotación alrededor de su eje de dos válvulas cilíndricas A y A' , que se accionan por las excéntricas E y E' , puestas en movimiento por el árbol motor.

El peso del aparato es de 5,5 kilos, consumiendo 600 litros de aire por minuto; el número de vueltas por minuto es de 1.500 y la presión necesaria, 6 kilos.

Con esta herramienta se pueden hacer en la madera orificios de 80 centímetros de largo y 25 milímetros de diámetro.

Adaptando al aparato un útil especial que dé a la entrada de los orificios la forma de la cabeza de los tirafondos, se obtiene una gran rapidez en la construcción del tablero.

Formón.—El aparato representado en la figura 5 funciona de la manera siguiente: El aire comprimido penetra en la cámara *A*, por la maniobra de la válvula *B*, alojada en la empuñadura del aparato; de la

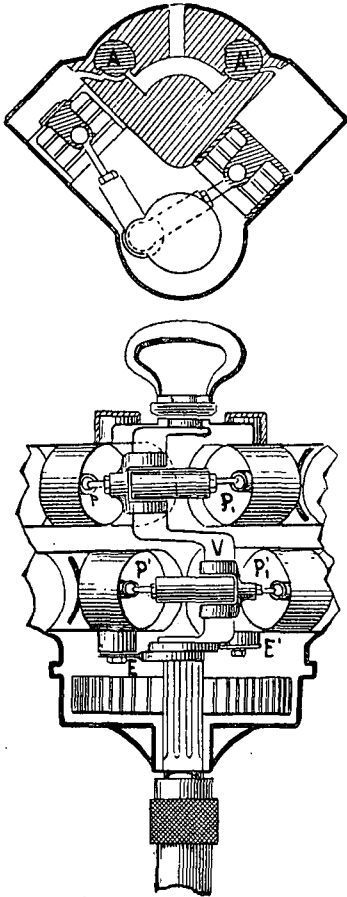


Fig. 4.

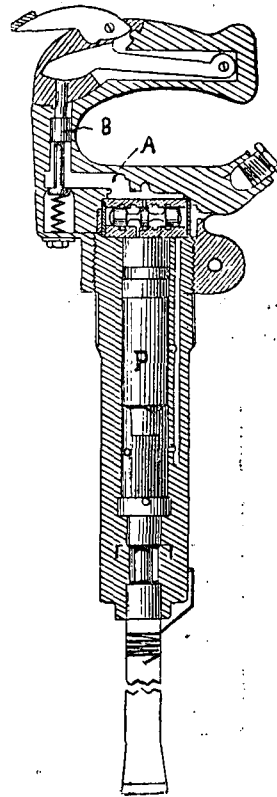


Fig. 5.

cámara pasa al distribuidor y de éste al cilindro, donde obra alternativamente sobre las caras del émbolo *P*, produciendo percusiones sucesivas sobre el útil propiamente dicho.

La carrera del émbolo es de 152 milímetros, el aparato pesa 7 kilos y consume 500 litros por minuto.

Sierra.—Se emplea con ventaja (fig. 6) para el enrase de las cabezas de los pilotes una vez terminada la hinca. Consiste en una sierra circular, de 0,40 metros de diámetro, accionada por un aparato, como el

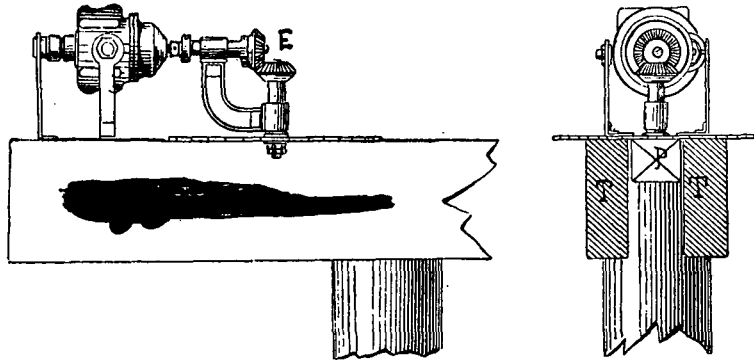


Fig. 6.

que se ha descrito en el taladro, transmitiéndose el movimiento por intermedio de un engranaje cónico *E*, que permite su funcionamiento en

un plano horizontal y reduce al mínimo el volumen ocupado. El aparato se guía por el listón *P*, fijo al mismo, que resbala entre los tablonces *T*, ligados a los pilotes.

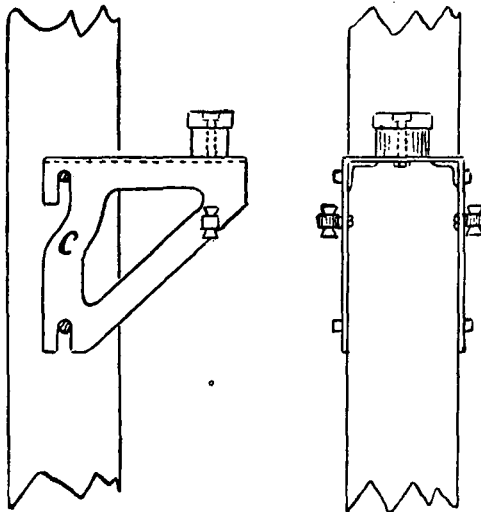


Fig. 7.

Las características son: peso, 20 kilos; consumo por minuto, 600 litros; presión necesaria, 6 kilos; número de vueltas por minuto, 1.500

Hinca de pilotes de gran longitud.—El pórtico que se ha descrito, no puede emplearse para la hinca directa, cuando los pilotes sean de tal longitud que sus cabezas, una vez presentadas,

queden más altas que el martillo; en este caso, la primera parte de la hinca se hace utilizando una consola (fig. 7), sujeta a dos pernos, que

atraviesa el pilote a la altura deseada. Esta consola puede ser elevada varias veces cuando el pilote tiene una gran longitud.

Para la maniobra del martillo hincapilotes, establecimiento del pórtico o andamiaje para suspenderlo, manejo del grupo compresor y montaje y entretenimiento de la conducción, son precisos una clase y diez hombres.

Aparte de las ventajas que hemos enumerado, la hinca de pilotes inclinados que para los demás tipos de martinets es difícil, no presenta ninguna dificultad con el de aire comprimido.

El material de aire comprimido comenzó a emplearse en el Ejército francés en octubre del

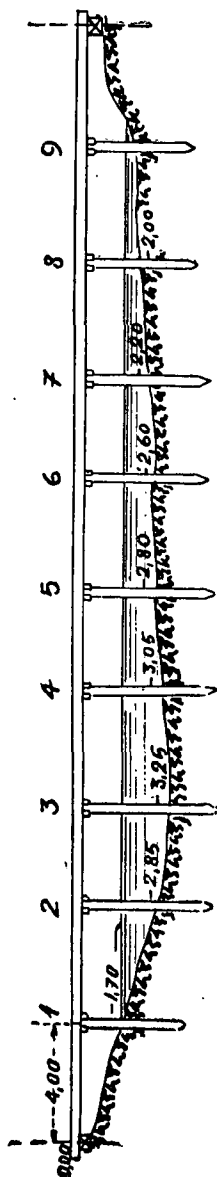


Fig. 8.

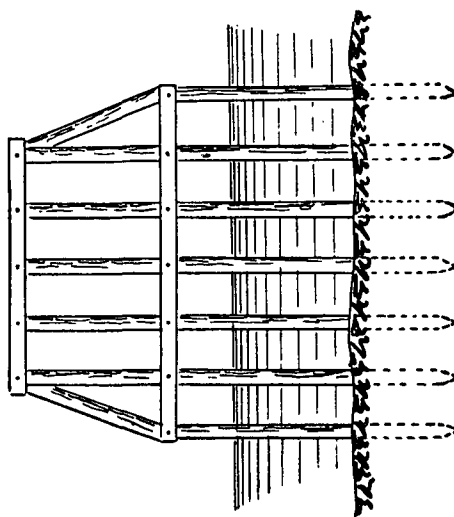


Fig. 9.

año 1917, y para formarse idea del rendimiento que de él puede esperarse, citamos a continuación algunos casos concretos en que se ha utilizado:

Puente de Aulnay (9 de octubre de 1917) (figura 8).

El objeto del puente era substituir a otro construido con material reglamentario de pontones, de manera que el nuevo permitiera el paso de la artillería pesada, no interrumpiendo el paso por el ya establecido.

Las características del nuevo puente eran:
Longitud, 40 metros.

10 tramos de 4 metros de luz.

Velocidad de la corriente (Marne), 1 metro por segundo.

Naturaleza del fondo.—Grava calcárea hasta 1,50 metros de profundidad, después cretáceo.

Longitud de los pilotes.—Variable desde 4,20 hasta 5,75 metros.

La parte de pilote hincada en tierra, variaba de 1,80 a 2,30 metros; la altura del tablero por encima del agua, 1,70 metros.

El puente se calculó para el paso de carruajes de 7 toneladas, 5 sobre un eje.

Se empleó en la construcción, una compañía de Ingenieros y el personal del equipo neumático.

Duración del trabajo.—Instalación del grupo compresor, de la conducción, montaje del pórtico y construcción de los accesos y cuerpos muertos, tres horas.

Construcción del puente propiamente dicho, seis horas cuarenta y cinco minutos.

Total de tiempo empleado, nueve horas y cuarenta y cinco minutos.

Para la construcción de este puente se utilizó el existente, montándose el pórtico en la disposición indicada en la figura 2, para la hinca lateral.

La figura 8 indica la organización de cada pila.

Puente de Soissons (diciembre de 1917):

Objeto.—Construir en las proximidades de Soissons un puente para descongestionar la circulación en otros existentes.

Características.—Se situó en la prolongación de dos grandes calles para hacer los accesos fáciles y permitir una circulación cómoda.

El trabajo comprendía: paso del canal de la Crise (fig. 10) y terrenos

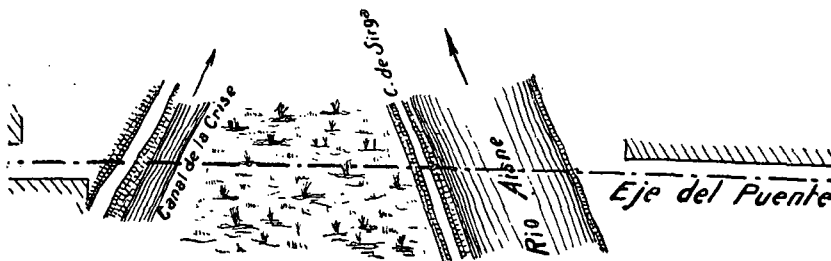


Fig. 10.

pantanosos comprendidos entre éste y el Aisne, lo que obligó al establecimiento de 27 pilas de pilotes; los pilotes variaron en longitud de 7 a 9 metros, con una hinca media de 3; el tablero de esta parte elevado sobre

el terreno, 3,80 metros. Paso del camino de sirga y del río Aisne, que se presenta oblicuamente a la dirección del puente. En este último hubo que organizar, para no interrumpir la navegación, un paso marineró de 8 metros de luz.

La longitud total del puente, 178,80 metros.

Velocidad de la corriente en el Aisne, 1,50 metros.

Naturaleza del fondo.—Grava compacta.

Pilotes de longitud variable de 6 a 11 metros, hincados, por término medio, 2 metros.

Altura del tablero sobre el nivel del agua en la fecha de la construcción, 4,28 metros.

Se tomó como base del cálculo el carruaje de 10 toneladas, 7 sobre un eje.

La construcción se efectuó por el método de avance, partiendo de una orilla, empleando el personal de dos compañías de Ingenieros, y el perteneciente al equipo neumático. A continuación se expresa el tiempo empleado:

Instalación del compresor, tuberías y montaje del pórtico, 6 horas.

Construcción del puente sobre el canal de la Crise y terrenos pantanosos, 34 horas.

Construcción del puente sobre el Aisne, 42 horas.

Terminación del puente, construcción del paso marineró y traslado del pórtico a sus distintos puntos de trabajo, 50 horas.

Total, 132 horas.

Las compañías de Ingenieros se relevaban cada 6 horas, de modo que el personal empleado fué una compañía de maniobra (6 oficiales, 15 clases y 160 hombres) durante 132 horas.

Durante la construcción del puente, los aviones enemigos volaron repetidas veces sobre él, retardándola en 5 horas. Para los trabajos nocturnos, los talleres se alumbraron con reflectores, tomando las precauciones necesarias para que el haz de luz no los denunciara a la observación contraria.

Para la defensa contra los choques en el paso marineró, se estableció una estacada-guía, de pilotes, que se hincaron montando el pórtico sobre una compuerta de material reglamentario de puentes.

El tiempo relativamente grande empleado en la construcción de este puente, fué debido a las siguientes causas:

1.^a Averías diversas en el grupo compresor, entre ellas, rotura del árbol del aero-refrigerador. Estas averías hicieron perder 8 horas.

