



AÑO LXXXIV

MADRID = OCTUBRE DE 1929

NUM. X

ESTUDIO DEL CIRCUITO DE VIA

(Continuación.)

III

Características de la vía para corriente continua.

El cálculo de un circuito de vía de corriente continua es necesario para elegir las características de la fuente de energía que ha de alimentar el circuito y para poder, durante el transcurso del funcionamiento de la instalación, rectificar o corregir cualquier anomalía que se presente en la misma.

Resistencia de la vía.—La resistividad de los carriles de acero se evalúa, generalmente, en 18 micro-ohmios-centímetro. La tabla primera expresa la resistencia eléctrica de los carriles de la vía por kilómetro expresada en ohmios, según el tipo de carril, la clase de conexiones que ligan entre sí los carriles de la misma hilera y la longitud de los cupones de carril. (Véase la tabla primera de la página siguiente.)

Balasto.—*Resistencia filtrante y conductancia.*—La resistencia óhmica del balasto, que afecta a la filtración de corriente de uno a otro carril a todo lo largo del circuito de vía, varía con la anchura de ésta, con la na-

TABLA PRIMERA

Valores de la resistencia óhmica de los dos carriles de la vía en ohmios por kilómetro de vía.

Peso del carril por metro lineal,	Especie de las conexiones que ligan los carriles,	Valor de R en ohmios para diversas longitudes de cupones de los carriles.			
		8 m.	10 m.	12 m.	18 m.
25 kilogramos (y los de 20 a 30 kg.)....	a) Soldados o unidos por cables de cobre, como en tracción eléctrica.	0,11	0,11	0,11	0,11
	b) Dos alambres de cobre de 4 milímetros de diámetro.....	0,30	0,26	0,24	0,19
	c) Un alambre de cobre y otro de hierro, ambos de 4 milímetros de diámetro.....	0,43	0,36	0,33	0,25
	d) Dos alambres de hierro cobreado al 40 por 100, de 4 milímetros de diámetro.....	0,48	0,40	0,36	0,26
	e) Dos alambres de hierro de 4 milímetros de diámetro.....	1,20	0,98	0,85	0,59
35 kilogramos (y los de 31 a 40 kg.)....	a)	0,08	0,08	0,08	0,08
	b)	0,27	0,23	0,21	0,16
	c)	0,40	0,33	0,30	0,22
	d)	0,45	0,37	0,33	0,23
	e)	1,17	0,95	0,82	0,56
45 kilogramos (y los de 41 a 50 kg.)....	a)	0,06	0,06	0,06	0,06
	b)	0,25	0,21	0,19	0,14
	c)	0,38	0,31	0,28	0,20
	d)	0,48	0,35	0,31	0,21
	e)	1,15	0,93	0,80	0,54
55 kilogramos (y los de 51 a 60 kg.)....	a)	0,05	0,05	0,05	0,05
	b)	0,24	0,20	0,18	0,13
	c)	0,37	0,30	0,27	0,19
	d)	0,42	0,34	0,30	0,20
	e)	1,14	0,92	0,79	0,53

Resistencia en ohmios por kilómetro de vía de las conexiones entre carriles (en las dos hileras.)

	Valores de la resistencia en ohmios para diversas longitudes de cupones de carriles.			
	8 m.	10 m.	12 m.	18 m.
b)	0,18	0,14	0,12	0,07
c)	0,31	0,24	0,21	0,13
d)	0,36	0,28	0,24	0,14
e)	1,08	0,86	0,73	0,47

turalaleza del balasto, con el estado de humedad del mismo y con el estado atmosférico.

Por regla general pueden tomarse los valores aproximados que figuran en la tabla segunda para apreciar la resistencia óhmica del balasto, que se opone al paso de corriente de uno a otro carril.

Es costumbre, para tener en cuenta en el cálculo el efecto filtrante del balasto, el considerar el valor de la *conductancia* del mismo en lugar de su resistencia óhmica; ambos valores son inversos.

La conductancia se evalúa en *mhos* y se suele representar con la letra *G*.

$$\text{Por consiguiente: } G \text{ mhos} = \frac{1}{R \text{ ohms}}$$

TABLA SEGUNDA

Resistencia filtrante en ohmios y conductancia del balasto en mhos por kilómetro de vía.

NATURALEZA DEL BALASTO	VÍA DE 1 M.		VÍA DE 1,44 M.		VÍA DE 1,67 M.	
	R en ohms.	G en mhos.	R en ohms.	G en mhos.	R en ohms.	G en mhos.
Grava o escoria húmeda con mal drenaje; traviesas empapadas de agua...	0,23	4,30	0,35	2,90	0,40	2,50
Grava húmeda con drenaje normal, tiempo húmedo,.....	0,46	2,20	0,70	1,40	0,80	1,20
Grava húmeda con tiempo seco.....	0,60	1,60	0,90	1,10	1,00	1,00
Grava seca.....	1,20	0,80	1,80	0,55	2,00	0,50
Piedra partida húmeda.....	1,20	0,80	1,80	0,55	2,00	0,50
Piedra partida seca.....	3,30	0,30	4,80	0,21	5,50	0,18

Como término medio, suele tomarse, con la vía de 1,67 metros, un valor para la conductancia del balasto de 0,5 mhos, correspondiente a un valor de dos ohms para la resistencia, y que se refieren al balasto de piedra partida húmeda.

En caso dudoso, es conveniente para el cálculo de circuitos tomar el valor de la conductancia que pertenezca al estado o al tiempo húmedo, pues si se gradúa la excitación de los relés tomando como base el valor que corresponde al tiempo seco y se aquilata exageradamente el voltaje

que se obtenga, pueden desexcitarse los relés intempestivamente al cambiar el estado atmosférico.

IV

Cálculo de un circuito de vía en corriente continua.

En la aplicación y empleo de un relevador de corriente continua a la vía, se plantea el problema siguiente:

Dadas las constantes eléctricas del relevador conectado a un extremo del circuito de vía, cuyas características (longitud, resistencia de la vía y conductancia del balasto) se conocen, calcular el voltaje, la intensidad y la capacidad que ha de tener el manantial de energía que debe ser aplicado al otro extremo del circuito para obtener el satisfactorio y seguro funcionamiento del relé.

Además de las características de la vía, se conocen, por lo tanto, los valores e_r i del voltaje e intensidad de trabajo del relé (figura 12); agregando a e_r el valor de la caída de voltaje producida por i en

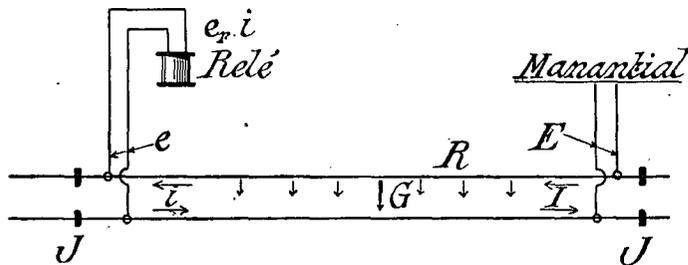


Fig. 12.—Esquema del circuito de vía.

los conductores que enlazan el relé a los carriles, se obtiene el valor de e que debe resultar entre los carriles en el extremo del circuito lado relé.

Los valores de e e i en este extremo deben experimentar a lo largo del circuito aumentos impuestos por las caídas óhmicas y filtraciones en el balasto, según se diseña en el esquema (fig. 13).

Para el estudio actual pueden seguirse dos métodos: el considerar la filtración de corriente a través del balasto concentrada en el centro del circuito de vía, o bien el considerar la filtración progresiva de corriente a todo lo largo del balasto en el circuito.

Primer método: Filtración concentrada en el medio del circuito.—Este

método es abreviado y proporciona un resultado solamente aproximado (fig. 12).

Se conocen: e voltaje en el extremo del circuito, lado relé.

i intensidad id., id., id.

R resistencia total de los carriles.

G conductancia total del balasto.

El voltaje e debe incrementarse en el valor $R i$ de la caída óhmica en los carriles producida por la intensidad i .

Siendo G la conductancia total del balasto en todo el largo de vía

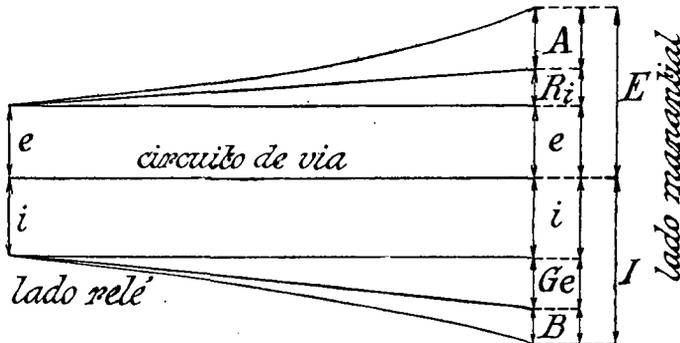


Fig. 13.—Aumento del voltaje y de la intensidad a lo largo del circuito de vía.

A , incremento de e causado por el aumento de i , originado por la filtración de corriente en el balasto.

B , incremento de i debido al aumento de e .

interesado, que se considerará concentrada en el medio del circuito, el aumento de intensidad debido a la filtración por este concepto tiene el valor $G e$.

Este aumento $G e$ en el valor de i , produce una caída de tensión suplementaria a partir del punto medio del circuito cuyo valor es: $\frac{G e \cdot R}{2}$.

A su vez, el aumento $R i$ en el voltaje da lugar en el punto medio del circuito a un aumento de corriente filtrante equivalente a $\frac{G R i}{2}$.

Y este aumento en la corriente filtrante ocasiona un incremento en el voltaje, a partir del punto medio, igual a

$$\frac{G R i}{2} \cdot \frac{R}{2} = \frac{G R^2 i}{4}$$

Se obtiene, por lo tanto, con este primer método:

$$E = e + R i + \frac{G e R}{2} + \frac{G R^2 i}{4} \quad [1]$$

$$I = i + G e + \frac{G R i}{2} \quad [2]$$

Estas fórmulas pueden ser empleadas en los circuitos de vía de poca longitud.

Segundo método: Filtración progresiva a todo lo largo del circuito.— Para este método se adoptan las formulas establecidas por Lewis (1) para corriente alterna, que se aplican a la corriente continua:

$$E = e \cdot \cos. \sqrt{R G} + i \cdot \sqrt{\frac{R}{G}} \cdot \text{sen.} \sqrt{R G}$$

$$I = i \cdot \cos. \sqrt{R G} + e \cdot \sqrt{\frac{G}{R}} \cdot \text{sen.} \sqrt{R G}$$

Teniendo en cuenta que

$$\cos. x = 1 + \frac{x^2}{i 2} + \frac{x^4}{i 4} + \frac{x^6}{i 6} + \dots$$

$$\text{sen.} x = x + \frac{x^3}{i 3} + \frac{x^5}{i 5} + \dots$$

se obtiene:

$$\cos. \sqrt{R G} = 1 + \frac{R G}{2} + \frac{R^2 G^2}{24} + \frac{R^4 G^4}{720} + \dots$$

$$\text{sen.} \sqrt{R G} = \sqrt{R G} + \frac{\sqrt{R^3 G^3}}{6} + \frac{\sqrt{R^5 G^5}}{120} + \dots$$

sustituyendo estos valores y ordenando los términos, se logra finalmente:

$$E = e + R i + \frac{R}{2} G e + \frac{R}{3} \cdot \frac{G}{2} \cdot R i + \frac{R G R}{4 \cdot 3 \cdot 2} \cdot G e + \dots \quad [3]$$

(1) L. V. Lewis, *Signal Engineer*, número de julio de 1911.

$$I = i + Ge + \frac{G}{2} Ri + \frac{G}{3} \cdot \frac{R}{2} Ge + \frac{G R G}{4 \cdot 3 \cdot 2} \cdot Ri + \dots \quad [4]$$

Interpretación de estas fórmulas.—En estas fórmulas se observa que cada término de E o I se forma multiplicando el término anterior de I o de E , por R o por G , respectivamente, divididos por 1, 2, 3, etc. Este resultado es lógico, pues cada uno de los términos de E o de I se origina por efecto del término anterior de I o de E .