2.^a La estación (mes de diciembre) hacía que el tiempo fuese húmedo y frío, y el agua de condensación del vapor de la atmósfera que se acu-

mulaba sobre el depósito de aire comprimido y las tuberías de conducción, era frecuentemente arrastrada, y congelándose en los orificios de escape, del martillo y útiles, los obstruían provocando la suspensión del trabajo repetidas veces. Este inconveniente se obvió con purgas frecuentes en las cañerías.

3.^a Estando el pórtico móvil organizado para la hinca de pilotes en dirección perpendicular al eje del puente, fué necesario modificarlo con medios de fortuna para la hinca de las pilas del Aisne que se presentaban en dirección oblicua. Esta operación, bastante delicada, teniendo en cuenta el peso del martillo (700 kilos), retardó considerablemente el establecimiento del puente (2,15 horas por pila).

Puente de Recy-Fagnieres (enero de 1918).

Características. (Fig. 11).—Las obras necesarias para salvar el obstáculo, son: En el terraplén entre el canal lateral del Marne y este río, un

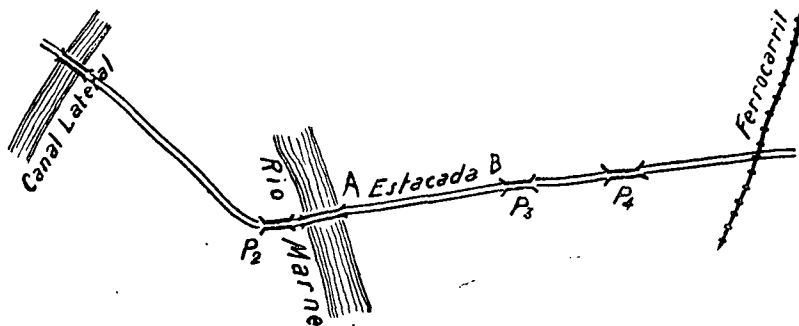


Fig. 11.

puente P_2 , de descarga, de 20 metros de longitud; al Este del Marne, una estacada AB de 249; entre la estacada y el paso del ferrocarril en el terraplén BC , dos puentes de descarga P_3 y P_4 , de 23 metros cada uno.

En total, la longitud del puente, 315 metros.

La resistencia del puente, para carruajes de 10 toneladas.

Altura sobre las más altas aguas, 0,50 metros.

Longitud de los pilotes, entre 5 y 6 metros, hincados 3,50 por término medio.

El terreno, blando, de aluvi6n.

El personal empleado fué una compaa de Ingenieros y el equipo del material neumático.

El tiempo invertido en la construcci6n se distribuye de la siguiente manera:

Montaje del material neumático en A , 6 horas.

- Construcción de la estacada $A B$, 152 horas.
 Transporte del pórtico montado a P_2 y construcción de este puente, 32 horas.
 Desmontaje del pórtico, traslado a P_3 y nuevo montaje, 12 horas.
 Construcción de P_3 , 24 horas.
 Transporte del pórtico montado a P_4 y construcción de este puente, 28 horas.

Resulta en total una compañía trabajando durante 248 horas.

Durante los trabajos sobrevino una importante crecida del Marne que retardó algo las operaciones de aprovisionamiento de material.

Puente de Epernay (9 mayo de 1918) (fig. 12).

La característica esencial de este puente es la gran longitud de los pilotes empleados (de 7 a 14 metros) y la necesidad de una hinca profun-

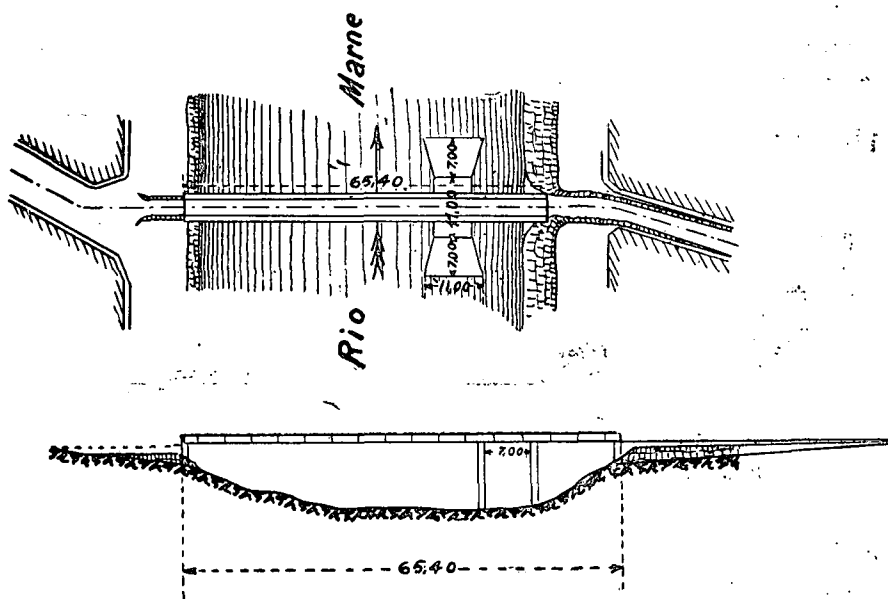


Fig. 12.

da (hasta 6) por la naturaleza blanda del terreno. La longitud total del puente es de 65,40 y hubo necesidad de hacer un tramo de 7 metros de luz para permitir la navegación. La altura del tablero sobre las aguas más altas es de 3,80.

La construcción la llevó a cabo una compañía de Ingenieros auxiliada por una sección de pontoneros y el personal afecto al equipo neumático.

El puente se construyó en 51 horas (5 días de trabajo a razón de 10 horas diarias).

Este puente fué terminado el mismo día que comenzó la gran ofensiva alemana entre Soissons y Reims y prestó servicios extraordinarios. El paso marítimo no fué construido por haberse interrumpido la navegación sobre el Marne.

La sección de pontoneros prestó muy buenos servicios en la hincada de los pilotes de gran longitud, auxiliando en la presentación de los mismos por medio de una compuerta.

La aviación enemiga entorpeció los trabajos repetidas veces, haciendo perder unas 5 horas.

Embarcadero de Maltournée.—En el puerto de Maltournée, 2 kilómetros al S. E. de Chalons, se construyó, haciendo uso del martillo neumático, en junio de 1918, un muelle capaz de una grúa de 20 toneladas para desembarcar el material transportado por vía marítima, de un depósito de retaguardia. Las características del muelle son: longitud, 20 metros, anchura, 4.

La organización del muelle consiste (figs. 13, 14 y 15) en tres filas de pilotes, paralelas a la orilla y distantes una de otra 2 metros; los pilotes

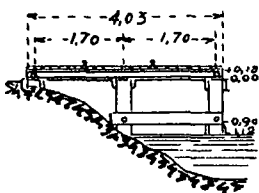


Fig. 13.

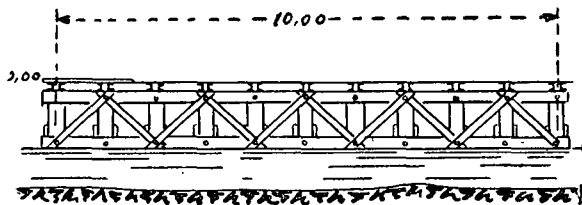


Fig. 14.

están separados 1 metro. Los que se utilizaron tenían una longitud de 4 metros y la hincada se hizo para que cada uno soportase 10 toneladas. El terreno, cretáceo, duro.

El personal empleado fué el perteneciente al destacamento del equipo neumático y 10 trabajadores, tardándose 28 horas en la construcción.

Como consecuencia de lo expuesto anteriormente, resulta que el material neumático permite el establecimiento rápido de puentes para pesos grandes, puede adaptarse a los diferentes procedimientos de construcción y resolver los casos más variados que pueden presentarse en campaña. El procedimiento del puente de servicio (puente de Aulnay) es interesante, especialmente por permitir la substitución de un puente de material re-

glamentario, sin interrumpir la circulación por él, haciendo posible que la artillería gruesa pueda llegar rápidamente al campo de batalla.

El método de avance habrá de emplearse cuando el tablero tenga una gran altura sobre el nivel del agua y cuando se trate de salvar una cortadura seca que no permita el empleo de soportes flotantes.

Cualquiera que sea el procedimiento que se adopte hay que tener en cuenta que siendo el material neumático de gran rendimiento, necesita, si se ha de sacar del mismo el mayor partido posible, que los aprovisiona-

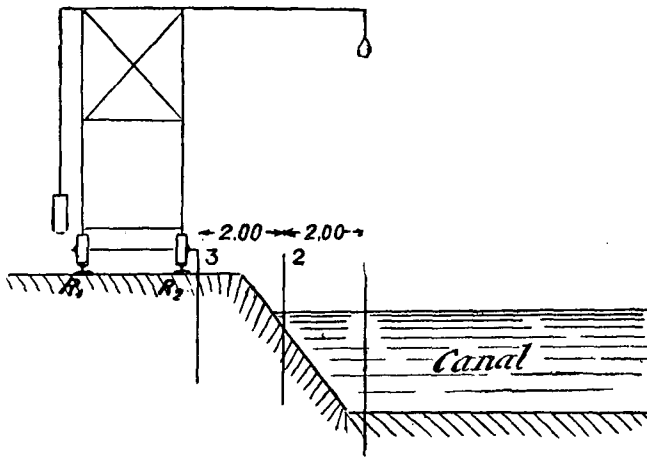


Fig. 15.

mientos de material estén a pie de obra en cantidad suficiente para no tener que interrumpir el trabajo y que los depósitos de material de Ingenieros estén provistos del necesario en cuantía proporcionada a la naturaleza de los cursos de agua que puedan presentarse en la marcha de la unidad a que pertenezcan, teniendo para mayor sencillez aparcado el material en lotes, de modo que cada uno corresponda a la carga de un camión.

Los datos que han servido de base para la redacción de este artículo han sido tomados del *Manuel de construction des ponts de pilots pour poids lourds* (edición de 1918) y del *Bulletin de renseignements du Genie*.

ENRIQUE ADRADOS.



EL CALCULO GRAFICO COMO AUXILIAR DEL HORMIGON ARMADO

La determinación del eje neutro, momento flector y momento de inercia, son los elementos base para descubrir en una pieza de hormigón armado, la distribución de esfuerzos en la misma, que permite calcular las secciones de los elementos que la componen. En las piezas de sección corriente (U, T, I, □) se determinan mediante las fórmulas en uso para el cálculo de las piezas de hormigón armado, que no son aplicables cuando se trata de secciones de forma cualquiera, tengan o no ejes de simetría. En éstas constituye el cálculo gráfico un poderoso auxiliar, que permite determinar, con suma sencillez, los elementos indispensables para su cálculo, si bien con la aproximación que supone siempre el empleo de un método sujeto a la imperfección, tanto de los sentidos cuanto de los elementos de dibujo que hayan de utilizarse. Como preliminar indispensable, hemos de recordar algunas propiedades de los polígonos funiculares y de fuerzas que son la base de la aplicación de los métodos que vamos a exponer.