En la fórmula [3] la formación de los términos se puede interpretar como sigue:

Ri — aumento de voltaje causado por i al pasar por la resistencia R .

$\frac{R}{2} Ge$ — aumento de voltaje debido a $\frac{Ge}{2}$ (valor medio lineal de Ge) en su paso por la resistencia R .

$\frac{R}{3} \cdot \frac{G}{2} Ri$ — aumento de voltaje atribuible a $\left(\frac{\frac{G}{2} Ri}{3}\right)$ al pasar por la resistencia R .

Este factor $\left(\frac{\frac{G}{2} Ri}{3}\right)$ es el valor medio cuadrático de $\frac{G}{2} Ri$ a lo largo del circuito; considérese, en efecto que interviniendo en él las dos variables R y G , su valor en un punto dado es proporcional al cuadrado de la longitud del trozo de circuito considerado; ahora bien, en una ecuación de la forma $y = x^n$, el valor medio de y entre $y = 0$ e $y = \text{máximo}$, es $\frac{y \text{ máximo}}{n + 1}$ (1). Por tanto, el valor medio cuadrático que se busca es:

$$\left(\frac{\frac{G}{2} Ri}{2 + 1}\right) = \frac{R}{3} \cdot \frac{G}{2} \cdot Ri.$$

(1) En la ecuación $y = x^n$, el valor medio de y es:

$$\begin{aligned} y \text{ medio} &= \frac{\int_0^X x^n dx}{X} = \frac{\left[\frac{x^{n+1}}{n+1}\right]_0^X}{X} = \frac{X^{n+1}}{X \cdot (n+1)} = \\ &= \frac{X^n}{n+1} = \frac{y \text{ máximo}}{n+1} \end{aligned}$$

En la fórmula [4] la interpretación de los términos es semejante a la apuntada, y así:

$G e$ — filtración en el balasto producida por e con la conductancia del balasto G .

$\frac{G}{2} R i$ — filtración originada por $\frac{R i}{2}$ (valor medio lineal de $R i$) con la conductancia G .

$\frac{G}{3} \cdot \frac{R}{2} G e$ — filtración imputable a $\left(\frac{\frac{R}{2} G e}{3}\right)$ (valor medio cuadrático de $\frac{R}{2} G e$), combinado con la conductancia G .

Comparando dos a dos las fórmulas [1] y [2], obtenidas en el primer método, con las [3] y [4], obtenidas en el segundo método, se observa que son semejantes; únicamente el cuarto término de la [1] es una mitad mayor que el análogo de la [3], por lo cual en los circuitos de vía cortos se suelen emplear las [1] y [2], prescindiendo del cuarto término en la fórmula [1].

*
* *

Aplicación al cálculo de un circuito de vía (fig. 14).—Datos del relé de corriente continua de que se dispone (tomados de su ficha):

Voltaje normal, $e_r = 0,50$ voltios.

Intensidad ídem, $i = 0,12$ amperios.

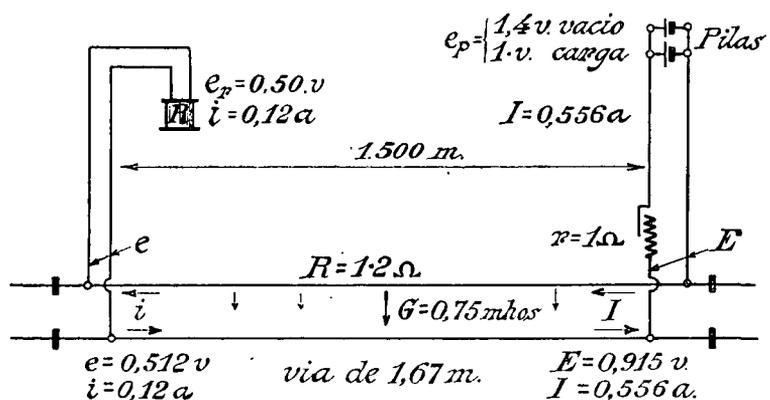


Fig. 14.—Esquema del cálculo de un circuito de vía de corriente continua y su aplicación a un caso corriente.

Voltaje de caída, 0,25 voltios.

Intensidad de caída, 0,06 voltios.

Resistencia, 4 Ω .

Datos del circuito de vía (tomados sobre el terreno):

Longitud, 1.500 metros.

Ancho de vía, 1,67 metros.

Balasto, piedra partida seca; drenaje normal.

Carril de 42 kilogramos y 12 metros de longitud; conexiones entre carriles, dos conductores de hierro de 4 milímetros diámetro.

De estos datos se deduce según las tablas primera y segunda:

Resistencia óhmica del circuito de vía: $R = 0,80 \times 1,5 = 1,20$ ohmios.

Conductancia total del balasto en el circuito: $G = 0,5 \times 1,5 = 0,75$ mhos, que corresponde a piedra partida húmeda, como medida de previsión.

El relevador se supone conectado a los carriles por medio de dos hilos de cobre de 2 milímetros de diámetro y 10 metros de longitud cada uno, cuya resistencia es:

$$\rho \times \frac{l}{s} = 1,56 \times \frac{2000}{0,0314} = 100.000 \text{ micro-ohmios} = 0,1 \text{ ohms.}$$

La caída óhmica producida por estas conexiones para $i = 0,12$ amperios se evalúa en: $0,1 \Omega \times 0,12 a = 0,012$ voltios.

El voltaje que debe existir, por lo tanto, entre carriles en el extremo del circuito, lado relé, es: $e = 0,50 + 0,012 = 0,512$ voltios.

La aplicación de las fórmulas [1] y [2], da:

$$E = 0,51 + 0,144 + 0,229 + 0,032 = 0,915 \text{ voltios.}$$

$$I = 0,12 + 0,382 + 0,054 = 0,556 \text{ amperios.}$$

Se supone enlazado el generador a la vía en este extremo del circuito por medio de dos hilos semejantes a los del extremo lado relé, los que producirán una caída de voltaje de: $0,1 \Omega \times 0,55 \text{ amperios} = 0,055$ voltios.

Por tanto, se necesita un voltaje teórico, en carga, en el generador de: $0,915 + 0,055 = 0,970$ voltios, o sea de 1 voltio aproximadamente.

Este voltaje en carga se puede obtener mediante el empleo de un solo elemento de pila cuyo voltaje en vacío sea de 1,1 a 1,4 voltios; es conveniente, sin embargo, colocar dos elementos acoplados en derivación con objeto de aumentar la capacidad de la batería y obtener una mayor duración de la misma sin necesidad de que sea recargada.

La resistencia r de regulación debe disponerse para que sea capaz de absorber el exceso de voltaje así previsto, y su valor teórico sería:

$$\frac{1,4 - 0,97}{0,556} = 0,84 \text{ ohmios, o sea 1 ohmio aproximadamente.}$$

Prácticamente puede elegirse esta resistencia de 2 ó 3 ohmios, graduable a voluntad para poder tomar de ella lo que aconseje el montaje práctico de la instalación.

Capacidad del generador.—Si se supone que la resistencia interna de cada una de las pilas sea de 2 ohmios, en el caso expuesto la resistencia interior total de los dos elementos en paralelo será de 1 ohmio.

Si se gradúa la resistencia auxiliar r a 0,5 ohmios, la intensidad de corriente que se gasta durante el cortocircuito producido por el tren cuando éste se halla en el extremo del circuito de vía, lado pilas (fig. 15), es de:

$$\frac{1.4}{1 + 0.5 + 0.1} = 0.9 \text{ amperios;}$$

este gasto puede servir de base al cálculo que se expone, si bien es un máximo del mismo.

Considérese que circulan diariamente cincuenta trenes por el circuito

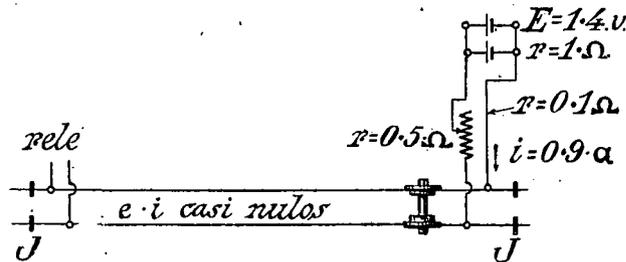


Fig. 15.—Régimen de corto circuito al paso de un tren en circuito de vía de corriente continua.

y que la permanencia de cada uno sobre el mismo llega a ser $1 \frac{1}{2}$ minutos, o sea globalmente de 75 minutos en el día; el gasto total diario por este concepto es de: $0.9 \text{ amperios} \times 1.25 \text{ horas} = 1.125 \text{ amperios-hora}$.

El consumo normal de corriente en el circuito de vía durante las 22,75 horas restantes de la jornada es aproximadamente de: $0.55 \text{ amperios} \times 22.75 \text{ horas} = 12.50 \text{ amperios-hora}$. El gasto total de corriente en el día es, por lo tanto, de: $1.125 + 12.50 = 13.62 \text{ amperios-hora}$; y por pila, aproximadamente, de 6,5 amperios-hora.

Por consiguiente, para una capacidad por pila de 400 amperios-hora, la duración de la batería, sin necesitar cuidado alguno, es de $\frac{400}{6.5} = 61$ días aproximadamente como mínimo.

Téngase en cuenta que estos cálculos se han efectuado partiendo del supuesto de que el balasto estaba formado por piedra partida húmeda, la cual presenta una conductancia casi doble prácticamente que la misma en estado seco.

Por lo tanto, durante la estación seca y la mayor parte del año en nuestro clima, excepto la región extrema Norte, la duración de la batería referida sin necesitar cuidado alguno sería aproximadamente de tres meses.

Tipos de pilas adecuados.—Para el empleo en circuitos de vía de corriente continua existen hoy día numerosos tipos de pilas, de los cuales los de empleo más corriente en nuestro país, pueden ser:

Pila Edison.—Electrodos positivos de cinc. Electrodos negativos de cobre oxidado. Solución de sosa cáustica.

Los electrodos de cinc y de óxido de cobre se hallan dispuestos en forma de placas unidas en forma semejante a las de los acumuladores.

Voltaje de trabajo: 0,55 a 0,65 voltios para descargas de 3 y de 0,50 amperios, respectivamente.

Capacidad: variable entre 200 y 1.000 amperios-hora según el número de placas que la formen. Estos elementos suelen ser de reposición onerosa.

Pila A. D. tipo 220.—(Leclanché). Electrodo positivo de carbón poroso. Electrodo negativo de cinc. Solución de cloruro amónico. El electrodo positivo es cilíndrico y va rodeado de la placa de cinc que tiene forma circular.

Voltaje de trabajo: 1,10 voltios aproximadamente.

Capacidad: de 100 a 200 amperios-hora.

Este tipo es conveniente sólo para descargas del orden de medio amperio como máximo.

Pila A. D. tipo 218 N.—Electrodo positivo de carbón poroso. Electrodo negativo de cinc. Solución de sosa cáustica. Los electrodos se disponen como los del tipo anterior.

Voltaje de trabajo: de 1,02, 1,10 ó 1,20 voltios para descargas de 3, de 2 y de 1 amperios, respectivamente.

Capacidad normal: 500 amperios-hora.

Este tipo de pila conviene para descargas permanentes o semipermanentes del orden de 2 a 3 amperios.

V

Características de la vía para corriente alterna.

Reactancia e impedancia de la vía.—El circuito eléctrico en el que intervienen los carriles de la vía se comporta con respecto a la corriente alterna en igual forma que cualquiera otro por el que circule esta clase de corriente.

Además de considerar la resistencia óhmica que presentan estos carriles, de la que se ha tratado en el capítulo III al referirse al circuito de vía de corriente continua, es necesario tener en cuenta en este caso la reactancia que posean según la periodicidad de la corriente alterna que por ellos ha de circular, y conocer, por consiguiente, la impedancia del circuito de la vía, que es el factor que en último término únicamente interesa en este estudio (1).

La resistencia óhmica real de los carriles de la vía es mayor en el régimen de corriente alterna que en el de corriente continua a causa del efecto Kelvin o efecto superficial que se produce en los mismos, fenómeno originado, como se sabe, por causa de que el flujo magnético alternativo que se engendra en la masa del carril rechaza hacia su periferia a la corriente que por él circula y disminuye realmente su sección de paso. Este efecto es mucho más ostensible en los carriles de acero que en los conductores de cobre por causa de la mucho mayor permeabilidad magnética que presenta el primero de dichos metales con respecto del segundo.