Supongamos que hacemos referencia al sistema de fuerzas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, cuyo polígono funicular está representado en la figura 1. Tomemos el eje X, paralelo a las líneas de acción de las fuerzas, que será tomado como eje de momentos de éstas. Se deduce a la simple inspección de las figuras, dado el paralelismo entre los rayos del polígono de fuerzas ($L-L_1-L_2\dots$) y los lados del polígono funicular ($L'-L'_1-L'_2\dots$) que originan triángulos semejantes, las siguientes proporciones:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{1}{d} = \frac{m n}{D_1} \quad \triangleright \quad 1 \times D_1 = m n \times d \\ \frac{2}{d} = \frac{n p}{D_2} \quad \triangleright \quad 2 \times D_2 = n p \times d \\ \frac{3}{d} = \frac{p q}{D_3} \quad \triangleright \quad 3 \times D_3 = p q \times d \\ \frac{4}{d} = \frac{q r}{D_4} \quad \triangleright \quad 4 \times D_4 = q r \times d \\ \frac{5}{d} = \frac{r s}{D_5} \quad \triangleright \quad 5 \times D_5 = r s \times d \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1 \times D_1 + 2 \times D_2 + 3 \times D_3 + \\ + 4 \times D_4 + 5 \times D_5 = (m n + \\ + n p + p q + q r + r s) \times d. \\ 1 \times D_1 + 2 \times D_2 + 3 \times D_3 + \\ + 4 \times D_4 + 5 \times D_5 = m s \times d. \end{array}$$

El primer miembro de esta igualdad representa la suma de momen-

tos con respecto al eje X de las fuerzas situadas a su izquierda, con lo que podría expresarse

$$M_X (1-2-3-4-5) = m s \times d$$

se vería análogamente que

$$M_X (6-7-8) = t s \times d$$

y restando miembro a miembro

$$M_X (1-2-3-4-5) - M_X (6-7-8) = m t \times d.$$

Estas relaciones nos permiten hallar gráficamente con respecto a un eje paralelo a la línea de acción de fuerzas paralelas, tanto la suma de

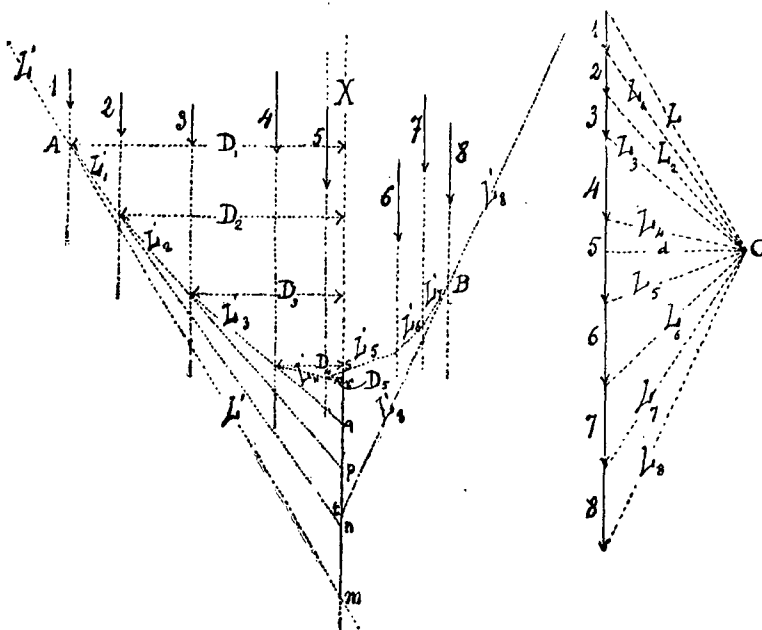


Fig. 1.

momentos con respecto a él de las fuerzas que quedan a uno de sus lados, como la diferencia de momentos con respecto al mismo de las que quedan a un lado y otro del referido eje, lo que es de una gran aplicación para el momento estático (que luego definiremos) de conocimiento previo a la determinación del eje neutro.

De la primera de las igualdades antes escritas

$$1 \times D_1 = m n \times d$$

se deduce, después de multiplicar sus dos miembros por D_1 .

$$1 \times D_1^2 = m n \times D_1 \times d;$$

$m n \times D_1$ representa el doble del área del triángulo formado por los lados L' , L'_1 y $m n$ del polígono funicular, con lo que la igualdad anterior podrá escribirse

$$1 \times D_1^2 = 2 \times (\text{área del triángulo } L' - L'_1 - m n) \times d$$

y haciendo análogas transformaciones con las demás

$$\left. \begin{aligned} 1 \times D_1^2 &= 2 \times (\text{área del triángulo } L' - L'_1 - m n). \\ 2 \times D_2^2 &= n p \times D_2 \times d \} \\ 3 \times D_3^2 &= p q \times D_3 \times d \} \\ 4 \times D_4^2 &= q r \times D_4 \times d \} \\ 5 \times D_5^2 &= r s \times D_5 \times d \} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} 2 \times D_2^2 &= 2 \times (\text{área del triángulo } L'_1 - L'_2 - n p) \times d. \\ 3 \times D_3^2 &= 2 \times (\text{área del triángulo } L'_2 - L'_3 - p q) \times d. \\ 4 \times D_4^2 &= 2 \times (\text{área del triángulo } L'_3 - L'_4 - q r) \times d. \\ 5 \times D_5^2 &= 2 \times (\text{área del triángulo } L'_4 - L'_5 - r s) \times d. \end{aligned}$$

que sumadas, dan:

$$1 \times D_1^2 + 2 \times D_2^2 + 3 \times D_3^2 + 4 \times D_4^2 + 5 \times D_5^2 = 2 \times \text{área } A m s A \times d;$$

de una manera análoga

$$6 \times D_6^2 + 7 \times D_7^2 + 8 \times D_8^2 = 2 \times \text{área } B t s B \times d;$$

sumadas las dos últimas tendremos

$$\Sigma (F \times D^2_F) = 2 \times \text{área } A m n B s A \times d$$

que expresa la suma de los productos de las fuerzas por los cuadrados de sus distancias a un eje paralelo, incluidas las que están a ambos lados de él. Esta consecuencia nos permite determinar el momento de inercia,

que, como es sabido, representa la suma de los productos de las áreas (de una superficie) por los cuadrados de sus distancias al eje, expresión que en el terreno finito se indica por $I_x = \Sigma (s \times r^2)$ y considerando que las áreas elementales s se representen (en escala convencional) por fuerzas, la determinación de I_x será un caso particular de la aplicación anterior, con lo que llegaremos a su determinación por el procedimiento gráfico descrito, valor que precisa conocer para llegar a obtener la situación del eje neutro.

Flexión simple.—Se denomina así, cuando la actuación de las fuer-

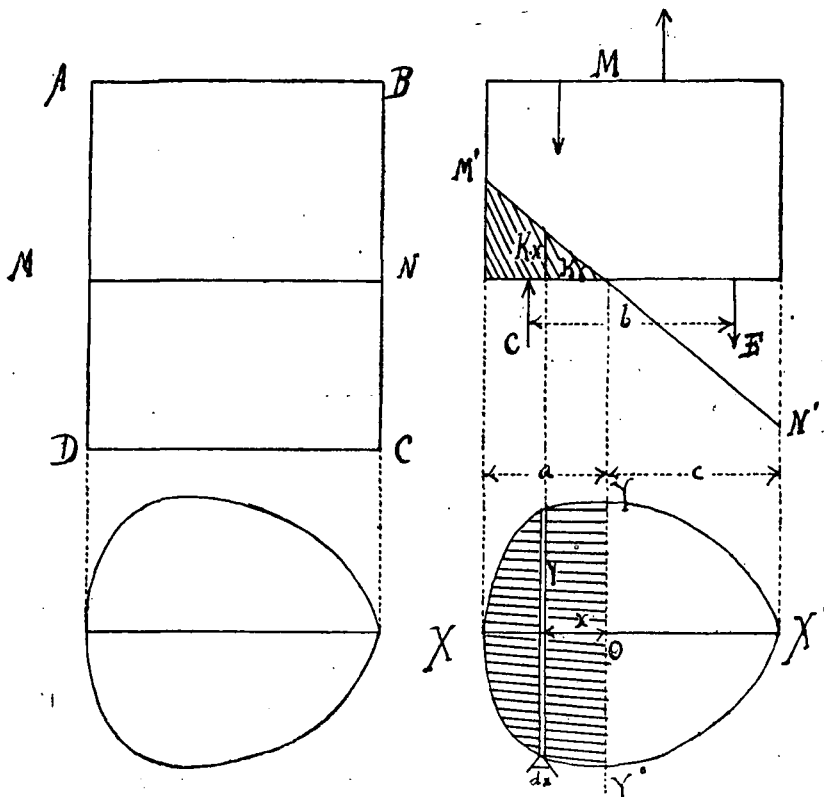


Fig. 2.

zas exteriores queda reducida a un momento flector que designaremos por M .

Haciendo referencia al cuerpo y sección transversal representados en la figura 2 sometido al momento flector M , supongamos aquél cortado por la sección MN , o sea, prescindamos de la parte inferior del mismo,

en sustitución de la cual se introducen las fuerzas C y E que representan la acción de la parte suprimida del cuerpo sobre la que se conserva, o sea las compresiones y extensiones que antes se desarrollaban en su interior y ahora pasan a ser fuerzas exteriores aplicadas a sus respectivos centros de presión, las que se obtienen por la reunión de las presiones elementales en los diferentes puntos de la sección transversal, determinadas por las ordenadas de la recta $M' N'$ con respecto a la $M N$.

El equilibrio del trozo de cuerpo conservado exige, por lo que respecta a la traslación

$$C = E,$$

y por lo que a rotación se refiere

$$M = C \cdot b.$$

La compresión resultante C es la suma de las compresiones elementales en fajas de anchura diferencial paralelas al eje neutro, cuya resultante es

$$C = \int_{x=0}^{x=a} 2y \cdot dx \cdot kx$$

siendo $y = f(x)$ la ecuación que representa la curva $X Y X'$ en el sistema $X Y$, y k la tangente trigonométrica del ángulo $M' b N$.

Del mismo modo, tendremos

$$E = \int_{x=0}^{x=-c} 2y \cdot dx \cdot kx (*);$$

la igualdad de estas expresiones, teniendo presente que es constante el factor k , se convierte en

$$\int_{x=0}^{x=a} (2y \cdot dx) \cdot x = \int_{x=0}^{x=-c} (2y \cdot dx) \cdot x, \quad [1]$$

la cual expresa que en la sección transversal cada uno de los dos trozos en que la divide el eje $Y Y'$, tienen iguales los productos de sus áreas por las distancias que las separan de dicho eje. Ello quiere decir que el eje neutro $Y Y'$ pasa por el centro de gravedad de la sección transversal, ya que el área elemental

$$2y \cdot dx$$

(*) En una y otra fórmula se toma para y el valor positivo únicamente, supuesta la simetría de la curva con respecto al eje $X X'$

multiplicada por la altura constante h del sólido y por δ peso de la unidad de volumen del mismo

$$(2y \cdot dx) \cdot h \cdot \delta$$

origina un peso elemental, que tiene por momento con respecto a $Y Y'$

$$(2y \cdot dx) \cdot h \cdot \delta \cdot x$$

siendo

$$\int_{x=0}^{x=a} (2y \cdot dx) \cdot h \cdot \delta \cdot x \quad \text{o su igual} \quad h \cdot \delta \int_{x=0}^{x=a} (2y \cdot dx) \cdot x$$

la suma de momentos con respecto a $Y Y'$ de los pesos elementales situados a su izquierda y análogamente

$$h \cdot \delta \cdot \int_{x=0}^{x=-c} (2y \cdot dx) \cdot x$$

la suma de momentos con respecto al mismo eje de los pesos situados

a su derecha, expresiones cuya igualdad demuestra [1]; existiendo, por consiguiente, equilibrio de pesos con respecto a $Y Y'$, este eje ha de pasar por el centro de gravedad. Esta es, por otra parte, la razón de extender la definición de centro de gravedad a las superficies planas, consideradas como secciones de cuerpos sólidos, ya que sin este precedente no tendría razón de ser tal definición motivada por los cuerpos pesados.

Con estos antecedentes pasemos a la exposición del método, que supondremos aplicado a un sólido, sometido a flexión simple de sección transversal representada en la figura 3 y armado en compresión que es el caso más general. La definición de centro de gravedad, extendida a las superficies, hace suponer que la sección transversal que se considere, ha de provenir de un sólido homogéneo, en lo que se convertirá de no serlo, reemplazando las superficies por otras equivalentes desde el punto de vista de la rigidez, utilizando los coeficientes de elasticidad con respecto al del hormigón, que es la materia-tipo para esta clase de cálculos. La expresión diferencial del área $2y \cdot dx$ utilizada en el cálculo, se sustituye aquí por la elemental $2y \cdot (\Delta x)$, ya que al materializar el área para operar con ella, es preciso valerse de un elemento finito que lo haremos todo lo pequeño que permitan los instrumentos empleados y el grado de aproximación que se pretenda alcanzar; así que refiriéndonos a la figura citada, trocearemos el área de la sección transversal por per-

pendiculares al eje de simetría XX' que es a su vez perpendicular al plano de flexión. Se calculan estas áreas elementales con un grado de aproximación en consonancia con el límite de error final que se quiera asegurar. Las áreas de las armaduras situadas en la zona extendida se multiplicarán por m (relación del coeficiente de elasticidad de las mismas al de la materia tipo), con lo que se obtendrá s_1 y s_2 . Las armaduras

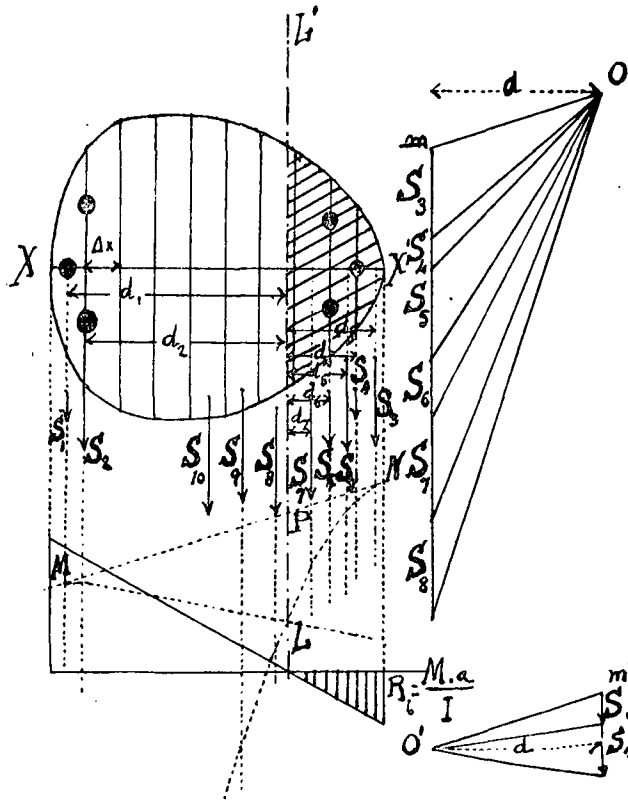


Fig. 3.