En la resistencia aparente o impedancia del circuito de vía se observa además otro aumento, en comparación con los circuitos ordinarios formados por conductores de cobre u otros metales no magnéticos, atribuido a que siendo la autoinducción propia del material que forma los carriles bastante mayor que la del cobre, aumenta por este concepto la

(1) Recuérdese que la impedancia Z de un circuito tiene por valor: $Z = \sqrt{r^2 + l^2 \omega^2}$, en la que r es la resistencia óhmica, l la autoinducción del circuito y ω la pulsación de la corriente alterna, la que a su vez es igual a $2 \pi f$, siendo f la frecuencia de la misma corriente.

El producto $l \omega$ es la reactancia del circuito.

En la representación vectorial, Z es la hipotenusa de un triángulo rectángulo cuyos catetos son la resistencia r y la reactancia $l \omega$, vectores que están defasados 90 grados, por ser éste el defasaje de la fuerza electromotriz de autoinducción (de la misma dirección que l) con respecto a la fuerza electromotriz efectiva (de la misma dirección que r).

reactancia del circuito de vía con relación a la que presentan aquellos otros circuitos.

El efecto superficial o efecto Kelvin citado antes, depende de la permeabilidad magnética del material que forme los carriles, y ésta, a su vez, guarda relación con la densidad de la corriente que circula por ellos. La permeabilidad magnética del carril afecta también a la auto-inducción del mismo, y, por consiguiente, a su reactancia e impedancia eléctricas.

Esta complejidad en el cálculo teórico de la impedancia de los carriles, se ha obviado con la adquisición de datos empíricos, y como resultado de las experiencias practicadas se ha establecido la tabla tercera, que es de corriente empleo para estos usos. (Véase la tabla III de la página siguiente.)

Para otras longitudes de carril u otras frecuencias de corriente no comprendidas en esta tabla, puede procederse a encontrar los valores de Z y de $\cos. \varphi$ por interpolación de los valores en ella consignados.

Resistencia filtrante y conductancia del balasto.—La resistencia óhmica del balasto al paso de la corriente filtrante, o su inversa la conductancia, tienen para la corriente alterna idénticos valores que los que presenta para la corriente continua, por carecer de reactancia este material considerado como conductor.

La tabla segunda del capítulo III, que expresa estos valores en ohmios y mhos, respectivamente, por kilómetro de vía, se aplica, por lo tanto, íntegramente al cálculo de circuito de vía alimentado por corriente alterna de cualquier frecuencia.

(Continuará.)

José MARIA DE PAUL.

TABLA TERCERA

Valores de la impedancia (Z) en ohmios y del factor de potencia ($\cos. \varphi$) de los dos carriles de la vía, por kilómetro de vía, para diversos tipos de carril y frecuencias de 25 y 50 periodos por segundo de la corriente alterna de alimentación.

PESO DEL CARRIL POR METRO LINEAL	ESPECIE DE LAS CONEXIONES QUE LIGAN LOS CARRILES	Longitud de carriles 8 metros.				Longitud de carriles 10 metros.				Longitud de carriles 12 metros.			
		c. a. 25 periodos'		c. a. 50 periodos'		c. a. 25 periodos'		c. a. 50 periodos'		c. a. 25 periodos'		c. a. 50 periodos'	
		Z	$\cos. \varphi$	Z	$\cos. \varphi$	Z	$\cos. \varphi$	Z	$\cos. \varphi$	Z	$\cos. \varphi$	Z	$\cos. \varphi$
50 kilogramos..	a) Soldados o unidos por cables de cobre, como en tracción eléctrica...	.33	.40	.68	.40	.33	.40	.68	.40	.33	.40	.68	.40
	b) Dos alambres de cobre de 4 mm. de diámetro..	.43	.72	.77	.61	.43	.70	.75	.60	.42	.68	.72	.59
	c) Un alambre de cobre y otro de hierro, ambos de 4 mm. de diámetro..	.56	.83	.86	.71	.53	.82	.83	.70	.47	.77	.78	.68
	d) Dos alambres de hierro cobreado (40 por 100) de 4 milímetros de diámetro....	.63	.87	.86	.75	.60	.84	.85	.74	.57	.81	.83	.73
	e) Dos id. de hierro de 4 id.	1.31	.97	1.54	.91	1.19	.96	1.44	.90	1.06	.95	1.31	.88
45 kilogramos..	a) .....	.33	.43	.70	.43	.33	.43	.70	.43	.33	.43	.70	.43
	b) .....	.46	.73	.81	.63	.43	.72	.78	.62	.42	.69	.73	.60
	c) .....	.56	.83	.89	.72	.53	.82	.85	.71	.50	.78	.79	.68
	d) .....	.63	.87	.90	.76	.60	.84	.86	.74	.57	.81	.84	.73
	e)	1.31	.97	1.57	.92	1.22	.96	1.47	.91	1.09	.95	1.33	.89
42 kilogramos..	a) .....	.33	.46	.70	.46	.33	.46	.70	.46	.33	.46	.70	.46
	b) .....	.46	.74	.81	.65	.44	.73	.78	.64	.43	.70	.74	.63
	c) .....	.56	.81	.91	.73	.55	.83	.87	.72	.50	.79	.81	.70
	d) .....	.64	.88	.91	.77	.61	.85	.88	.76	.58	.82	.84	.75
	e)	1.35	.97	1.60	.92	1.22	.97	1.50	.91	1.10	.95	1.34	.89
40 kilogramos..	a) .....	.36	.48	.71	.48	.36	.48	.71	.48	.36	.48	.71	.48
	b) .....	.46	.75	.81	.66	.46	.73	.79	.65	.44	.71	.77	.64
	c) .....	.56	.84	.91	.74	.55	.83	.88	.73	.51	.80	.84	.72
	d) .....	.65	.88	.92	.77	.61	.85	.89	.76	.58	.82	.86	.75
	e)	1.35	.97	1.62	.92	1.23	.97	1.52	.91	1.11	.95	1.36	.90
35 kilogramos..	a) .....	.36	.52	.73	.52	.36	.52	.73	.52	.36	.52	.73	.52
	b) .....	.49	.77	.84	.69	.47	.76	.83	.69	.46	.74	.82	.68
	c) .....	.59	.86	.94	.76	.56	.85	.91	.75	.52	.81	.87	.74
	d) .....	.66	.89	.95	.78	.61	.86	.92	.78	.59	.85	.89	.77
	e)	1.38	.97	1.65	.93	1.25	.97	1.57	.92	1.12	.95	1.39	.90

PASO DE RÍOS A VIVA FUERZA

Vamos a explicar un asunto muy importante: el paso de ríos en presencia del enemigo. No sabemos aún lo que al tratar de esta operación nos reservan nuestros reglamentos, aún inéditos, y nos referiremos exclusivamente a los extranjeros, franceses y alemanes, cuya doctrina está sancionada por los numerosos pasos realizados o intentados por ambos beligerantes, y a la obra publicada por el capitán austriaco Regele, titulada *Kampf um Flüsse*.

Esta operación reviste, para *nosotros ingenieros*, una importancia capital y, es, puede decirse, para el zapador y el pontonero la más difícil en sus preparativos y en su realización, no sólo por la gran cantidad de material que requiere, en cuanto se trate de un río importante, sino por el continuado esfuerzo que hay que pedir al personal, y el método y orden que exigen estos trabajos por parte de oficiales y jefes, y especialmente por parte de los comandantes de Ingenieros de las grandes unidades.

No hemos de descender en este estudio a los procedimientos de tendido de puentes ni detalles de paso con medios auxiliares que de sobra son conocidos de los lectores, y cuyos detalles pueden verse en nuestro Reglamento, nos limitaremos a presentar un cuadro esquemático de las diversas fases de la operación. En él se verá reflejada la labor en muchos momentos sobrehumana que han de realizar nuestras tropas, que en tales casos son verdaderas tropas de sacrificio para las que no existe un momento de reposo en los días que puede durar la operación (1).

El paso de ríos requiere una íntima colaboración de todas las armas, porque representa, frente al enemigo, un período de debilidad que sólo puede vencerse con la más íntima cooperación y mutua confianza. Su característica principal es el encontrarse las tropas atacantes, apenas han llegado a la orilla enemiga con un obstáculo a su espalda, con medios de comunicación precarios y excesivamente frágiles a poco maniobrero que se presente el enemigo.

Base del éxito son: la sorpresa y la superioridad de fuegos, así como el dominio del aire, o por lo menos la neutralización de los aviones ene-

(1) El paso del Piave por los italianos y franceses, en octubre de 1918, aun favorecidos por el estado moral de los austriacos, duró del 26 al 31 de octubre.

migos. Además, requiere, como toda operación de grandes vuelos, el combinar el ataque principal con otros secundarios, realizados con igual tesón y convencimiento que aquél; realizados convenientemente pueden decidir el éxito de la operación, convirtiéndose muchas veces un paso secundario en principal, de lo contrario no conducen más que a sacrificios estériles. Por no haber atendido a estas contingencias puede decirse que fracasó, o por lo menos no alcanzó el éxito apetecido la batalla de Champagne en octubre de 1915.

Si no se ha logrado ocultar al enemigo las propias intenciones desde el primer momento, precisa no perder tiempo y llevar a cabo la operación a todo riesgo y sin vacilación, o aplazarla hasta mejor ocasión. Las dilaciones aun de pocas horas son desastrosas en estas condiciones.

Táctica y técnica han de estar íntimamente enlazadas.

Las operaciones tácticas a que dará lugar el paso de un río a viva fuerza, serán:

1.^a Poner pie en la orilla enemiga, ganar el suficiente terreno para que desde el primer momento queden los puntos de paso al abrigo del fuego directo de la infantería.

2.^a Progresar hasta alcanzar los observatorios enemigos con vistas directas sobre los puntos de paso, logrando a la par sustraer así a éstos de los fuegos de la artillería ligera que se habrá visto obligada a desplazarse ante ese avance.

3.^a Forzar al enemigo a trasladar sus posiciones artilleras al límite de alcance de su artillería pesada.

A estas etapas sucesivas de la operación táctica, corresponde, desde el punto de vista técnico, las tres fases siguientes:

Primera fase: Paso mediante embarcaciones de las primeras unidades, hasta el momento que estas hayan alcanzado los primeros objetivos señalados, que permiten poner los emplazamientos elegidos para los puentes fuera de alcance de los cañones de pequeño y mediano calibre.

Segunda fase: Lanzamiento de los puentes de material reglamentario, bajo el fuego de las piezas de gran alcance y de la aviación de bombardeo.

Tercera fase: Establecimiento de puentes pesados de circunstancias, dejando libre el material reglamentario.

Estas tres fases que establece el reglamento francés son las mismas que el alemán indica:

1.^a Paso y establecimiento de la pequeña cabeza de puente.

2.^a Lanzamiento del puente, establecimiento de la gran cabeza de puente.

3.^a Puentes normales reforzados, retirando el material reglamentario.

Desde luego, estudiaremos el caso llamado por los alemanes *directo*, o sea aquel que se realiza en terreno preparado ante un enemigo, disponiendo de toda clase de medios y que domina en absoluto la orilla en que se halla establecido; llamando *indirecto* al paso que se realiza cuando se tienen de antemano establecidas cabezas de puente en la orilla opuesta. En la guerra de movimiento el problema se presenta de modo muy distinto. Es preciso seguir al enemigo sin perder momento; hay que tratar a toda costa de llegar al río a la par que el adversario, apoderándose de los pasos incólumes, que en caso contrario serían destruidos, y evitándose así la operación costosa y larga del paso directo.

Operaciones preliminares.

Las operaciones emprendidas y las consideraciones tácticas determinan los sectores de paso; las consideraciones técnicas deben, en general, y en lo posible, amoldarse a aquéllas; pero cuando sin mayores sacrificios las consideraciones tácticas pueden adaptarse a las técnicas no habrá que dudar en hacerlo, pues son evidentes las ventajas de un paso favorable desde el punto de vista técnico. Cuando se puedan satisfacer ambas condiciones (caso poco frecuente) se llegará a una solución ideal. Las exigencias técnicas se refieren a las condiciones del río, a la estación, al tiempo, a las condiciones de los caminos de acceso y al material disponible, vemos que sobre todo las influencias del tiempo y del agua, viento, tempestades, nieblas, inundaciones, etc., podrán producir graves dificultades que requieren fe, iniciativa, perseverancia y tenacidad por parte de todos.

Elegidos los sectores de paso ha de fijarse el momento de realizarlo; el día se fijará por las condiciones de la estación, el tiempo y el nivel del agua; la hora es asunto más debatido pero parece la más favorable la del alba como principio del ataque, quedando todo el día para alcanzar los primeros objetivos; esto obliga a efectuar el paso durante la noche, lo que si bien facilita la sorpresa, lleva en su contra la dificultad del enlace y la incertidumbre sobre el apoyo del fuego. En las noches cortas del verano el momento más favorable de emprender el paso es el momento de anochecer.

Respecto a las acciones secundarias no pueden darse normas fijas; podrán preceder o seguir a la principal, pero siempre han de ser concordantes. La sorpresa puede lograrse con o sin preparación preliminar de artillería, pero siempre es aleatoria, pues un enemigo emprendedor y bien informado puede dejar aproximarse los primeros escalones de ataque y destruirlos una vez en el agua. El alargamiento del tiro de la artillería debe ser simultáneo al primer desembarco, pues la menor espera

puede permitir al defensor salir incólume de sus posiciones e impedir el paso. Cuando haya dificultades para observar la orilla enemiga, el momento de alargar el tiro se comunicará al director de éste mediante señales. Objetivo muy importante para la artillería propia serán los proyectores enemigos que con sus haces pueden cegar a los remeros. Los proyectores propios podrán acompañar con sus haces al escalón más avanzado, haciéndolo así invisible a los observadores enemigos, pero requiere una cooperación muy íntima de proyectores y pontoneros para que la proyección sea eficaz, pues es fácil se convierta en un arma de dos filos.

El ataque por gases de la orilla enemiga no es conveniente, pues obliga a las tropas propias el uso de la máscara, que fatiga enormemente a los remeros, y limita al campo de vista de los pilotos, debe reservarse contra la artillería y las posiciones retrasadas del enemigo. Si éste emplea los gases, el uso de la máscara es inevitable, pero entonces hay que contar con retrasos y pérdidas considerables. Como en el río los barcos y los puentes no pueden enmascararse, ofrecen a los aviones blancos importantes, por lo cual no hay más remedio que dominar a la aviación contraria, o contar con un descalabro seguro. Cuando un punto de paso haya sido descubierto por el enemigo hay que prescindir de él, pues se sacrificaría inútilmente al material.

No nos cansaremos de repetir que el éxito de un paso de río frente al enemigo estriba en su mayor parte en una cuidadosa preparación y en una absoluta sorpresa lograda con el secreto y los enmascaramientos.

Los reconocimientos han de ser muy cuidadosos y completarlos con los aéreos, no descuidando ningún dato sobre topografía e hidrografía del río, estableciendo una cuidadosa vigilancia del mismo mediante una verdadera policía fluvial y puestos aguarriba y aguaabajo de los puntos de paso para atender a las posibles contingencias en los grandes ríos y en los del régimen torrencial.

Para comenzar sus estudios no han de esperar los comandantes de Ingenieros las órdenes concretas del Mando, en general habrán de contentarse con amplias directivas, y así, llegado el momento oportuno y completados todos los informes recogidos y cuidadosamente comprobados, podrá el Mando, una vez conocidos los medios de que dispone, que en cada gran unidad (División o Cuerpo de Ejército) serán función de los elementos de que disponga el Ejército, fijar el proyecto definitivo del paso.

Estudios y reconocimientos se referirán a cuanto interesa a Estado Ma-

yor, Artillería, Infantería, Carros de combate, Aviación e Ingenieros (1).

Sobre la base de los reconocimientos y de acuerdo los Mandos interesados, se redactará el proyecto de paso, proyecto que atendiendo a todos los extremos de hora, tiempo, nivel del agua, utilización de islas, brazos, canales y afluentes, tendrá además calculado exactamente la fuerza de pontoneros y zapadores; para el paso indicará las disposiciones que han de adoptarse para antes del ataque (construcción de caminos, acciones tácticas para la ocupación de islas, transporte de elementos de paso a lugares determinados) y fijará los tiempos necesarios para la ejecución de todas estas operaciones. El Mando, teniendo en cuenta este proyecto, redactará la orden de paso y señalará el momento de iniciar los trabajos.

Ante todo, hay que preparar para el paso los sectores de ataque. Como los medios de paso han de llegar a cubierto a su destino, habrá a veces que construir caminos desfilados y enmascarados, y disponer de caminos especiales para la evacuación de los carros vacíos, y si en toda operación de guerra precisa tener perfectamente señaladas las comunica-

(1) Sólo indicamos a continuación lo que a Ingenieros se refiere; los demás extremos pueden verse con todo detalle en el Capítulo II del «Reglement sur la manoeuvre et l'emploi du Genie», 2.^a parte.

Ingenieros.—En general.—Estado exacto del personal y material necesario. Emplazamientos para los embarques y para la construcción de los puentes. Velocidad del río y, en su consecuencia, duración del ciclo de ida y vuelta de los diversos medios de transporte. Fijar, de acuerdo con el Estado Mayor, las importancias de las tropas que han de efectuar el paso y su fraccionamiento. Establecimiento del plan de empleo de tropas y material de Ingenieros. Personal suplementario técnico y auxiliar.

Para cada punto de embarque.—Depósitos enmascarados de material, escalonamiento para la llegada de este material, su transporte a la orilla, su empleo para la construcción de compuertas, utilización de medios de propulsión. Formaciones para las flotillas de navegación. Prever, en caso de necesidad, la construcción de embarcaderos en ambas orillas. Estudio de las disposiciones para fijar de noche los puntos de desembarque sobre la orilla enemiga. Prever la forma en que debe hacerse remontar la corriente a las embarcaciones o compuertas para llevarlas a los embarcaderos una vez que hayan vuelto a la orilla de partida. Estudiar los enlaces telefónicos. Establecer un horario de las operaciones.

Para los puentes.—Fijar sus emplazamientos, su resistencia, su método de construcción; evaluar el material necesario, la procedencia de dicho material y su distribución. Determinar los caminos de acceso y los depósitos (éstos deben enmascarse). Prever el escalonamiento del material en la orilla de partida de acuerdo con el método de construcción del puente. Fijar un horario para la construcción. Indicar las unidades encargadas del lanzamiento. Prever las variaciones que pueden sufrir los emplazamientos en caso de variaciones súbitas en el nivel del río, o a consecuencia de las fluctuaciones del combate. Prever cuanto se refiere al repliegue del puente si el fuego del enemigo lo impone. Precisar las medidas de protección del puente contra flotantes, Aviación, etc.....

ciones y guardar reglas de circulación precisas para evitar cruces y aglomeraciones, se comprende hasta qué punto hay que atender en este caso a tales condiciones. Si todas estas operaciones para aproximar el material y botar las embarcaciones no pueden hacerse en absoluto silencio, habrá que cubrir los ruidos con el fuego de Artillería a las horas de trabajo.

En los ríos estrechos estas operaciones se dificultan mucho, pues es más difícil ocultarlo a la vista del enemigo, debiendo extremarse las precauciones.

Para preparar el material y disponerlo para el paso convendrá utilizar las derivaciones y afluentes, o las islas si las hubiere. Las barcas de los primeros escalones habrán de ser tripuladas a remo, deben disponer de salvavidas en número apropiado al de hombres transportados, medios para tapar los orificios abiertos por los proyectiles y además alguna herramienta, debiendo prepararse en las orillas depósitos de material para atender a eventualidades. En escalones sucesivos podrá utilizarse muchas veces con ventaja la propulsión mecánica.

Un paso en gran escala requiere numerosas comunicaciones; una red especial debe enlazar los grupos de pontoneros y zapadores con su jefe y la red general enlazar todos los Mandos (Infantería, Artillería e Ingenieros) mediante comunicaciones lo más seguras posibles y, por lo tanto múltiples. Durante estos preparativos las tropas designadas para el paso se ejercitarán bajo la dirección de oficiales de pontoneros en operaciones de embarque y desembarco, en auxiliar al transporte de barcos y en remar para ayudar como remeros en trayectos largos.

El paso será vigilado por el jefe de las tropas a que está afecto el jefe de Ingenieros, siendo éste responsable de todos los trabajos de paso. Esta duplicidad de comandante táctico y técnico se realiza hasta en las mismas embarcaciones, en la cooperación entre pontoneros e infantes; al comandante técnico le corresponde la responsabilidad solamente en el agua; debe comunicar sus disposiciones al jefe táctico, pero ha de hacerlas observar a todos, a éste inclusive, cualquiera que sea su graduación.

La distribución de las tropas debe hacerse en forma tal que una vez iniciada la salida de la primera embarcación no haya interrupción en el paso. Las barcas vacías al regresar a la orilla han de encontrar en ella el personal dispuesto para el embarque.

Los hombres del primer escalón han de estar equipados ligeramente para aumentar el número de hombres transportados.

Primera fase: El transporte de tropas. La pequeña cabeza de puente.— La salida del primer escalón (escalón de asalto) debe hacerse a la hora prefijada. Una salida anticipada o retrasada, aun de una sola escuadra, puede dar al traste con la marcha normal del paso. Durante el trayecto

la infantería va sentada en el fondo de las embarcaciones sin poder hacer fuego ni lanzar bombas de mano. Si el primer escalón es acogido por el fuego de ametralladoras, debe sin vacilaciones remar rápidamente adelante, buscando amparo en un ángulo muerto de la orilla enemiga y dando las señales convenidas al alcanzarla, para hacer alargar el fuego de la artillería propia y acallar las ametralladoras.

Este primer escalón desembarcará en el sitio previamente fijado, vadeando la infantería en caso necesario unos cuantos metros, los demás escalones podrán elegir puntos más aptos para el desembarco.

La infantería desembarcada, que no debe nunca perder el contacto, se lanzará rápida y atrevidamente adelante, limpiando la orilla de enemigos. En los ríos de orillas escarpadas y con obstáculos insuficientemente destruidos precisa la cooperación de grupos zapadores.

Un oficial de pontoneros permanecerá en la orilla con el cometido de hacer los primeros reconocimientos técnicos relativos a las pasarelas de desembarco y dar las órdenes necesarias para éste. Además de este oficial debe haber presente un oficial de Estado Mayor informando constantemente de la marcha de la situación táctica y, por lo tanto, apto para influir en la marcha y orden del paso.

Con el desembarco de las primeras tropas en la orilla enemiga empieza la crisis que no puede evitarse en ninguno de estos casos. El movimiento de vaiven de una y otra orilla no se desarrollará bajo el fuego enemigo con la regularidad prevista; las pérdidas sufridas por los pontoneros, las embarcaciones echadas a pique o que queden a la deriva, las breves interrupciones para la reunión de los escalones desembarcados, el tiro de barrera del enemigo y además los incidentes que puede aportar un defensor activo, llevan siempre grandes cambios en lo previsto, cambios a los que es preciso buscar pronto remedio.

Con el primer escalón, marcharán grupos de asalto de infantería y grupos de zapadores para los trabajos técnicos de ataque, ametralladoras y armas especiales, observadores de artillería y grupo de enlaces con estaciones de T. S. H.

A continuación se transportarán, además de infantería, piezas de acompañamiento (en general piezas de montaña) sin ganado y puesto de sanidad y más tarde el ganado de las piezas de acompañamiento, artillería ligera, caballería, carros de municiones y cocinas portátiles. Las tropas deben de estar aprovisionadas para dos o tres días.