de la zona comprimida se multiplicarán por $m - 1$, dándonos así s_4 y s_6 ; las s_3, s_5, s_7 y s_8 , se obtendrán superficiando las correspondientes fajas de sección transversal que representan; unas y otras se suponen aplicadas al centro de gravedad de la superficie respectiva. Formaremos dos polígonos de fuerzas O y O' que tengan igual distancia polar d y lados iniciales Om y $O'm'$, que sean paralelos, el primero comprensivo de todas las situadas del lado de la zona comprimida y el segundo de las que abarca la zona extendida, excepción hecha del hormigón, que por pres-

cindirse de él en el trabajo a la extensión, no entra en cuenta. Se traza el polígono funicular correspondiente a O como en la figura está indicado, y sobre el primer lado del mismo el correspondiente a O' que es factible, por tener paralelos sus lados iniciales. Si por el punto L de encuentro de ambos se traza una paralela LL' a la línea de acción de las fuerzas, será el eje neutro, ya que según hemos demostrado

$$s_1 \times d_1 + s_2 \times d_2 = LP \times d$$

y

$$s_3 \times d_3 + s_4 \times d_4 + s_5 \times d_5 + s_6 \times d_6 + s_7 \times d_7 = LP \times d,$$

que prueban: la suma de momentos con respecto a LL' de las áreas situadas a su izquierda es igual a la suma de momentos con respecto al mismo de las situadas a su derecha, o sea que este eje pasa por el centro de gravedad de la sección y es, por tanto, su eje neutro. Para que no hubiera error en esta afirmación (prescindiendo de los que ya se hayan cometido) precisaría que el eje obtenido coincidiera con una línea de separación de las áreas elementales, lo que no ocurre precisamente en la figura, y para reducir esta causa de error convendría multiplicar en lo posible el número de áreas elementales.

El momento de inercia de la sección transversal obtenido, es

$$I = 2 \times \text{área } M L N M \times d,$$

que una vez determinado en la figura nos permite calcular

$$R_b = \frac{M \cdot a}{I},$$

siendo M el momento flector en la sección a que hacemos referencia, en la cual la distancia al eje neutro de la fibra comprimida más alejada se representa por a , siendo I el momento de inercia con respecto a dicho eje neutro de la sección transversal que se considere, en la que R_b representa el coeficiente de trabajo de la fibra de la zona comprimida más alejada del eje neutro. Con todo ello se dispone de los elementos suficientes para proceder a la determinación de los componentes de la pieza en cuestión, o si ésta fuera conocida a determinar sus condiciones de trabajo.

Flexión compuesta.—Se produce por la acción conjunta de una flexión y un esfuerzo, o bien por una acción excéntrica, que es el caso corriente en la práctica, la cual, al no pasar por el centro de gravedad origina flexión y esfuerzo. Consideremos el caso más general de que en la sección transversal se desarrollen compresiones y extensiones, lo que supondre-

mos aplicado al cuerpo cilíndrico (fig. 4) en equilibrio bajo la acción ex-céntrica N y reacción del apoyo N' , cuerpo que vamos a suponer cortado por la sección AB después de prescindir de la parte inferior del mismo, lo que no alterará el equilibrio siempre que introduzcamos las fuer-

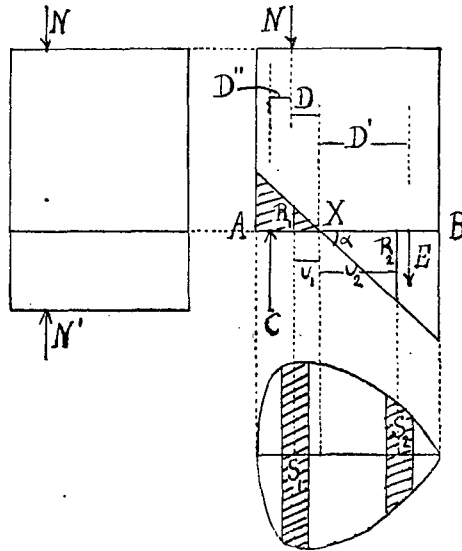


Fig. 4.

zas C y E de compresión y extensión, respectivamente, que reemplazan la acción que la parte suprimida realizaba sobre la conservada. Una de las ecuaciones de equilibrio será

$$N - C + E = 0 \quad \text{o} \quad N = C - E;$$

la otra se obtendrá tomando momentos con relación al eje neutro X perpendicular al plano de flexión.

$$N \cdot D - C \cdot D'' - E \cdot D' = 0.$$

La primera ecuación de equilibrio nos indica que en este caso el eje neutro no pasa por el centro de gravedad de la sección, ya que el cumplimiento de esta condición exige

$$C - E = 0 \quad \text{o bien} \quad C = E$$

que no se verifica por tener aquí lugar la relación $C - E = N$.

De la misma figura 4 se deduce

$$C = \Sigma (R_1 \cdot s_1) = \Sigma \left(\frac{R_1}{v_1} \cdot s_1 \cdot v_1 \right) = \frac{R_1}{v_1} \Sigma (s_1 \cdot v_1)$$

tomando un área elemental s_1 sobre la que se desarrolla una compresión $R_1 \cdot s_1$ y la suma de todas es la compresión total C . No se altera esta compresión elemental multiplicándola y dividiéndola por la distancia v_1 al eje neutro y tampoco variará la suma de términos análogos sacando fuera de ella como factor la cantidad constante $\frac{R_1}{v_1} = \text{tang. } \alpha$.

Análogamente tendremos para la zona extendida,

$$E = \Sigma (R_2 \cdot s_2) = \Sigma \left(\frac{R_2}{v_2} \cdot s_2 \cdot v_2 \right) = \frac{R_2}{v_2} \Sigma (s_2 \cdot v_2),$$

y puestos que $N = C - E$, tendremos

$$N = \frac{R_1}{v_1} \Sigma (s_1 \cdot v_1) - \frac{R_2}{v_2} \Sigma (s_2 \cdot v_2) = (\text{tang. } \alpha) [\Sigma (s_1 \cdot v_1) - \Sigma (s_2 \cdot v_2)].$$

El paréntesis anterior, indica la diferencia entre los momentos (con respecto al eje X) de las áreas elementales situadas a uno y otro lado del mismo, que en la práctica se le denomina momento estático, ya que su valor nulo indica el equilibrio estático de un cuerpo ponderable por no tener tendencia alguna al giro, sometido, claro está, a la acción única de su peso; si lo representaremos por M_e , será

$$N = M_e \text{ tang. } \alpha \quad [2]$$

Para desarrollar la segunda ecuación de equilibrio

$$N \cdot D - C \cdot D'' - E \cdot D' = 0,$$

o bien

$$N \cdot D = C \cdot D'' + E \cdot D' \quad [3]$$

veremos en la misma figura que

$$C \cdot D'' = \Sigma [(R_1 \cdot s_1) \cdot v_1] = \Sigma \left(\frac{R_1}{v_1} \cdot s_1 \cdot v_1^2 \right) = \frac{R_1}{v_1} \cdot \Sigma (s_1 \cdot v_1^2)$$

puesto que el momento de la resultante C es igual a la suma de momentos de sus componentes elementales $R_1 \cdot s_1$, tomadas con relación al mismo eje X , y que además se puede multiplicar y dividir por la misma cantidad v_1 , así como sacar fuera del signo Σ el factor constante

$$\frac{R_1}{v_1} = \text{tang. } \alpha.$$

De la misma manera

$$E \cdot D' = \Sigma [(R_2 s_2) \cdot v_2] = \Sigma \left(\frac{R_2}{v_2} \cdot s_2 \cdot v_2^2 \right) = \frac{R_2}{v_2} (\Sigma s_2 v_2^2);$$

sustituyendo en la expresión [3] los valores de $C \cdot D''$ y $E \cdot D$

$$N \cdot D = \frac{R_1}{v_1} \Sigma (s_1 \cdot v_1^2) + \frac{R_2}{v_2} \Sigma (s_2 \cdot v_2^2) = [\Sigma (s_1 \cdot v_1^2) \operatorname{tag} \alpha + \Sigma (s_2 \cdot v_2^2)] \times \\ \times \operatorname{tag} \alpha = I_X \cdot \operatorname{tag} \alpha \quad [4]$$

puesto que el paréntesis es la suma con respecto al eje X , de los productos de las áreas elementales (situadas a uno y otro lado del mismo) por

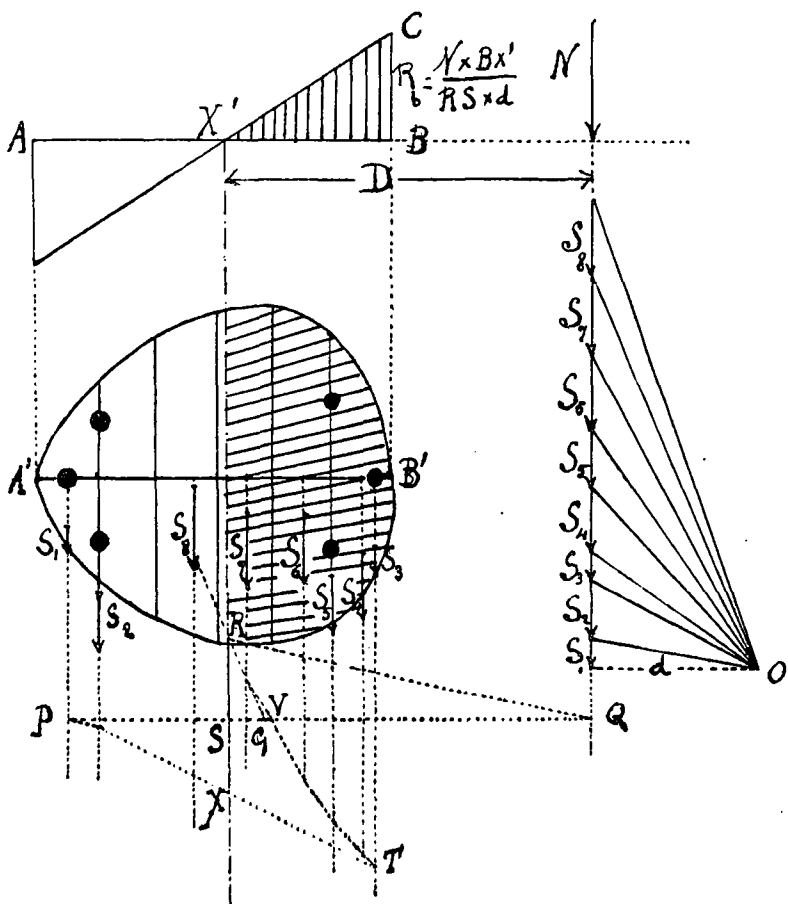


Fig. 8.

el cuadrado de su distancia a aquél, que hemos convenido en llamar momento de inercia y lo representaremos por I_X .

Reemplazando en la expresión $ND. = I_X \cdot \text{tang. } \alpha$, el valor [2] encontrado para N

$$M_e (\text{tang. } \alpha) \cdot D = I_X \cdot \text{tang. } \alpha \quad \Rightarrow \quad M_e \cdot D = I_X \quad \Rightarrow \quad D = \frac{I_X}{M_e}$$

condición de igualdad que nos permitirá (como veremos a continuación) fijar la situación del eje neutro. Hagamos aplicación al ejemplo representado en la figura 5; sea AB la sección transversal cuya proyección figura en $A'B'$, fija N la línea de acción de la compresión excéntrica y productora, por tanto, de esfuerzo y flexión, dividamos dicha sección en fajas por líneas perpendiculares al plano de flexión, que serán a su vez paralelas al desconocido eje neutro, superficiemos cada una de ellas y representemos por s_4, s_5, s_6, s_7 y s_8 las áreas de las mismas, siendo s_1, s_2, s_3 y s_4 las de las armaduras después de multiplicadas por m las dos primeras y por $m - 1$ las restantes. Con estas cantidades como fuerzas construyamos el polígono de las mismas O , y de él el funicular representado allí. La distancia D que media entre el eje neutro y la línea de acción de N , hemos deducido que satisface a la relación

$$D = \frac{I_X}{M_e}$$

siendo I_X y M_e el momento de inercia y el estático respectivamente con respecto a dicho eje neutro, supongámosle conocido y sea el XX'

$$M_e = RS \times d$$

puesto que $M_{XX'}(s_3, s_4, s_5, s_6, s_7) = RX \cdot d$ y $M_{XX'}(s_1, s_2) = SX \cdot d$, por consiguiente

$$M_{XX'}(s_3, s_4, s_5, s_6, s_7) - M_{XX'}(s_1, s_2) = (RX - SX) \cdot d = RS \cdot d;$$

pero el primer miembro es lo que hemos denominado momento estático con respecto a dicho eje, por tanto, llegamos a la igualdad establecida

$$M_e = RS \times d.$$

Deducimos de lo dicho anteriormente

$$I_X = (2 \cdot \text{área } PSX + 2 \cdot \text{área } RXT \nabla R) \cdot d = 2 \times \times \text{área } PXT \nabla RSP \times d.$$

Por consiguiente $D = \frac{I_X}{M_e}$ o su igual $D \cdot M_e = I_X$ queda reducida, sustituyendo

$$D \times RS \times d = 2 \times \text{área } PXTVRSPP \times d$$

ó

$$\frac{D \times RS}{2} = \text{área } PXTVRSPP,$$

convirtiéndose en

$$\text{área } QRS = \text{área } PXTVRSPP,$$

puesto que $\frac{D \times RS}{2}$ es el área del triángulo que tiene por base RS y por vertice opuesto el punto de encuentro del lado PV inicial del funicular con la línea de acción de N , es decir, el punto Q .