Las tropas atacantes, una vez desembarcadas, deben tratar de alcanzar en su avance a las baterías enemigas para ponerlas fuera de combate u obligarlas al cambio de posición, si esto no se ha logrado por la artillería propia, ganando así el terreno preciso para establecer la pequeña

cabeza de puente que debe asegurar la defensa contra los contraataques enemigos y permitir que continúe el transporte de los elementos y medios de combate necesarios para la continuación del ataque. La defensa será, por falta de espacio, esencialmente fija y la artillería desde la orilla amiga debe apoyarla con fuego continuo de barrera contra los contraataques enemigos. El mayor peligro puede estar constituido por los carros de combate que apareciendo de improviso en los puntos de desembarco cierran el paso. La defensa contra éstos, así como contra los ataques aéreos, es importantísima; contra los primeros actuará la artillería, contra los segundos los cañones antiaéreos y especialmente la aviación propia.

Si se logra éxito en el sector principal de paso, hacia este se dirigirán todos los elementos empleados en los sectores secundarios, para activar el paso y reparar pérdidas sufridas en éste, si el éxito correspondiese a uno de los secundarios hacia éste, convertido en principal, se trasladará todo el esfuerzo.

En caso desfavorable de una enérgica defensa y un fuego intenso enemigo no acallado por la propia artillería, se seguirá el paso de día hasta reunir en la orilla enemiga un grupo de fuerzas capaz de sostenerse, continuando el resto de transporte de noche.

Durante los primeros trayectos las embarcaciones volverán de vacío con la mayor rapidez que se pueda alcanzar, para dar así un respiro a los pontoneros. Más adelante se asignarán embarcaciones para la evacuación de heridos y prisioneros y otras para el enlace.

El jefe de las fuerzas atacantes ha de tener presente que el establecimiento de la cabeza del puente ha de hacerse lo más rápidamente posible, no perdiendo el impulso de las tropas; de modo que, si el enemigo se presentase débil ante el ataque, no deberá detenerse en las posiciones señaladas como objetivo, sino rebasarlas francamente.

Durante todo este período deben realizarse los preparativos para el lanzamiento del puente o de los puentes, teniendo todo dispuesto para iniciar los trabajos apenas se reciba la orden. Hay que tener en cuenta que, durante el período de lanzamiento, el transporte no podrá efectuarse en la misma amplitud, pues se requerirá la mayor parte del personal técnico para el establecimiento de los puentes.

Segunda fase: Establecimiento del puente. La gran cabeza del puente.— Establecida la primera cabeza de puente, simultáneamente habrá que proceder al lanzamiento del puente y a continuar el ataque para ensanchar las posiciones y alejar del río el peligro del fuego de los cañones de gran alcance.

Un paso de río en el que no se logra conquistar suficiente espacio

puede considerarse como fallido. La lucha durante días enteros en las proximidades del río no sólo restan impulso a la Infantería, sino que expone a las tropas técnicas a pérdidas tan considerables en hombres y en material que pueden llegar a ser insuficientes.

Conquistado el espacio para la gran cabeza del puente, la defensa será esencialmente móvil.

El establecimiento del puente o puentes requiere el empleo de numeroso personal, y expuesto al fuego de artillería de gran alcance y el bombardeo de los aviones, es operación difícil y peligrosa. Debe llevarse adelante con toda actividad, pues empleado, como hemos dicho, casi todo el personal, los transportes quedarán muy reducidos precisamente en uno de los períodos de gran actividad combatiente.

Tendido el puente, para la circulación en el mismo han de extremarse las precauciones no sólo en su proximidad, sino en mucho espacio antes y después. El puente constituye un desfiladero, tanto más expuesto a interrupciones cuanto más ancho es el río; las aglomeraciones e interrupciones en los caminos de acceso, aun a gran distancia del puente, influyen en la circulación del mismo.

El mando del puente y de sus accesos corresponde aun oficial de pontoneros y a él se unirá un oficial de Estado Mayor. Precisan para el servicio del puente: la guardia del mismo, para la vigilancia técnica y conservación del puente; un piquete armado a la entrada y a la salida y medios de enlace para regular el movimiento en los caminos conducentes al puente. Debe establecerse también una guardia del río que vigile la aproximación de flotantes u objetos a la deriva que pudieran constituir un peligro, y establecer estacadas de pilotes y vigas contra las minas flotantes. La guardia del río, que a veces precisa aun agua abajo del puente, estará provista de barcos de motor, explosivos y teléfonos enlazados con el mando de puente; si estas guardias están próximas al enemigo, deben ser protegidas convenientemente por fuerzas de Infantería.

Tercera fase.—Cuando el ataque haya rebasado la gran cabeza del puente y éste quede al abrigo del fuego de la artillería de grueso calibre, deberán sustituirse los puentes de material reglamentario por puentes de circunstancias reforzados con arreglo al material más pesado que ha de seguir cruzando el río y dejando libres los trenes de puentes para operaciones ulteriores.

A la ruptura del frente adversario debe seguir una persecución resuelta y violenta; las tropas atacantes y los grupos de zapadores que las acompañan han de procurar llegar a la par que el enemigo al próximo río para apoderarse de los puentes e impedir su destrucción.

Hay que tener en cuenta que a las tropas encargadas de la persecu-

ción se le han de afectar en muchos casos elementos de pontoneros, lo que constituye una razón más para sustituir los puentes reglamentarios por los de circunstancias lo antes posible.

En la pasada guerra, por no haberse atendido a esta necesidad, las tropas encargadas de la persecución se han visto muchas veces detenidas y han tenido que permanecer inactivas detrás de un río.

Paso de ríos en la retirada.

La retirada puede ser voluntaria o impuesta. Esta última por falta de tiempo y estado moral de las tropas es la más difícil y se convierte en verdaderamente peligrosa y expuesta a un verdadero desastre cuando se agrava con el paso de un río.

La idea del mando debe ser tratar de construir próximos a los ya existentes el mayor número posible de puentes y pasarelas que faciliten el rápido traslado a la orilla opuesta de las tropas en retirada, estudiando convenientemente los caminos de acceso y salida.

Además del mayor número posible de tropas técnicas, han de reunirse sobre el obstáculo un número de tropas combatientes de moral suficientemente levantada para organizar y defender hasta el último momento la cabeza de puente.

El paso ha de ser sumamente ordenado, manteniéndose este orden riguroso hasta muchos kilómetros más allá de la orilla.

Pasadas las tropas, bajo la protección de la cabeza de puente se levantan todos los puentes de material reglamentario, destruyendo los restantes.

La determinación del momento de la destrucción es de capital importancia. Una destrucción prematura puede conducir al sacrificio de un gran núcleo de tropas; una destrucción tardía expone a dejar en manos del enemigo el medio de cruzar el río y continuar la persecución.

Es preciso, pues, un enlace seguro entre el Comandante de Ingenieros y el mando superior.

La guarnición de la cabeza de puente salvará el río apoyada desde la otra orilla. El paso se hará a la par que por los puentes con las embarcaciones disponibles, y en éstas, cruzarán el río los últimos grupos una vez destruidos los puentes. El paso de este destacamento, en general, sólo será posible de noche, por lo que se comprende que han de estar previstos hasta los menores detalles.

Algunas consideraciones complementarias.

En casi todos los pasos de ríos, pontoneros y zapadores trabajan continuamente durante días y noches. Corresponde al mando conservarlos en plena eficiencia, lo que sólo puede lograrse con órdenes de marchas

bien combinadas, oportunos relevos y descansos antes de las grandes operaciones previstas.

Debe estudiarse cuidadosamente la coordinación de estos grupos de pontoneros dentro de las Grandes Unidades, pues en pasos importantes han llegado a alcanzar cifras verdaderamente insospechadas antes de la guerra.

Por ejemplo: un grupo de cuatro compañías de pontoneros llevaba 15 trenes de puentes y constaba de unos 2.500 hombres, 2.000 caballos y 470 carros, con una profundidad de marcha de 9 kilómetros, requiriendo 760 vagones para el transporte por ferrocarril.

La cantidad de pontoneros y de material para un paso se calculan según la anchura y el género de río que hay que salvar.

Los pontoneros son necesarios:

1.º Para el servicio de las embarcaciones en todos los puntos de paso.

2.º Para el establecimiento de los puentes.

3.º Durante el paso para: *a*, guardia y vigilancia del puente; *b*, guardia del río; *c*, servicio de las embarcaciones, y *d*, servicio del material.

Precisan, además, para una serie de trabajos secundarios (reunión y reparación del material averiado, protección contra las inundaciones, barramientos fluviales, etc.). La cantidad de material es función de la anchura y clase del río, precisa material reglamentario de puentes, material para puentes de circunstancias y pasarelas, barcos de motor, etcétera.

De las experiencias deducidas de los pasos de río realizados en la última guerra se desprende que los ríos grandes, como el Danubio y el Vístula, requieren una cantidad de material bastante menor, en proporción, que los ríos de importancia media como el Duna, el Piave y el Marne.

Las ideas expuestas, tomadas del libro citado *Kampf um Flüsse*, son idénticas, salvo ligerísimas variantes, a las que establecen los reglamentos franceses y alemanes. A primera vista uno y otro presentan un cuadro esquemático y rígido del paso de ríos a viva fuerza.

Fácilmente se comprende que se ha hecho el estudio de esta importantísima operación ateniéndose al caso más difícil y peligroso, o sea aquel en que el defensor puede oponer, por los elementos de que dispone y por su moral elevada, una resistencia tenaz. Bien puede decirse que en sus detalles no habrá dos operaciones de esta índole iguales y sólo podrá guiar al mando al aplicar estos preceptos generales el estudio detenido de los numerosos pasos de ríos efectuados en la pasada guerra. A dicho mando, compulsando sus propios medios y los que dispone el ene-

migo, compete el apreciar la mayor o menor dificultad del paso, extremando unas precauciones o prescindiendo de otras, según los casos, pero teniendo siempre presente que la necesaria rapidez en la decisión, la perseverancia, la iniciativa y tenacidad por parte de todos y la íntima cooperación de todas las Armas son factores del éxito, y que la menor vacilación puede conducir a un verdadero descalabro.

Consideraciones sobre el paso de ríos a viva fuerza.

El final de la guerra ha dejado en pie, no obstante los numerosos pasos de ríos realizados, varios problemas tácticos y técnicos, que tal vez los reglamentos resuelven en forma demasiado taxativa y conviene insistir sobre ellos.

Problemas tácticos.—¿Debe renunciarse a construir los puentes durante el combate, contentándose sólo con el transporte por embarcaciones y compuertas? ¿Es posible conservar un puente durante la batalla sin contar con la superioridad de fuegos?

Según los reglamentos, hasta que la artillería de campaña deje de tener acción sobre el río, debe apelarse a los medios de transporte discontinuos (barcos y compuertas).

En el estado actual y teniendo en cuenta que la evolución de la artillería tiende hacia el aumento de alcances, no debieran tenderse los puentes hasta que la primera cabeza de puente no alcance una profundidad de 8 a 10 kilómetros, pero antes de alcanzar esta profundidad las necesidades de las tropas combatientes serán de tal entidad, que el aprovisionamiento por medios discontinuos (barcos y compuertas) exige una cantidad tan considerable de material que es difícil que en casos de grandes ríos se pueda contar con el necesario para el paso, máxime teniendo en cuenta las pérdidas inevitables.

Al comparar el paso discontinuo con el paso continuo se presenta el siguiente dilema: El paso discontinuo con barcas y compuertas, ¿es a igualdad de superficie presentada al enemigo, más o menos vulnerable que un puente?

Si se tratase sólo de barcas, la contestación no ofrece dudas, porque el barco puede fácilmente cambiar los puntos de embarque y desembarque, evitando así las zonas de tiro enemigo. Pero la barca sólo puede utilizarse para el personal y el pequeño material transportable a brazo. Para el restante (coches hipomóviles, camiones, arzones, coches sanitarios, etc.) es preciso hacer uso de compuertas, y éstas necesitan pasarelas de embarque y desembarque, que no se pueden improvisar, pues sólo pueden establecerse en los puntos de llegada de las vías de comunicación

que el material requiere. Si a estas dificultades se unen las de embarque y desembarque, que requieren tiempo considerable y su menor movilidad durante el trayecto, resulta que el material y el personal permanece más tiempo expuestos al fuego, y por lo tanto, para ahorrar pérdidas en el material de puentes, este mismo material en las compuertas y el personal y material de guerra transportado, han de estar tanto o más expuestos a ser destruidos cuanto más estrecho sea el río, sobre todo si es menos ancho que la zona de dispersión probable de la artillería en tiro frontal u oblicuo; en tiro de enfilada la destrucción es cuestión de repartición de tiro entre las baterías.