Las áreas QRS y $PXTVRSPP$ tienen común la parte RSV , por consiguiente la igualdad anterior queda reducida a su equivalente

$$\text{área } QRV = \text{área } PXTVSP,$$

el segundo miembro es ya fijo, por tanto, para resolver esta igualdad bastará hacer variar la inclinación de QR hasta encontrar una posición que verifique la igualdad anterior de áreas, y entonces el segmento RS (que se mantendrá siempre paralelo al sistema de líneas que trocean la sección transversal) prolongado nos dará la situación del eje neutro que buscábamos.

La relación [4] encontrada puede escribirse

$$N \cdot D = \frac{R}{v} \Sigma (s \cdot v^2)$$

o bien

$$N \cdot D = \frac{R}{v} \cdot I_x$$

representando I_x el momento de inercia con respecto al eje neutro. De aquí se deduce

$$R = \frac{N \cdot D \cdot v}{I_x}$$

$$\begin{aligned} \text{pero } I_x &= 2 \times \text{área } SRTVXPPS \times d = 2 \times \text{área } QRS \times d = \\ &= 2 \times \frac{D \times RS}{2} \times d = D \times RS \times d, \text{ de donde} \end{aligned}$$

$$R = \frac{N \times D \times v}{D \times RS \times d} = \frac{N \times v}{RS \times d}$$

que nos permite (fig. 5) calcular R , compresión máxima del hormigón, que corresponde a la fibra más alejada, haciendo $v = BX'$. Con estos elementos se tienen datos suficientes para el cálculo de secciones.

Hemos de observar que este método de aplicación completamente general, tiene el más adecuado empleo en secciones transversales que no sean corrientes ya que para éstas existen fórmulas que proporcionan los datos necesarios al cálculo.

Lo frecuente es, que la flexión compuesta provenga de un esfuerzo N y un momento flector M que se sustituirá desplazando (en el sentido conveniente) al esfuerzo N , una cantidad con respecto al centro de gravedad expresada por

$$\frac{M}{N}$$

resultando así que la línea de acción de N (que equivale al esfuerzo y momento flector) dista la cantidad expresada del centro de gravedad, esta referencia al centro de gravedad produce una perturbación en las fórmulas analíticas, ya que obliga a resolverlas por tanteos, al paso que en este método gráfico no introduce ninguna modificación esencial, porque el polígono funicular nos da en q (fig. 5) dicho centro de gravedad que permite fijar la situación de N y, por tanto, continuar la resolución en la forma expuesta, sin alteración alguna.

ARSENIO JIMENEZ MONTERO.



UN SISTEMA DE ENSAYO AERODINÁMICO DE LOS PROYECTILES

Los verdaderos progresos en el estudio de las leyes aerodinámicas que rigen en el movimiento de cuerpos, de distintas formas en el seno de una masa flúida, se han obtenido desde que se sustituyó a los primitivos sistemas de experimentación, en los que un cuerpo, en general reducido a escala, se movía realmente, por el más moderno y hoy adoptado universalmente de dejar a éste inmovil, haciendo que sea la masa flúida la que circule. Resulta de este modo la experiencia idéntica desde el punto de vista mecánico, pero muy superior desde los aspectos de la comodidad y sobre todo de la exactitud y límites de velocidad que pueden estudiarse. Este asunto ha sido varias veces tratado en la Sección de Aeronáutica del MEMORIAL, dándose detalles técnicos sobre el sistema ideado por nuestro compañero el comandante Herrera, para el Laborato-

rio Aerodinámico de Cuatro Vientos, y no vamos a insistir más sobre ello.

Las velocidades de viento obtenidas, son en los laboratorios europeos, del orden de 30 a 80 metros por segundo (108 a 288 kilómetros por hora); en Cuatro Vientos se ha llegado hasta 196 kilómetros por hora y sin más que el relevo del motor que acciona el ventilador, se pueden alcanzar 250.

Estas velocidades son ya insuficientes para la experimentación con los modernos aviones, en los que se ha llegado al *record* de 448 kilómetros-hora (125 metros por segundo).

Como se vé, se rozan ya los límites que hace muy poco estaban reservados a los proyectiles, aunque se está todavía por debajo de las velocidades que se imprimen a las granadas del material de campaña y más aún de las que son corrientes en las grandes piezas de marina y costa. Pero el aumento de velocidad en los túneles aerodinámicos, exige en los motores para los ventiladores que mueven el aire, crecimientos de potencia tan extraordinarios, que es casi imposible económicamente alcanzar las cifras de 700 a 1.000 metros por segundo, que serían necesarias para experimentar directamente en ellos los proyectiles de las modernas piezas de artillería; otras dificultades se suman a éstas, tales como el enrarecimiento y descenso de temperatura que experimenta el aire en movimiento, por lo cual, la idea emitida ya en 1889 por el austriaco Mach, no ha llegado a tener aplicación práctica.

En nuestro Laboratorio de Cuatro Vientos se han sometido a estudio aerodinámico las bombas de aeroplano, pero siempre con velocidades inferiores a las que arriba se indican.

Durante la guerra, bajo el patronato del Subsecretariado de Estado para las invenciones, que funcionaba en Francia, se hizo por Chilowski y Langevin un ensayo, utilizando las importantes instalaciones con que cuenta la Compagnie parisienne de l'air comprimé, que puede proporcionar aire a la presión de 6,4 kilogramos por centímetro cuadrado y a unos 40° de temperatura.

A un depósito de 6 a 7 metros cúbicos, con aire en dichas condiciones, se le coloca una tubuladura, convergente divergente, de 8 a 12 centímetros de diámetro, que permite, por medio de una válvula especial, descargarse el fluido, con una velocidad teórica de 485 metros por segundo. En la vena fluída se colocaba el proyectil de fusil que se trataba de experimentar, y sus presiones eran registradas por un manómetro de aceite, que trazaba una curva sobre un tambor giratorio, según la disposición tan conocida. La comparación de esta curva, con otra trazada por la acción de la corriente sobre un tubo de Pitot, que daba la curva

de velocidades, permitía deducir el comportamiento de diferentes secciones longitudinales del proyectil.

Se proyecta mejorar esta instalación, que dentro de su modestia, ha prestado buenos servicios a partir del año 1917, calentando el aire comprimido hasta 250°, o agregando vapor de agua en pequeña cantidad al aire comprimido, a una temperatura de 120°, para conseguir velocidades próximas a 700 metros por segundo. Se espera llegar así a experimentar directamente, en sus verdaderas dimensiones, los proyectiles de campaña.

Para formarse idea de la finura aerodinámica de un proyectil de artillería, hay que homogeneizar las fórmulas empleadas en balística, con las usadas en aviación. Como es sabido, el proyectil lanzado bruscamente bajo la impulsión de los gases de la carga de proyección, almacenando una enorme cantidad de energía en forma de fuerza viva; esta reserva sirve para vencer la resistencia del aire mientras recorre la trayectoria; la fórmula que representa esta resistencia, es:

$$R = m \cdot c \cdot F(v)$$

en la que m , representa la masa del proyectil; c , el coeficiente balístico $= i \Delta \frac{a^2}{p}$; en donde i , es el coeficiente de forma, Δ , la densidad del aire, a , el calibre, y p , el peso del proyectil; $F(v)$, es una función de la velocidad.

La fórmula que representa la resistencia, según la aerodinámica, es:

$$R_x = c_x \cdot S \cdot \Delta \cdot \frac{V^2}{2g}$$

en la que la sección

$$S = \pi \frac{a^2}{4}$$

la comparación de las dos fórmulas, da por resultado

$$c_x = \frac{8}{\pi} \cdot i \cdot \frac{F(v)}{V^2} \quad K_x = \frac{1}{16} c_x = 0,16 \cdot i \cdot \frac{F(v)}{V^2}$$

que permiten calcular la finura aerodinámica de un proyectil. Para los de campaña antes de la guerra, de 75, el valor de $\frac{F(v)}{V^2}$ para las velocidades reducidas vale 0,42, y siendo el coeficiente de forma 0,74, tendremos

$$K_x = 0,16 \cdot 0,12 \cdot 0,74 = 0,014.$$

Esto muestra lo que aun puede lograrse en el sentido de mejorar la forma de los proyectiles, puesto que los cuerpos bien fuselados tienen un coeficiente $K_x = 0,003$ a las velocidades corrientes en aviación. En cambio, los mejores proyectiles, con coeficiente de forma 0,31 solo dan $K_x = 0,006$.

Otra de las aplicaciones que se pueden esperar del sistema de experimentación, con proyectil fijo y aire móvil, es la de precisar las formas de la estela enrarecida que queda detrás del proyectil y que, aun cuando en parte han sido analizadas por procedimientos fotográficos, o mejor dicho, cinematográficos y proyectiles en movimiento, lo puede ser de un modo más completo teniendo a éste inmóvil delante del objetivo de la máquina.

Se presenta, como se vé, un extenso campo para la investigación balística.

ALFONSO DE LA LLAVE.

NECROLOGIA

En el mes de noviembre último falleció en Moguer (Huelva), donde residía, el coronel del Cuerpo, en situación de reserva, D. José Núñez y Muñoz, y el 10 de enero del corriente año pasó a mejor vida en las Palmas de Gran Canaria el teniente coronel de Ingenieros D. Germán de León y Castillo Olivares que se hallaba excedente en dicha plaza, atecto a la Comisión de Movilización de industrias civiles de la 2.^a Región.

El MEMORIAL DE INGENIEROS envía a las familias y deudos de ambos su más sentido pésame por la dolorosa pérdida que han sufrido, interpretando así el sentir de los que fueron sus amigos y camaradas.

EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL CORONEL DE INGENIEROS

D. José Núñez y Muñoz.

Nació en Moguer (Huelva) el 2 de mayo de 1863. Ingresó en la Academia de Ingenieros, como alumno, en septiembre de 1881 y, terminados los estudios reglamentarios, fué promovido a teniente del Cuerpo en julio de 1886. Fué destinado al 3.^{er} Regimiento de Zapadores Minadores, de guarnición en Sevilla, y en él permaneció, salvo un lapso de algunos meses, hasta su ascenso a capitán en 1895. Durante ese

período asistió a las operaciones de la campaña 1893-94 en Melilla, siéndole concedida la cruz roja de 1.^a clase del Mérito Militar por su distinguido comportamiento en los combates sostenidos contra los moros en los días 27 y 28 de octubre de 1893.

Ascendido a capitán, y después de una breve permanencia en la Subinspección del 2.^o Cuerpo, fué destinado nuevamente al 3.^{er} Regimiento de Zapadores. En 1892 formó parte de la Comisión para el estudio del tanteo de defensa de la plaza de Ceuta.

En julio de 1898 fué destinado a la Comandancia de Ingenieros de Cádiz, a la que perteneció hasta 1904. Durante ese tiempo dirigió la ejecución de obras importantes, entre ellas las del artillado de Rota.

Pasó a situación de supernumerario sin sueldo a fines de 1904 y en ella permaneció hasta marzo de 1907. Poco después de su vuelta al servicio activo fué destinado, ya con el empleo de comandante, a la Comandancia de Sevilla y en ella continuó hasta 1911, año en que pasó a la situación de reemplazo voluntario.

Fué ascendido a teniente coronel en febrero de 1916 y destinado a la Comandancia de Ingenieros de Cartagena.

En agosto de 1918 pasó voluntariamente a la Reserva con el empleo de coronel y trasladó su residencia a Moguer, su ciudad natal, donde, como queda dicho, le sorprendió la muerte a fines del año anterior.

Poseía las siguientes condecoraciones:

Placa y cruz de San Hermenegildo, cruces del Mérito Militar de 1.^a clase, blanca y roja, medalla conmemorativa de los Sitios de Zaragoza. △

EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL TENIENTE CORONEL DE INGENIEROS

Don Germán de León y Castillo Olivares.

Ingresó en la Academia en 1.^o de septiembre de 1895, siendo promovido a segundo teniente alumno en 13 de agosto de 1898 y a oficial del Cuerpo en 11 de noviembre de 1899, destinándosele a la compañía regional de Canarias y continuando en la Compañía de Zapadores Minadores de Gran Canaria, cuando aquélla tomó esta última denominación.

Prestando los servicios corrientes y tomando parte en cuantas Escuelas Prácticas y maniobras se verificaron, continuó hasta que en 1.^o de diciembre de 1902 pasó a situación de supernumerario sin sueldo, dedicándose a trabajos profesionales en la Isla. En 1.^o de febrero de 1905 volvió a activo, incorporándose de nuevo a la misma unidad, siguiendo destinado en ella hasta su ascenso a capitán en 9 de noviembre de dicho año. Tras un breve paso por el 6.^o Depósito de Reserva, quedó nuevamente supernumerario sin sueldo en febrero de 1906, hasta junio de 1908, en que se le destina a las tropas de Ingenieros de la Comandancia de Gran Canaria, prestando servicio de Ingeniero de obra, redactando numerosos proyectos, dirigiendo obras y formando parte de comisiones mixtas en trabajos de obras públicas, tanto en Gran Canaria como en Lanzarote y Fuerteventura, que dependen de la jurisdicción de la misma. En varias ocasiones desempeñó, por ausencia de los propietarios, los cargos de Ingeniero del Detall e Ingeniero Comandante. Asistió en 1917 a las Escuelas Prácticas de artillería de montaña y plaza de la Isla.

En 31 de agosto de 1918 ascendió a comandante, continuando en la Comandancia de Gran Canaria, con el cargo de Jefe del Detall. En noviembre de 1920 al crearse

como unidad separada el Grupo de Ingenieros insular, le fué conferido su mando, en el que permaneció hasta agosto de 1924, en que fué promovido a teniente coronel, quedando primeramente disponible, siendo declarado en octubre excedente sin sueldo, en cuya situación falleció el 10 de enero último.

Se hallaba en posesión de la Cruz de San Hermenegildo y las medallas de Alfonso XIII, Brihuega y Villaviciosa.

La relación de comisiones que figuran en la 8.^a subdivisión de su hoja de servicios, es extraordinariamente extensa. □

SECCIÓN DE AERONÁUTICA

La atmósfera internacional.

En la Sección de Aeronáutica del número correspondiente a julio de 1920, de esta Revista, dimos cuenta de la adopción por parte de la Aeronáutica Militar de España de las fórmulas que definen la atmósfera tipo, o «standard», internacional, adoptada también por Francia, Inglaterra, Bélgica, Italia y los Estados Unidos, que, suponiendo una cierta ley de decrecimiento de temperatura del aire en función de la altura, correspondiente con suficiente aproximación al valor medio de lo observado en la atmósfera de los países de las zonas templadas, sirva para el cálculo de alturas en que no se tenga más dato que la presión atmosférica alcanzada, y para la graduación de los altímetros que hayan de emplearse en las aeronaves destinadas a navegar en estas zonas.

El acuerdo de las naciones citadas, todas ellas dotadas de condiciones térmicas no muy diferentes, presenta bastantes ventajas, pues la fórmula adoptada es muy sencilla, el error introducido por la hipótesis establecida no puede ser de gran consideración y, en cambio, la uniformidad de criterio para el cómputo de alturas por el barómetro permitirá hacer comparables los resultados obtenidos en diferentes países. Lo que ya es más discutible es la conveniencia de extender estas mismas fórmulas a otros países, como los de la zona tórrida y la glacial, en que la ley térmica establecida dista mucho de realizarse, lo que ha de originar errores importantes en la adopción de la «atmósfera tipo» calculada para las zonas templadas.

Sin embargo, la «Comisión Internacional de Navegación Aérea» (C. I. N. A.), en la sesión celebrada en diciembre de 1924, ha tomado la resolución de adoptar la «atmósfera tipo» para todos los países aunque sean de tan diferentes condiciones térmicas y altimétricas como el Ecuador y Noruega.

El acuerdo tomado es el siguiente:

1.º Se admite que el aire está seco y su composición química es igual en todas las alturas. Esta composición en volumen es: 78,03 por 100 de nitrógeno, 20,99 por 100 de oxígeno, 0,94 por 100 de argón y 0,04 de ácido carbónico. Se toma para g un valor uniforme de 980,62 unidades C. G. S.

2.º Al nivel medio del mar se admite que la temperatura es de 15º centígrados y la altura barométrica, llevada a 0º, es de 760 milímetros de mercurio.

3.º En estas condiciones, la presión atmosférica es de 10.332 kilogramos por metro cuadrado (1013,2 milibarios) y el peso del metro cúbico de aire 1,226 kilogramos.

4.º Se admite que para cualquier altura z media sobre el nivel del mar y comprendida entre 0 y 11.000 metros, la ley de variación de la temperatura θ_z del aire es la siguiente

$$\theta_z = 15^\circ - 0,0065 z.$$

5.º Se admite que para las alturas superiores a 11.000 metros la temperatura es constante e igual a $-56^\circ,5$.

6.º Para cualquier altura z sobre el nivel del mar entre 0 y 11.000 metros la presión C_z , el peso específico D_z y la masa específica m_z del aire varían con arreglo a las siguientes relaciones:

$$\frac{C_z}{C_0} = \left(\frac{288 - 0,0065 z}{288} \right)^{5,256} \quad \cdot \quad \frac{D_z}{D_0} = \frac{m_z}{m_0} = \left(\frac{288 - 0,0065 z}{288} \right)^{4,256}$$

7.º Para alturas superiores a 11.000 metros, las relaciones anteriores serán reemplazadas por las siguientes, en las que el subíndice 1 representa el valor correspondiente a la altura de 11.000 metros.

$$\log. \frac{C_1}{C_z} = \log. \frac{D_1}{D_z} = \log. \frac{m_1}{m_z} = \frac{z - 11.000}{14.600}.$$

Con arreglo a estas fórmulas, cuya obtención explicamos en el número ya citado de esta Revista, se han calculado las tablas, allí insertadas, que dan los valores de la temperatura, presión y densidad del aire en cada altura que se suponen existen en la «atmósfera tipo» adoptada internacionalmente.

En nuestra opinión, este acuerdo generalizado es admisible solamente para la graduación de altímetros, para cálculos de alturas con muy poca precisión, o para denominar con el nombre de *record* de altura lo que en realidad es *record* de depresión atmosférica, dando a cada presión un valor correspondiente de altura ficticia, como lo hace la Federación Aeronáutica Internacional (F. A. I.), aunque para ello emplea otra fórmula distinta de la anterior, original de M. Soreau, mucho más complicada y sin mayor exactitud, que debiera ser reemplazada por la adoptada por la C. I. N. A. para llegar a la unificación completa en esta materia.

Para determinar la verdadera altura que alcanza una aeronave, no basta con saber la presión barométrica, como suponen las fórmulas anteriores, sino que es necesario tener en cuenta la temperatura existente en el nivel alcanzado y en todas las capas inferiores. Así, pues, la expresión diferencial de la altura z , será:

$$dz = \frac{dC_z}{D_z}$$

y como, según las leyes de Mariotte y de Gay-Lussac, entre las presiones C , las densidades D y las temperaturas absolutas θ , existe la relación:

$$D = K \frac{C}{\theta}$$

siendo K una constante que, para el aire y empleando unidades métricas y grados centígrados, es igual a $\frac{1}{29,271}$, se tiene:

$$z = 29,271 \int_{\theta} \frac{dC}{C}$$

Si se conociera la ley en virtud de la cual varía la temperatura absoluta θ en función de la presión atmosférica C , se podría intentar la integración analítica de la ecuación anterior, pero, como esto no será así, se puede integrar gráficamente siguiendo un procedimiento sencillo y suficientemente exacto que empleamos en nuestro Servicio Técnico de Aviación Militar, y que consiste en dibujar, en escala conveniente, la curva que represente en ordenadas las temperaturas absolu-

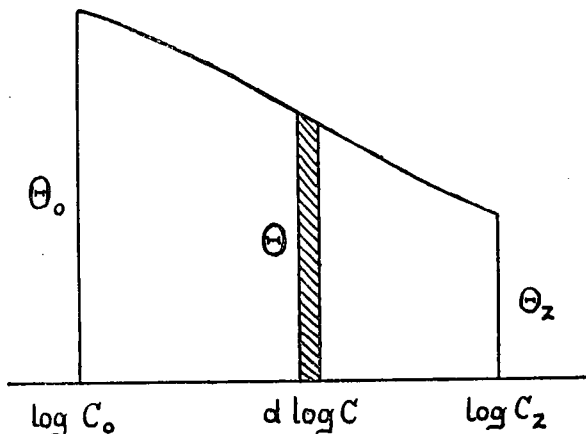


Fig. 1.

tas del aire (o sea sus temperaturas en grados centígrados aumentadas en 273°) sobre abscisas que representen los logaritmos de las presiones atmosféricas, y el área comprendida entre la curva trazada, las ordenadas correspondientes a las presiones inicial y máxima, y el eje de las abscisas que represente el cero absoluto de la escala termométrica, nos dará el valor de la altura alcanzada. En efecto,

$$\theta \frac{dC}{C} = \theta d \log C$$

o sea, el elemento diferencial del área dicha anteriormente (fig. 1), luego su integral estará representada por este área.

Para determinar la altura alcanzada en un vuelo, basta con ir marcando en un gráfico como el de la figura 2, sobre la abscisa de cada presión que vaya señalando el barómetro, el punto correspondiente a la temperatura que marque el termómetro, y uniendo estos puntos por una curva continua, se obtendrá la que limita el área cuya medida da la altura alcanzada.

Para evitar que el gráfico tenga dimensiones demasiado grandes se ha suprimido en él la parte inferior desde los -73° al cero absoluto, o sea -273° , debiendo tener-

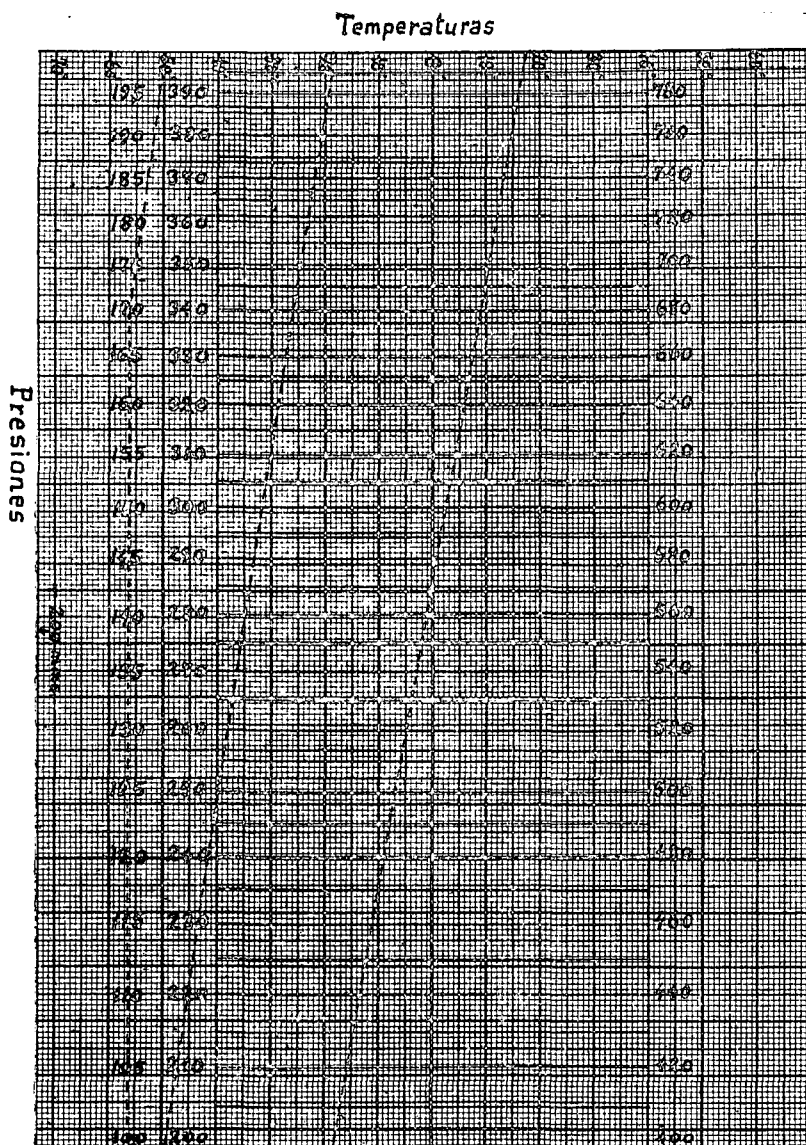


Fig. 2.

se en cuenta que el área que hay que medir es la comprendida en el gráfico más el rectángulo inferior hasta la línea del cero absoluto. También se emplea el mismo gráfico para presiones atmosféricas entre 800 y 400 milímetros, para las compren-

didadas entre 400 y 200, y para los que lo están entre 200 y 100; debiendo sumarse las áreas parciales de cada una de estas zonas, si el vuelo no estuviera comprendido en una sola. Dibujando el gráfico en papel cuadrulado al milímetro, cada milímetro cuadrado del área medida representa un decímetro de altura.