En este último caso el tiro sobre la línea constituida por el puente es menos eficaz que sobre las compuertas que se mueven en la zona peligrosa de un tiro de artillería.

Análogas consideraciones son pertinentes si se trata de bombardeo con aviones.

Estas consideraciones inducen a los alemanes en el primer paso del Marne a la construcción inmediata de puentes.

Pero en el segundo paso del Marne el 15 de julio de 1915 la artillería francesa bate metódicamente caminos y puentes, llegando hasta interrumpir el paso discontinuo; algunas horas más tarde la aviación contribuye a aumentar el desorden. El recuerdo de esta jornada, que costó a los alemanes grandes pérdidas, es sin duda la que dió origen a la siguiente consideración del reglamento alemán: «La aviación y la artillería de largo alcance pueden obligar a continuar durante mucho tiempo el paso discontinuo.»

¿Qué solución debe, pues, adoptarse? Desde luego, ha de ser función de las condiciones locales y tácticas, pero, en principio y siendo más rápido el transporte por puentes, puede establecerse que éstos deberán lanzarse apenas lo exija el aprovisionamiento de las tropas combatientes. Muchas veces habrá que contentarse por Cuerpo de Ejército con un sólo puente para pesos de 3 a 4 toneladas, interin se pueda reforzar hasta servir para pesos de unas 8 toneladas.

Si nos atenemos a casos concretos de pasos realizados, vemos que con un enemigo vigilante la progresión del primer día no ha excedido nunca de unos 4 ó 5 kilómetros, durante ese día el paso discontinuo puede bastar para aprovisionar la infantería, debiéndose, en general, durante la segunda noche procederse al lanzamiento de los puentes. A partir de este momento hay que esforzarse en mantener los puentes en servicio.

Ahora bien, la protección del paso ha de hacerse protegida por la invisibilidad, es decir, manteniendo permanentemente sobre el río día y noche una nube de humo que obligue al enemigo a lanzar sus proyecti-

les de artillería o de avión al azar. El teniente coronel Block calcula que 200 kilogramos de sustancias fumígenas por kilómetro cuadrado y hora son suficientes si el viento (el enemigo más temible de este enmascaramiento) no es contrario. Las economías realizadas en personal y material compensarán sobradamente el gasto de sustancias fumígenas.

Pero en esto como en toda operación, para que tenga el verdadero éxito precisa, repetimos, la sorpresa y la superioridad de fuegos; faltando ésta falla la operación, como ocurrió a los alemanes en la jornada citada del Marne.

Problema técnico.—Madera o hierro.

El empleo en la guerra moderna de material cada vez más pesado, ha hecho pensar en la sustitución de la madera por el hierro. En muchos ejércitos el pontón de madera ha sido hace mucho sustituido por el de palastro, conservando la madera en lo restante del material, pero también se ha pensado en su sustitución por el hierro. El puente metálico tiene el gran inconveniente de que la ruptura causada por un disparo afortunado no se limita a la brecha mayor o menor, sino que falsea los elementos y tramos adyacentes. La madera resulta menos expuesta que el hierro a las deformaciones por choques y repujo de proyectiles y, por lo tanto, más fácilmente reparable.

Con el hierro se tendría mayor resistencia para el paso, con la madera mayor resistencia, por decirlo así, contra el fuego. Con el primero habrá que tardar más en establecer los puentes, alargando el período de paso discontinuo con todos sus inconvenientes. Ahora bien: en el período considerado, ¿precisarán los puentes metálicos, dado el peso del material necesario? No lo creemos; rara vez será necesario recurrir al paso de pesos que excedan de 8 a 10 toneladas allí donde han de circular las columnas de elementos orgánicos de divisiones y cuerpos de ejército, y si alguna vez precisasen elementos que superasen a 10 toneladas, no serán tan numerosos que pueda uno contentarse con compuertas especiales. Creemos que el material de madera para viguetas, caballetes y cumbresas es muy suficiente.

El pontón metálico tiene también sus inconvenientes frente al de madera, pero tal vez el excesivo peso de éstos compense aquéllos. El pontón metálico es, una vez alcanzado por un proyectil, muy difícilmente reparable, por eso los alemanes, en su reglamento para el paso de tropas, no admiten nunca el emparejamiento de pontones, pues herido uno de ellos, la pérdida del conjunto es inevitable, por la rapidez en hundirse el averiado y desequilibrio consiguiente en la compuerta. La flotabilidad

que conserva aun alcanzado por algún proyectil el pontón de madera, así como su más fácil empleo en caso de corrientes rápidas, ha hecho posible el establecimiento y conservación de los puentes en algunos pasos, como el de Piave.

Soportes flotantes y soportes fijos.

La experiencia de la guerra, demostrando la gran vulnerabilidad del pontón metálico, ha hecho que se prevea siempre que sea posible la sustitución del apoyo flotante por el fijo (caballetes de 2 pies). En el Aisne hubo que transformar un puente de barcas en puente de caballetes; en el Duna y el Vístula los alemanes hicieron gran uso de los caballetes, y el Mayor Worlen, al hacer el estudio de operaciones de esta índole, se duele de la pequeña dotación de caballetes de 2 pies del tren de puentes alemanes.

Los franceses, en experiencias realizadas sobre asunto tan interesante, prevén un amplio empleo de los soportes fijos; y el teniente coronel Bails, utilizando el material actualmente reglamentario, propone un método de construcción de puente que permitiría la rápida sustitución de los pontones por apoyos fijos, alcanzándose con tal método las siguientes ventajas:

- 1.^a Construcción de puentes de longitud superior a la que permiten los pontones del material reglamentario.
- 2.^a Reemplazar rápidamente un puente de material reglamentario por uno de circunstancias sobre apoyos fijos.
- 3.^a Dejar rápidamente libres los pontones para otros cometidos.

De desear sería que nuestro Regimiento de Pontoneros realizase experiencias en este sentido.

Terminaremos este estudio citando unos párrafos del Reglamento alemán, muy dignos de consideración y de meditación:

Párrafo 2.º: Los ejercicios particulares de paso de ríos deben organizarse y llevarse a cabo en forma tal, que no se abrevie el objetivo, o sea el paso. Ha de reservarse el tiempo necesario para el reconocimiento, los preparativos y la ejecución del trabajo.

Párrafo 8.º: Todo paso en presencia del enemigo debe, por razones tácticas y técnicas, realizarse a la vez, cooperando todas las fuerzas y con medios ampliamente proporcionados a los efectivos.

Un paso intentado en un pequeño frente es pura casualidad.

Párrafo 18: Para emprender un paso frente a un enemigo que ocupe la orilla opuesta será necesario un excedente de 100 por 100 en material y de 30 a 50 por 100 en personal técnico.

Párrafo 53: Los pasos de ríos son, para pontoneros y zapadores la ocasión de rudos esfuerzos físicos.

Precisa, pues, pensar muy de antemano en economizar sus fuerzas.

Paso del río Piave. Como ejemplo de paso de ríos citaremos el realizado por el ejército franco-italiano el 26 de octubre de 1918.

Situación, la de la figura. El paso debe hacerse por la 23 División francesa a la altura de Molinetto. Las tropas encargadas del paso han ocupado ya el sector y han realizado con sus zapadores algunos golpes de mano sobre la orilla izquierda; el 17 y 18 de febrero se hizo pasar el río a tropas de Infantería sobre un puente volante formado con pequeñas barcas requisadas. Por lo tanto, las tropas de Ingenieros y de Infantería conocen ya el río.

Admitido, en principio, el paso, dos oficiales de Ingenieros hacen el reconocimiento para estudiar el régimen del río, determinar los puntos de paso y reconocer los lugares, que enmascarados convenientemente, permitan aparcar el material. Estos reconocimientos empezaron el 16, el 22 se estableció el plan de empleo de los ingenieros sobre la base de que los puentes habrían de ser doblados en el menor plazo posible con pasarelas para el paso de la Infantería, y que los puentes del tren se reemplazarían en momento oportuno por puentes de pilotes.

Como resultado de los reconocimientos se eligió, como punto de paso, la península de Molinetto, que presenta grandes ventajas técnicas, pero está dominada por tres lados. Esta particularidad era común a todos los puntos de paso que se hubiesen elegido en esta región, que es aquella en que el Piave sale de la región montañosa para entrar en la llanura.

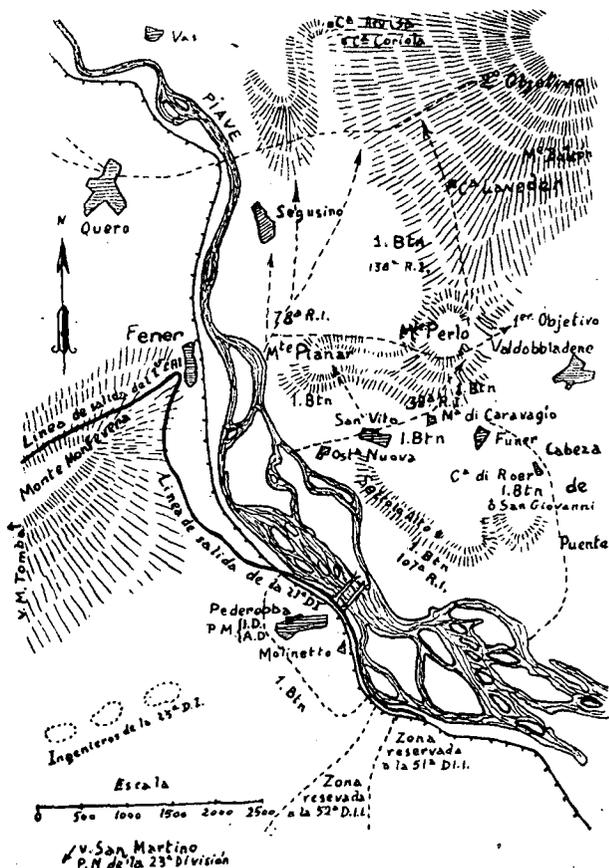
El Piave es un río importante, pero que responde a la definición de torrente; es muy rápido y en otoño está sometido a crecidas súbitas, que hacen frecuentemente imposible el establecimiento de puentes.

Los reconocimientos acusan en el brazo principal en una anchura de 70 a 80 metros, profundidad variable, y una corriente de 3,5 a 4 metros; existen bancos de grava que se desplazan continuamente; el brazo secundario tiene una anchura de 25 metros aproximadamente y una profundidad de 20 a 40 centímetros. La orilla austriaca está formada por una playa de cantos rodados de 500 a 600 metros de anchura, con escasa vegetación de sauces; sigue a esta playa un talud, en el que se encuentran las primeras trincheras. Debido a la fuerza de la corriente se decide utilizar en los puentes el material italiano de pontones de madera y dejar el francés en reserva.

El mando divisionario pide de antemano el paso en barcas de un des-

tacamento de 200 hombres e inmediatamente la construcción de dos puentes, distantes entre sí 200 metros aproximadamente, ejecutados bajo la protección del destacamento ya desembarcado en la otra orilla.

El mando de Ingenieros hace presente: 1.º, que con tal corriente y dada la escasa distancia entre puentes, un incidente en la maniobra del puente agua arriba amenaza la destrucción del otro; 2.º, que este peligro



es tanto mayor cuanto que la experiencia ya adquirida y el nuevo examen del río hace prever un anclaje mediano y peligroso, por lo tanto, de que las anclas garreen, lo que hace suponer que habrá que soltar algunos barcos; y 3.º, que por la corriente y la distancia, todo barco que venga del primer puente no podrá evitar el segundo.

Pero la insistencia del mando divisionario es tal, que el Comandante de Ingenieros promete ensayar el milagro, aunque no sea más que para

sostener la moral, pero da a los oficiales encargados de la construcción de los puentes instrucciones precisas indicándoles el amarre de los barcos a los sauces de la orilla, el empleo de anclas múltiples, etc., dándoles la orden formal de abandonar la maniobra y replegar el puente a la menor señal de garreo.

Sobre estas bases se establece el horario, pero una crecida súbita impide empezar la operación el 24 y la retrasa hasta 26.

26 octubre, a las 18 horas. Se botan los barcos y se empieza el paso de los elementos de protección. Se aparca el material para ambos puentes.

A las 21,30 horas. Se termina el paso de dos compañías del 107 Regimiento de Infantería; los puentes se construyen normalmente, los proyectores enemigos buscan por el lecho del río.

A las 22,30 horas. El puente norte garrea y se le abandona, el puente sur se va construyendo difícilmente debido a la velocidad de la corriente. Los proyectores enemigos encuentran el puente y entra en fuego la artillería, interrumpiendo fácilmente el trabajo.

27 octubre, a las 0 horas. En contra de lo previsto, el puente no está aún terminado.

A las 1,40 horas. Se termina el puente; el tiro de la artillería está corregido a 40 metros al sur del puente. El 107 Regimiento de Infantería pasa rápidamente en columna de a cuatro.

A las 2,5 horas. Dos baterías de la 52 División italiana pasan en columna de a uno. La artillería sigue tirando contra el puente.

A las 6 horas. El puente es roto por un proyectil. La artillería tira con vistas directas y corrige mejor el tiro. Los mayores esfuerzos de los pontoneros no logran reparar los destrozos tan rápidamente como se producen.

A las 8 horas. El puente parte a la deriva. Se pide un nuevo tren de puentes, y el enlace entre las orillas se establece mediante un puente volante ligero y cuatro barcos, pilotados por zapadores franceses, con las consiguientes interrupciones causadas por el fuego enemigo.

Durante este tiempo, las tropas que han cruzado el río conquistan los objetivos sucesivos fijados y obligan por fin a la artillería a cambiar de posiciones, dando a los pontoneros y zapadores un descanso necesario. El 27, al amanecer, el 107 Regimiento de Infantería ataca el escarpado de Sello Alto, y esto permite ensanchar la cabeza de puente.

28 octubre, a las 3,30 horas. El puente está construido en sus tres cuartas partes con el material recogido, cuando un proyectil estropea el estribo, que es preciso rehacer.

A las 4,30 horas. Un pontón a pique se reemplaza por un caballete.

A las 5,10 horas. Se termina el puente. El tren de puentes aún no ha

llegado. Pasan el río el 138 Regimiento de Infantería francés y una batería, y dos compañías ametralladoras de la 25 División italiana.

A las 8,30 horas. El puente, roto, parte a la deriva; la comunicación se efectúa por medios discontinuos, con grandes dificultades e interrupciones.

A las 18 horas. Llega parte del tren de puentes. Se empieza el nuevo puente y, a la par, una pasarela para dos hombres de frente, pero a causa de la corriente el trabajo es lento y está erizado de dificultades.

En este día la Infantería avanza y cierra la cabeza de puente sobre las posiciones Osteria Nuova-S. Vito Madonna di Caravaggio-Funer. Casa di Roer y ponen el pie en las pendientes de Monte Piano y Monte Perlo.

29 octubre, a las 2,30 horas. La cabeza de la pasarela llega a 10 metros de la orilla cuando garrean las anclas; se renuncia entonces a la pasarela y se concentran todos los esfuerzos en el puente, cuyo material llegó ya por completo.

A las 5,30 horas. Se termina el puente.

A las 6 horas. Comienza el paso al principio en calma, pero pronto la artillería austriaca de Monte Quero enfile el río y ataca el puente con tiros de 21 y 24; el paso sigue.

A las 9,20 horas. La artillería rompe el puente que hay que restablecer.

A las 10,45 horas. Nueva cortadura, pero en el intervalo pasó la artillería.

A las 13,30 horas. Se suspende la circulación por el mal estado del puente.

A las 14,30 horas. Queda cortado el puente y una parte marcha a la deriva. Se establece un teleférico. En este día, tomado Monte Piano y Monte Perlo, la situación se define claramente.

Día 30. Se establece el puente ya sin dificultades.

Día 31. Se establece un puente en Fener utilizando ya el material francés, debido a que la corriente es menos rápida y a que, pudiendo amarrar los barcos a las pilas y restos del puente permanente destruido, ha desaparecido el peligro del garreo. Este puente se construyó como si fuese en una escuela práctica.

Desde el punto de vista táctico se pueden hacer las siguientes observaciones. Como los proyectores enemigos no fueron anulados o neutralizados por la artillería, como pedía el Comandante de Ingenieros, se debió cubrir la operación con cortinas de humo. La circulación a retaguardia mal organizada, pues el tren de puentes pedido tardó más de dos días. El paso de la infantería italiana de a uno hizo perder mucho tiempo, debió pasar como la francesa, de a cuatro. No cabe duda que los austriacos, algo

desmoralizados, no se opusieron enérgicamente al paso, pues la cobertura inicial fué escasísima y hubiese podido rechazarse fácilmente por un enérgico contraataque, imposibilitando así la construcción del puente.

La operación, en cuanto a acuerdo entre lo establecido en el plan horario y lo realizado, es un modelo en su género, pues el 27, a las dos de la madrugada, el retraso entre uno y otro es sólo de una hora.

Desde el punto de vista técnico, el paso, ateniéndose al Reglamento alemán, es un caso de azar, pero este ejemplo es de aquellos en que hay que atenerse al azar, pues el frente reducido venía impuesto. Ha habido verdadera sorpresa; el enemigo no se dió cuenta del paso, creyó sólo en un golpe de mano análogo a otros ya realizados anteriormente.

En puridad, según el Reglamento, el puente no hubiese debido construirse hasta el día 27 al hacer variar de posición la artillería, pero los numerosos incidentes a que dió lugar el paso de sólo 200 hombres y las dificultades observadas en el tránsito discontinuo durante las destrucciones del puente, prueban que no hubiese sido posible la operación si éste no hubiese empezado a construirse en seguida, logrando así el paso de un regimiento francés y dos batallones italianos.

La construcción, según los técnicos franceses, ha sido posible, dado el estado torrencial del río, merced al empleo del material italiano con pontón de madera.

LADISLAO UREÑA SANZ.

TEMA PARA ESCUELA DE MINADORES

Es de uso generalizado el empleo de columnas o postes de cemento armado en las conducciones de energía eléctrica, bien para transporte, bien para línea de alimentación de tranvías. Se advierte, en regiones industriales y agrícolas, que ese número de conducciones crece extraordinariamente de día en día.

En un supuesto de barreamiento y voladuras a fondo, conducciones análogas a éstas, tienen que ser inutilizadas por las tropas de zapadores. Y ante estos casos, señalados por el mando con urgencia, el zapador-minador no conoce la composición ni organización de la armadura de las columnas que tiene que destruir, pues ni el enemigo, ni aun las fuerzas

propias, han tenido «la precaución» de dejar un plano o un croquis al pie de los soportes.

En casos tales, conviene adivinar, siquiera entre límites, la armadura de hierro que compone la columna; una vez resuelta esta cuestión, proceder a la ruptura por un procedimiento, algo indeterminado, pero cuyas directrices también se pueden señalar.

La primera cuestión, el área de la hipotética armadura que el hormigón encubre, se puede deducir, o por lo menos, calcular su límite máximo. Para ello, basta seguir el cálculo que indica la *Mecánica* del general Marvá (5.^a edición, párrafo 1.166), al investigar las condiciones económicas de una construcción de hierro y cemento con relación a una de hierro homogénea. Con arreglo a los precios corrientes de construcción, aparece una cierta proporción económica entre el área total (que se puede deducir del perímetro exterior) y el área de la sección de la armadura. Calculado el transporte para las necesidades de la paz, es de presumir, con visos de certeza, que el límite reseñado no ha debido sobrepasarse, pues de lo contrario la columna o poste se hubiese construido metálica solamente. Ese límite, ese tanto por ciento, puede conocerse e incluso conservarse en la memoria.

Despejada en esta forma la principal incógnita, queda por conocer el cálculo de la carga y su aplicación. Para lo primero, pueden seguirse dos sistemas: 1.º, calcular separadamente la carga para la sección A de hormigón y para la sección, fracción de A , que es la correspondiente al hierro y sumar ambas cargas; 2.º, puede homogenizarse la fórmula de la destrucción lo mismo que se hace para la construcción, es decir, calcular la carga correspondiente a la sección de hormigón ($A + m \times f \times A$), en cuya expresión para m , relación de coeficientes de elasticidad, se aceptará, como se hace generalmente, el valor 10.

Efectuados los cálculos en esta forma, resulta la carga mayor para el procedimiento 1.º; en cuanto a su colocación, bastaría abrir una roza en el sentido de la circunferencia, para alcanzar con ella la armadura metálica y que el efecto de corte del alto explosivo lo reciban directamente las barras de la armadura.

A continuación va a aplicarse todo lo expuesto a un caso concreto, estimándose que estos proyectos de voladura tienen positivo interés para las Escuelas Prácticas de Minadores, puesto que resultan poco divulgados en el día los sistemas de destrucción de piezas de cemento armado.

Sea la columna representada en la figura 1, cuyos datos aparecen en sus acotaciones. Mide su circunferencia hasta los 2 metros de altura, unos 75 centímetros, a la que corresponde un diámetro de 24 centímetros, próximamente. Supuesta toda hormigonada, su carga para la

destrucción podría asimilarse a la necesaria para abrir brecha en un muro aislado de mampostería con carga $C = 50 e^3$, en la que C carga en kilogramos y e espesor en metros (*Manual Reglamentario*, art. 262) tomando para e el valor del diámetro como si fuese el lado de un cuadrado circunscrito.

Para el espesor 0,24 resulta $C = 691$ gramos que redondearemos a 700, y que puede disponerse con siete cartuchos de 100 gramos y aplicarse adosada abrazando a toda la circunferencia o a la mitad, si se quiere

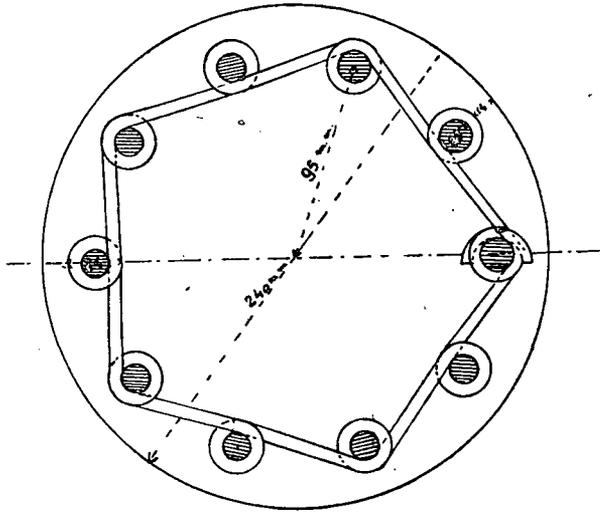


Fig. 1.—Sección por AB de la figura 2.

que la caída sea en el sentido del firme de la carretera, para acumular obstáculos en el probable barreamiento de la misma.

Aplicada la fórmula que se expresa en la referida *Mecánica* para valor de dicha proporción económica $t = \frac{c - 25h}{25a - 9c}$ en la que: h , precio de la unidad cúbica de hormigón o mortero; a , precio de la unidad cúbica del metal que compone la armazón, y c , precio de la unidad cúbica del metal que constituye la columna homogénea, resulta, para los datos que expresa el general Marvá $t = 0.07$ (sobre este valor insistiremos más adelante). Por lo tanto, la sección del hierro con la que, según ello, deberá estar armada la columna de 24 centímetros de diámetro y área de 460 centímetros cuadrados, en números redondos, tendrá una máxima área de $0,07 \times 460 = 32,2$, si como es de suponer, se eligió este sistema de soporte como más económico.

A la carga anterior de picrinita se puede agregar la carga directa aplicada al hierro, calculada por el conocido dato 25 gramos por centímetro cuadrado, o sea para el caso actual $25 \times 32 = 800$ gramos. En conjunto, $700 + 800 = 1.500$, con un pequeño margen, por no haber descontado para el hormigón los 32 centímetros cuadrados de la sección metálica.

En vez del cálculo separado en esta forma indicada, podríamos seguir el otro método que se indica al principio, o sea homogeneizar la fórmula y calcular como sección a destruir la siguiente: $460 + (32 \times 10) = 780$ centímetros cuadrados, equivalente a la de un cuadrado de 28 centímetros de lado, en cuya hipótesis la fórmula $C = 50 e^3$, da un valor igual a $50 (0,28)^3 = 1.100$ gramos.