En este gráfico está dibujada, de puntos, la curva que representa la ley de decrecimiento térmico admitida en la «atmósfera tipo» internacional.

La exactitud que proporciona este procedimiento es muy grande, pues no está sujeto a más errores que a los pequeños que pueden introducir la humedad del aire (que se ha supuesto seco), la variación del valor de g por la altitud y por la latitud y los efectos dinámicos. Todos ellos son despreciables, pero el primero, que es el más importante, puede ser corregido si se conoce la tensión T' del vapor de agua con sólo señalar, en vez de las temperaturas absolutas θ , otras temperaturas ficticias θ' determinadas por la fórmula:

$$\theta' = \theta \frac{1}{1 - 0,3778 T'/C}$$

puesto que un volumen de aire seco a la temperatura θ' expresada anteriormente tiene igual densidad que uno con vapor de agua a tensión T' y a temperatura θ . Las otras causas de error también pueden ser eliminadas por correcciones análogas sobre la temperatura, aunque no merecen la pena de ello por la insignificancia de sus efectos.

Empleando este método podrían ser sustituidos los actuales *records* de depresión atmosférica, que la F. A. I. llama «de altura», por otros que realmente lo fueran, y para ello bastaría con exigir que las aeronaves que intentasen batir un *record* de esta clase, llevaran a bordo un baro-termógrafo precintado, aparato análogo a los usados en los globos sondas, cuya sencillez y ligereza son prácticamente iguales a la de los altímetros registradores que ahora se emplean.

El cálculo del área del gráfico se simplifica mucho en la práctica, pues, como en las tablas de la «atmósfera tipo» está dada la altura representada por el área limitada por la línea de puntos, para encontrar la verdadera sólo habrá que adicionar o sustraer a aquélla el área comprendida entre esta línea de puntos y la que se trace por las observaciones temométricas de a bordo. ††

REVISTA MILITAR



Banderas de señales por cambio de colores.

Los inconvenientes de las banderas ordinarias de señales son bien conocidos; al representar los puntos y rayas del alfabeto Morse por diferentes posiciones de la bandera, la transmisión resulta lenta y fatigosa y además da lugar a errores.

En el ejército italiano se emplea un procedimiento, modificación del que se adoptó durante la guerra para comunicar desde tierra con los aviones y que descri-

bió nuestro compañero el comandante Herrera en la Memoria del viaje que hizo al frente inglés en 1916 («La guerra y su preparación», Tomo II, número 2, febrero 1917) que consiste en una serie de tiras de tela, con las caras opuestas de distinto color, que a modo de una persiana se presentan a voluntad, resultando por su reunión un rectángulo que puede cambiar de color. La duración más o menos larga de estas variaciones permite realizar las rayas y puntos del Morse.

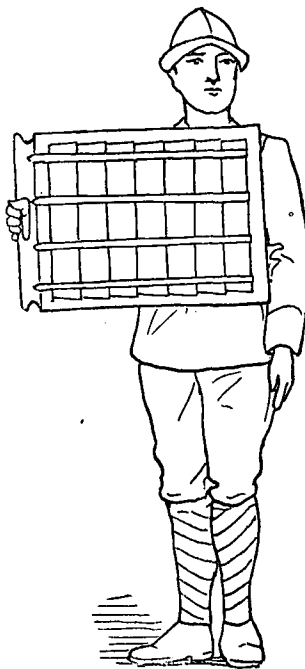
Para aplicar este sistema a una bandera portátil, se forma con pliegues, cuyas caras son respectivamente blancas y rojas, unida por cordones ligados a dos asideros de madera; un muelle hace que en posición normal se presente el lado blanco y una ligera tracción lo invierte, haciendo visible el rojo. Estos muelles pueden cambiarse con facilidad.

Con esta disposición, su manejo no puede ser más sencillo; tirando de las dos asas se hace que la bandera aparezca roja, y aflojando vuelve a su posición normal, que presenta el color blanco, la variación solo exige una carrera muy reducida y el esfuerzo requerido es también insignificante. Como todo es flexible, excepto las dos asas, se pliega con facilidad alrededor de éstas y ocupa menor espacio que las ordinarias para su transporte.

Las disposiciones que se pueden adoptar para su manejo son muy variadas; en la figura se representa el medio de moverla con una sola mano, sujetando una de las asas al cuerpo por medio de una correa; se puede asimismo coger cada asa con una mano; sujetar una con el pie tirando con una mano de la otra; o atar una a un punto fijo. Como es natural, en todos estos casos y los distintos que se puedan imaginar, el funcionamiento es idéntico.

Las reglas de transmisión son las mismas que para la telegrafía óptica ordinaria; la línea tiene la duración de tres puntos, el espacio entre los signos de una letra equivale a un punto, y el que separa las letras, a una raya. Se han obtenido velocidades de transmisión muy superiores a las banderas corrientes.

El Gobierno italiano ha puesto una de estas banderas a disposición del Estado Mayor Central, por conducto de nuestro agregado militar en Roma y se procederá a hacer ensayos con ella en el Regimiento de Telégrafos. □



Datos sobre nuevas piezas de costa.

Estando próximo a ser un hecho que pronto entrarán a formar parte del artillado de nuestras bases navales los cañones de 15,2 y 38,1 Vickers (6 y 15 pulgadas), creemos de interés la publicación de alguna de sus características.

Desde luego los datos que siguen se refieren a una forma de proyectil algo anticuada; con los que en realidad llegarán a emplearse, de mejor coeficiente δ , los alcances máximos aumentan próximamente en un 10 por 100 y las perforaciones de un 6 a un 7 por 100.

El tipo general de las piezas es semejante a otras que ya existían al comenzar la guerra, habiéndose aumentado el peso del proyectil y disminuido la velocidad inicial, con lo cual se conserva la energía a mayores distancias de la boca y como además hace trabajar menos al tubo, resulta muy aumentada también la vida de la pieza.

Piezas Vickers de costa.

	Calibre 38,1		Calibre 15,2	
Largo.....	45		50 calibres	
Peso proyectil.....	885		43,36	
Velocidad inicial.....	731		914	
Energía en la boca.....	24,185 T T M		1.930 T T M	
Carga de proyección.....	180		14,75 kg ^r .	
Presión máxima.....	2.895		2.895 kg ^r . cm. ²	
Peso de la pieza con el cierre.....	87 T		9 T T	
Idem con montaje.....	317		23 T T	
Longitud.....	17,660		7,867	
Puntería.....	En altura.....	5° a 40°	5° a 35°	
	En dirección.....	360°	360°	
Alcance máximo.....	30.080		23.400 (por 35°)	
Idem por 15°.....			13.500	
Disparos por minuto.....	a brazo, 1; mecánica, 2		10 a brazo	
Radio ojiva proyectil.....	4 calibres		4 calibres	
Cargas explosivas de trilita.	perforante.....	23,75 kilogramos	1,25	
	semiperforante.....	63,5	3,4	
	rompedora.....	110,77	5,5	
			tiene además shrapnel	

Piezas Vickers de costa.

DISTANCIAS	Calibre 38,1		Calibre 15,2	
	Velocidades remanentes.	Perforaciones.	Velocidades remanentes.	Perforaciones.
En la boca.....	731 m''	776 mm.	914 m''	342 mm.
A 4.570.....	663	632	547	165
A 9.140.....	544	508	344	84
A 13.720.....	468	409	306	71
A 18.290.....	419	351		
A 22.860.....	407	335		

Abrigos contra los proyectiles de aeronaves.

Los nuevos elementos de combate han obligado a la defensa a adoptar formas

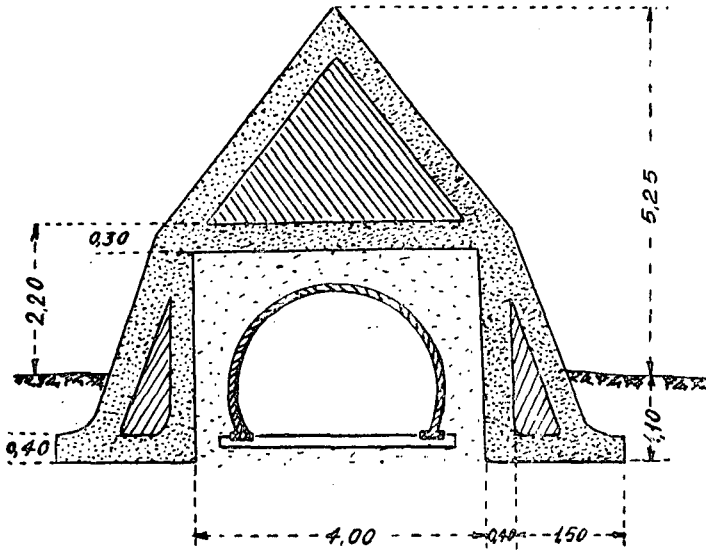


Fig. 1.

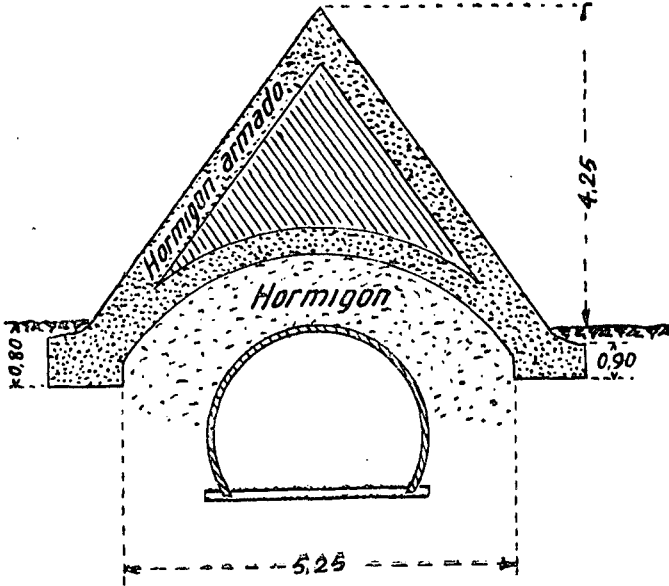


Fig. 2.

hasta hoy insospechadas para protegerse contra los tiros verticales de los proyectiles lanzados por las aeronaves.

Las figuras representan algunos de los tipos que se han empleado de abrigos de hormigón, estando revestido el interior con palastros ondulados de medio punto. La capa exterior de los dos primeros es de hormigón armado, constituyendo el

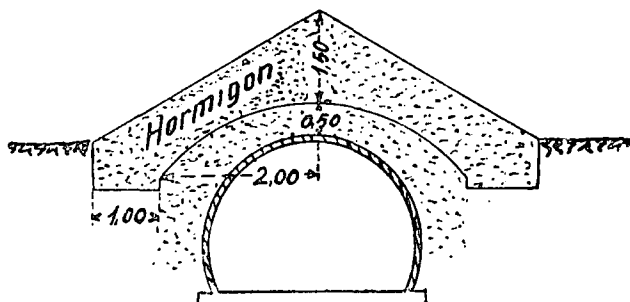


Fig. 3.

emparrillado, unido a la forma del techo, una excelente protección. La forma, favoreciendo el rebote, aleja los muros verticales y los cimientos, de los efectos de explosión, muy de temer en los proyectiles con gran carga explosiva. E. A.

CRÓNICA CIENTÍFICA

La industria del radio.

De una revista técnica inglesa tomamos los siguientes datos acerca de la producción de radio en el mundo.

Las cifras publicadas por la Compañía Química del Radio (americana) demuestran que para obtener un gramo de radio se necesitan 500 toneladas de mineral, otras tantas de reactivos, 1.000 toneladas de carbón productor de energía, 10.000 toneladas de agua depurada y destilada, más el trabajo de 150 hombres durante un mes.

La entidad más importante entre las productoras de radio es la Compañía Belga del Radio. Al practicar operaciones mineras, en busca de cobres, por la Unión Minera del Alto Katanga, en el Congo Belga, se encontraron grandes cantidades de mineral de urano susceptible de tratamiento para la obtención de radio. Hasta fines de 1922, cuatro quintos de la cantidad de radio existente en el mundo correspondía a los Estados Unidos, pero actualmente dos tercios de la producción mundial de dicho cuerpo proviene del Congo Belga.

Después de clasificar el mineral se le introduce en sacos y se le transporta por camino ordinario al puerto de Beira, a 2.500 kilómetros, y allí se le embarca para Oolen, cerca de Amberes, donde es triturado y tratado químicamente para la obtención del radio. Los métodos adoptados para ese fin varían en las distintas regiones productoras, con arreglo a las condiciones locales y a la naturaleza del mineral. El procedimiento más general consiste, sin embargo, en poner el radio en forma

que permita separarlo de los demás cuerpos presentes en el mineral. Seguidamente se trata el mineral por ácido sulfúrico que forma sulfato de radio; la adición de bario y un lavado enérgico separa los demás cuerpos, quedando sólo el bario con el radio. La siguiente fase consiste en la preparación de la mezcla para su tratamiento por ácido clorhídrico, separando finalmente de la disolución los dos metales por cristalización fraccionada. El proceso es largo y difícil, pero al final se obtiene cloruro de radio en estado de gran pureza, para expenderlo en esa forma, o como bromuro, o, más frecuentemente, como sulfato.

Como consecuencia de las aplicaciones médicas del radio ha nacido una industria derivada: la de producción de aparatos para la aplicación y empleo de dicho cuerpo.

A pesar de los grandes esfuerzos realizados para aumentar la producción de radio, la cantidad aislada hasta el presente en todo el mundo no excede de 250 gramos.

El radio fué usado en la última guerra para hacer visibles durante la noche los puntos de mira de los cañones. Otra aplicación durante la guerra consistió en preparar una disolución débil de radio que, por ser absolutamente invisible sobre el papel, se usó para escribir correspondencia reservada entre las líneas de una carta ordinaria, pudiendo así pasar libremente la censura y llegar a su destino; aplicado el escrito sobre una placa fotográfica durante una hora o poco más, no había más que revelar y fijar la placa por los métodos ordinarios.

Para hacer visibles los puntos de mira de los cañones se les adaptaban tubitos de cristal llenos de sulfuro de cinc con una pequeñísima cantidad de radio. El bombardeo de los cristales de sulfuro de cinc por los rayos *alfa* del radio hace luminosa dicha substancia. Este hecho era conocido antes de la guerra, pero nunca había sido aplicado a ningún fin práctico hasta que alguien sugirió la idea dicha y la de hacer luminosas las esferas de los relojes o brújulas en la obscuridad con pintura de la misma naturaleza. Las primeras brújulas militares construidas con arreglo a este principio fueron fabricadas en 1909.

Muchas dificultades para el empleo del radio en la guerra fueron vencidas por Mr. Harrison Glew. El fué quien preparó los primeros 240.000 puntos de mira luminosos, utilizando para ello cinco gramos de radio adquiridos por el Gobierno inglés. △

Las explosiones de aire comprimido.

Las explosiones que alguna vez ocurren en los compresores de aire o en los depósitos de aire comprimido, son atribuidas generalmente al oxígeno del aire y al aceite de lubricación, y es de notar la gran energía desarrollada con relación a la pequeña cantidad de materia combustible existente.

Si el recipiente es de acero, a veces se quema como si fuera de celuloide o se quiebra en menudos fragmentos como el vidrio.

La investigación de esas explosiones ha hecho ver que la temperatura juega un importante papel. Los dos factores más importantes son:

1.º La fuga lenta a presión elevada del gas con algo de aceite por una abertura muy pequeña, originaria de calor por fricción interna, y

2.º La compresión súbita de la capa de oxígeno próxima al extremo de un paso cerrado, originada por el impacto a gran velocidad del oxígeno escapado de una válvula rápidamente abierta o por comunicación directa con el compresor.

Las pruebas efectuadas han demostrado que la presión inicial de las bombonas metálicas de oxígeno usadas en el comercio, de 125 kilogramos por centímetro cuadrado, aproximadamente, puede desarrollar una presión explosiva diez veces mayor, si al mismo tiempo se calientan unas gotas de aceite mineral lubricante. Δ

Nuevo procedimiento para soldadura de aluminio.

En Alemania se emplea un nuevo método para soldar aluminio, en el que se hace uso de un disolvente especial para quitar la capa de óxido; fuera de eso, se sigue exactamente la misma marcha que para la soldadura corriente de plomo. Si se dispone de mechero oxi-acetilénico, la mezcla de 60 partes de cloruro de potasio, 12 partes de cloruro de sodio y 4 partes de sulfato de potasio, da buen resultado en la práctica. Si la llama es menos calorífica, será conveniente poner algo más de sulfato de potasio, a fin de rebajar el punto de fusión de la mezcla. El fundente se aplica sobre las superficies, en polvo o en pasta acuosa, y se calienta con el mechero hasta que se funde; poco después se funde parcialmente el aluminio y queda efectuada la soldadura. Δ

Un ensayo en grande de calefacción central.

En Berlín se va a efectuar en gran escala una prueba de calefacción realmente central, pues se trata de dar calor a varias manzanas de casas desde una sola estación situada en una posición céntrica. Poco después de la guerra europea, la prensa técnica trató de la resolución del mismo problema en Dresde.

La dificultad principal, que había sido siempre la de coste, parece haber sido resuelta con el empleo de productos secundarios de otras industrias. Se calcula que una pequeña instalación de energía térmica puede dar calor a todos los edificios próximos en un radio de 1.500 a 3.000 metros, de la misma manera que ahora se da luz, agua y gas desde una sola estación, fábrica o depósito. Sería preciso, por tanto, descentralizar las grandes estaciones de fuerza creando varias pequeñas, utilizando entonces el vapor que ha sido empleado ya en las turbinas. Con este procedimiento se cree que podría economizarse un 90 por 100 del carbón que hoy se gasta en calefacción en los edificios ya provistos de calefacción propia, y bastaría para ello con empalmar la tubería, en vez de a las calderas actuales, a la conducción de la calle. Δ

Una transmisión a larga distancia con pequeña potencia.

Un periódico del Japón, el *Asahi Shimbun*, da cuenta de una comunicación a larga distancia desde la estación radiotelegráfica de Chosi por medio de un emisor Marconi tipo «M. C. 1.» de 1,5 kilowatios. El oficial encargado de la estación de Chosi comunicó primeramente de noche con el barco americano *President Jefferson* a distancia de 3.500 millas marinas (6.350 kilómetros) y con el *President Wilson*, de día, a 2.000 millas (3.600 kilómetros); después ha conseguido comunicar con San Francisco a 4.500 millas (8.150 kilómetros). Las dos estaciones cambiaron saludos, y la americana, al contestar, usó un emisor de arco de 15 kilowatios. El emisor tipo «M. C. 1.» de válvula y onda continua había sido concebido como transmisor de barco adicional del aparato emisor de chispas, para distancias que no excedieran de 1.500 millas (2.700 kilómetros). Δ

BIBLIOGRAFÍA

Publicaciones de la Academia de Ciencias exactas, físico-químicas y naturales de Zaragoza. — Curso de conferencias dedicado a la ciudad de Zaragoza. Zaragoza, tipografía Casañal, 1922. Un tomo de 155 páginas de 25 por 18, con figuras intercaladas.

La Academia de Ciencias de Zaragoza emprendió en 1922 la benemérita tarea de celebrar un cursillo de conferencias de vulgarización sobre temas de interés general para la ciudad bajo el patronato de aquél Ayuntamiento; estas conferencias se explicaron en la Universidad durante el mes de marzo, estando encomendadas a distinguidas personalidades, que les dieron un marcado carácter de vulgarización y han sido publicadas en el tomo que tenemos a la vista, excepto la del arquitecto municipal Sr. Angel Navarro, que no envió oportunamente el original a la imprenta.

El ingeniero de caminos D. Manuel Lorenzo Pardo, bajo el título de «Zaragoza la Grande» estudió una serie de problemas ligados con el bienestar económico de la Región, que habrán de repercutir sobre su capital; se fijó especialmente en los de carácter técnico de riegos, transportes y fuerza motriz, siendo dignos de atención los puntos de vista sobre el problema ferroviario, que desde aquella fecha tanto ha ocupado la atención de los poderes públicos y sobre la articulación de la región del Ebro con la proyectada red nacional de energía eléctrica.

El ingeniero de Minas D. Angel Gimeno analizó las posibilidades económicas que ofrecen los criaderos sódicos y potásicos de la depresión del Ebro, fundando su estudio en la historia geológica de la región y comparándolos con los criaderos alsacianos de fama mundial y con los de Suria y Cardona en Cataluña.

D. José Romero, también ingeniero de Minas, buscando su aplicación a aquella ciudad, hizo una exposición muy completa, pero al alcance de todos, de lo que ha de ser una red de alumbrado eléctrico en una población moderna.

Al lado de estos trabajos, de índole técnica aunque expuestos con sencillez, llama la atención el del abogado D. José Valenzuela, titulado «El embellecimiento de Zaragoza», en que luce un alma de artista enamorado de las tradiciones y bellezas de su ciudad; analiza su historia urbana, los daños que la ignorancia y otras calamidades han acarreado en ella, las enlaza al río que la da vida y demuestra que este problema estético es de índole colectiva y ha de interesarse a todos en su solución.

El ingeniero municipal Sr. Lobeo Pueyo procede en su trabajo «La depuración y clasificación de las aguas que abastecen a Zaragoza», a un estudio general de esta clase de problemas; dentro de su exposición elemental constituye una lección sobre la materia, que seguramente será útil a los técnicos que deban ocuparse de ellas, siendo especialmente notable su análisis comparativo entre los sistemas de esterilización empleando el ozono y el cloro, que coincide en muchos puntos de vista con el trabajo del malogrado coronel del Cuerpo Ricart, a que aludimos hace poco en estas columnas (MEMORIAL de noviembre de 1921).

El Presidente de la Academia, catedrático D. Antonio de Gregorio y Rocasolano, hizo un resumen de los distintos problemas planteados en las conferencias del curso y de otros como los referentes a salubridad e instrucción, haciendo ver la posibilidad de hallarles solución.

En todas las lecciones del curso destaca un sentido de realidad y objetividad, que debiera ser imitado para llevar a grandes masas de opinión a ocuparse de asuntos de interés local y general, único medio de darles una orientación útil. □

Aeronáutica militar: *Aerostación, observación aerostera, conferencias y ejercicios desarrollados en el curso de 1922. Tomo II. Un tomo de 22 por 15, 263 páginas con figuras intercaladas y un atlas del mismo tamaño. Guadalajara, Colegio de Huérfanos, 1924.*

Al referirnos en esta sección al primer tomo de este trabajo (MEMORIAL de junio de 1924) indicamos su origen; las conferencias dadas en el curso de observadores y su finalidad de servir como texto para los que en lo futuro se celebren.

En este segundo tomo están reunidas, las conferencias sobre «Topografía y lectura de planos», del capitán Maldonado; «Perspectiva», del comandante Gautier; «Técnica del globo», del comandante Cubillo; «Incendios y explosiones producidas por el hidrógeno comprimido», por el teniente coronel García de Pruneda, y «Electricidad, Telefonía y Radiotelegrafía», por el capitán Susanna.

Las conferencias de topografía se han hecho tomando como base las del curso de instrucción de Cosue, y aunque se trata de un asunto que debe ser familiar a todo oficial, constituyen una acertadísima síntesis y son un recordatorio muy útil, aun para aquéllos que no tengan la finalidad concreta de adquirir la especialidad para que se explicaron.

Igual origen tienen las conferencias sobre perspectiva, y aun siendo esta materia de las que todos estudiamos en la Academia, seguramente ha de sorprender a muchos la extraordinaria simplicación de los métodos y su acertada exposición sintética, condensada en solo 24 páginas. Los que hemos tenido ocasión de aplicar los sencillos sistemas que se exponen de un modo práctico, creemos hacer una buena obra recomendando su lectura a los compañeros que no los conozcan.

El comandante Cubillo, con su espíritu científico y vastos conocimientos, no ha podido limitarse a seguir la norma de elementalidad extrema del curso francés y sobre todo en el capítulo de *física de los gases* se eleva, tal vez inconscientemente, a mayores alturas filosóficas y de técnica moderna. Con ello, sus lecciones, de extraordinaria enseñanza para los oficiales con especial preparación técnica, tal vez resulten de alguna complicación para parte de los que deban seguir el curso, aunque la claridad y precisión del lenguaje facilitan la inteligencia de los puntos, al parecer, más abstrusos; su fama de trabajador y sabio queda en ellas probada una vez más.

El teniente coronel Pruneda ha desarrollado un tema bien conocido por él, basado en parte en observaciones propias; resulta original e interesante.

Las nociones de electricidad se reducen a lo indispensable para comprender el funcionamiento de las estaciones telefónicas y radiotelegráficas; se ha sacrificado todo a la sencillez, prescindiéndose de desarrollos de cálculo y prodigándose las figuras claras y elementales, con lo cual se ha logrado el objeto perseguido y constituyen una buena base para que oficiales estudiosos completen y amplíen sus conocimientos.

En conjunto, este segundo tomo no desmerece del primero, y ambos demuestran la buena orientación que actualmente tiene la enseñanza en nuestro servicio de Aerostación, y la actividad y preparación técnica que son patrimonio de sus jefes y oficiales. □