Por tanto, resultan las siguientes cargas:

Columna homogénea de hormigón, 691 gramos.

Idem con armadura metálica, calculada su carga independientemente, 1.500 gramos.

Columna con armadura, homogeneizada la sección para la destrucción, 1.100 gramos.

La fórmula a que se alude de la *Mecánica* del general Marvá y que aplica a un ejemplo calculado para los precios corrientes en 1916, fecha de la edición, fácilmente puede adaptarse a los precios actuales. Así lo ha efectuado el que suscribe, y para los precios que vamos a reseñar, aquel límite resulta el mismo supuesto:

h, precio del metro cúbico de hormigón de garbancillo de 300 kilogramos de cemento: 55 pesetas.

a, metro cúbico de acero dulce en barra, a 0,40 kilogramo: 3.140 pesetas.

c, metro cúbico de acero dulce laminado en soportes, a 0,85 kilogramo: 6.672 pesetas, si bien se lleva a la fórmula la variación de suponer el acero dulce laminado trabajando a 10 kilogramos, por milímetro cuadrado.

La figura 1 representa la sección armada de los soportes de la figura 2 que son los de las líneas de alimentación que se utilizan por las compañías de los ferrocarriles económicos de Valencia. Dicho soporte tiene cuatro secciones en relación a su altura: una, hasta alcanzar sobre el suelo 2,80 metros; otra, desde estos 2,80 a 5,30; una tercera, entre los últimos hasta otros 2,50, y la última, hasta el final, con un metro. Total, 8,80 metros.

La primera sección que es la que debemos considerar, se compone de 10 barras de 15 milímetros de diámetro. Su sección total será 10×176 milímetros cuadrados, o sean 18 centímetros cuadrados. Como la sección

total exacta es de 452,3 centímetros cuadrados, resulta que la relación $\frac{18}{452} = 0,040$ es inferior, como debe suceder a los 0,07 que arroja

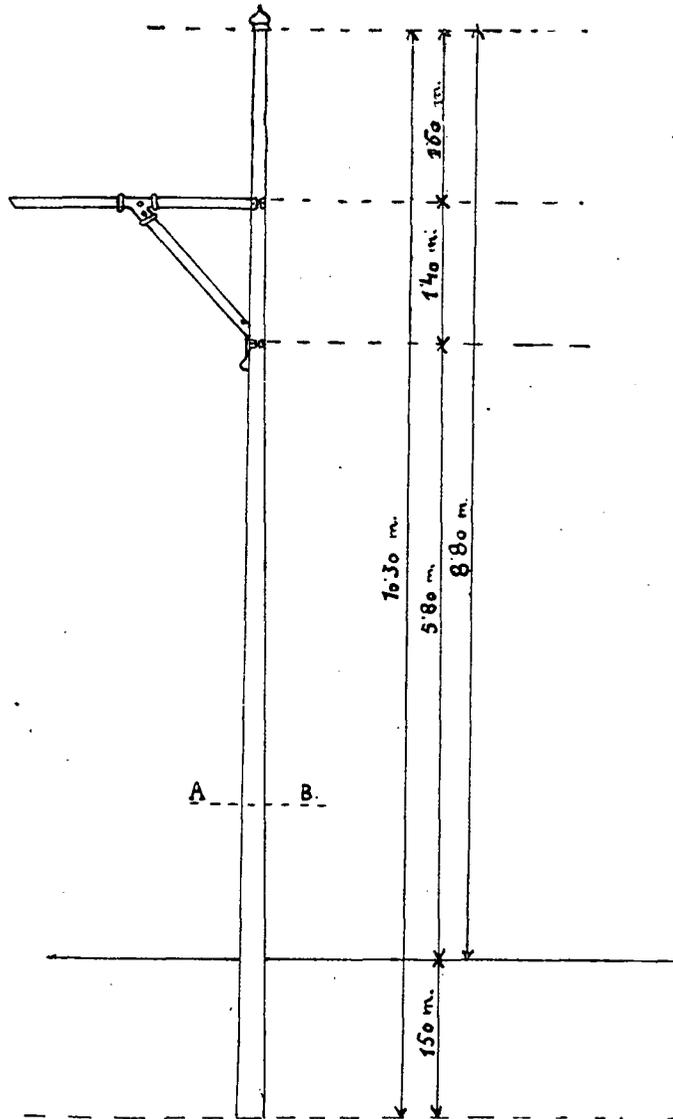


Fig. 2.

la fórmula citada, sirviendo esto de comprobación de cuantos cálculos quedan expuestos, y a su vez como medio de afirmar el valor de esa ci-

fra límite, pues si la columna hormigonada ha sido escogida para evitar la oxidación probable con respecto a otra totalmente metálica, el cálculo confirma que no es preciso rebasar el límite 0,07 de la sección total *A* para organizar la armadura de esta clase de elementos.

Por consiguiente, la manera de llevar estas experiencias puede ser construir columnas y pies derechos de este material, de pequeña altura como ejercicio de aplicación de los artículos 44, 45 y 46 del *Reglamento para la instrucción técnica de las Tropas de Zapadores*, primera parte, «Trabajos de Fortificación».

Las secciones armadas deberán estar en las relaciones 0,07, 0,065 y 0,06 con las áreas de la sección total. Una vez preparados, dentro del período preliminar de Escuela Práctica, pueden realizarse las experiencias aplicando los dos métodos de cálculo que se indican para el peso de las cargas. El contacto de las cargas con el hierro es fácil de realizar por medio de rozas totales o equidistantes, fuera de las secciones de ligaduras ya que vistas dos barras sucesivas la simetría de la sección permitirá en los gruesos pilares rozar éstos en los puntos precisos. Todo ello es tema que puede, y a nuestro juicio debe estudiarse, porque es indudable que aun fallando la previsión del cálculo, la práctica señalará el camino que se debe seguir en voladuras de esta clase, muy imprecisas todavía en su estudio y resolución.

C. B. y P.

NECROLOGIA

En julio último falleció en Valencia el coronel del Campo. Reconocida por todos su elevada inteligencia y preparación para todas las ramas de nuestra profesión, sus condiciones de carácter serán causa tal vez de que los que no le hayan tratado más que superficialmente, no aprecien debidamente otro aspecto en él que valía más, si cabe, que en el puramente intelectual: nos referimos a la bondad de su corazón y a un compañerismo verdadero y de fondo.

Un compañero nuestro, el comandante Martín de la Escalera, ha puesto gran empeño en que conste su eterno agradecimiento por el desinterés con que en 1920 el entonces comandante del Campo acudió en su ayuda para que se publicara su trabajo sobre *Hormigón Armado*. Los que siguieron al detalle la gestación de aquel asunto, estimaron en lo

que valía un rasgo, avalorado por la circunstancia de no unirle con el autor más que el conocimiento adquirido en sus relaciones oficiales. Concedió su apoyo financiero sin más móvil que ser útil a un compañero y que cooperar a que viera la luz una obra que creía buena.

Sus antiguos discípulos, sus compañeros y subordinados durante su actuación en campaña, le recordarán siempre como un excelente profesor, enterado de la especialidad de fortificación como pocos y como un buen jefe de Ingenieros. Y los que tuvimos la suerte de apreciar sus cualidades morales, unimos a este sentimiento el de haber perdido a un excelente amigo y compañero. El MEMORIAL expresa en estas líneas a su familia el pésame más sincero en nombre de la colectividad entera.

EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL CORONEL DE INGENIEROS

Don José del Campo Duarte.

Nació en Jerez de la Frontera en abril de 1878, ingresó en la Academia General Militar en 28 de agosto de 1889, siendo ascendido a alférez-alumno en julio de 1892, pasando a la de Aplicación de Ingenieros. En el mismo mes de 1893 ascendió a segundo teniente-alumno, y a teniente del Cuerpo en marzo de 1895, destinándosele al Batallón de Telégrafos y seguidamente al 3.º de Zapadores. En agosto pasó por sorteo a la Isla de Cuba, siendo alta en septiembre en el Batallón expedicionario de dicho Regimiento.

En enero de 1896 empezó su actuación en campaña, cooperando en los trabajos que se realizaban para la defensa de la Habana, y en especial tuvo a su cargo las obras llevadas a cabo en el barrio Jesús del Monte. A partir de marzo fué destacado a la línea militar de Mariel a Mojana, en la que permaneció encargado de los trabajos de fortificación y vigilancia hasta el mes de diciembre, en que salió a operaciones con la columna Arolas, tomando parte en varias acciones en Rosario, Rubí y el Chongo, regresando al campamento Montoto en 8 de enero de 1897.

El 11 de dicho mes hizo un reconocimiento formando parte de la columna Chacel y en febrero con la del coronel Gómez de Barreda, pasando a fin de mes a San Pedro de Mayabón, Matanzas, Cascajal y Aguada de Pasajeros, quedando encargado de construir una línea de observación en el río Hanabana. Terminados estos trabajos en mayo, pasó a Placetas, haciendo una línea de fuertes desde este punto a Sancti Spiritus, en estas obras estuvo ocupado, mandando en varias ocasiones accidentalmente su compañía, hasta fin de noviembre, en que marchó a la Habana, por haber sido nombrado habilitado. Por sus servicios le fué concedido el empleo de capitán, que permutó seguidamente por la cruz de María Cristina.

Sin perjuicio de su cargo, auxilió en los trabajos de defensa de la Habana desde abril a agosto de 1898, y en noviembre contribuyó con su compañía a sofocar el movimiento sedicioso del Batallón de Orden Público. A fin de dicho mes embarcó para la Península, quedando en Sevilla en la Comisión liquidadora del Batallón del 3.º Regimiento de Zapadores Minadores hasta su ascenso a capitán en octubre de 1899.

Destinado al mismo Regimiento, permaneció en él durante cuatro años y siete meses, siendo nombrado en julio de 1903 profesor de la Academia del Cuerpo, encar-

gándose de la clase de Fortificación y Artillería, cargo que desempeñó durante tres años, realizando con los alumnos visitas a las plazas de Cartagena y Gerona y a varios establecimientos industriales.

En julio de 1906 fué destinado a la Comandancia de Cádiz, en la cual desarrolló una activa labor técnica, desempeñando accidentalmente los cargos de Detall e Ingeniero Comandante, cesando en junio de 1914, fecha en que ascendió a Comandante y fué destinado al Regimiento Mixto de Ceuta, incorporándose el 22 de julio a la plaza, siendo nombrado jefe de Material, inspeccionando los trabajos en varios destacamentos. En 27 de febrero de 1915 se hizo cargo del mando del Grupo de Ingenieros de Tetuán, realizando numerosos trabajos en dicha zona. En abril de 1915 fué nombrado representante del Ramo de Guerra en la Comisión mixta del ferrocarril de Ceuta a Tetuán, que desempeñó sin perjuicio de su cometido militar, hasta enero de 1916, en que fué nombrado para el mando en la capital del Protectorado un teniente coronel, pasando el comandante del Campo al cargo de jefe del Grupo de Ceuta, con el cual asistió a la acción del Biut el 29 de junio, formando parte de la columna Martínez Anido, y tomó parte en varios trabajos. En marzo de 1917 se cambió la organización de las fuerzas del Cuerpo en Africa, quedando las de Ceuta formando parte de su Comandancia de Ingenieros, encargándose del mando del Grupo de Tetuán, en el cual continuó hasta su destino en junio de 1918, por pase al 1.º Regimiento de Ferrocarriles.

Incorporado en agosto, se hace cargo de Mayoría, y en octubre pasa al Detall, hasta diciembre, en que se dispuso pasara a prestar servicio como ingeniero a la Comandancia de Madrid, sin perjuicio de su destino de plantilla, continuando en la misma forma hasta su ascenso a teniente coronel en marzo de 1919, destinándosele al 5.º Regimiento de Zapadores Minadores, pero continuando en comisión en la citada Comandancia hasta fin de mayo de 1920, en que pasó al Ministerio de la Guerra, formando parte del Negociado de Obras. En este puesto permaneció cinco años y diez meses, nombrándosele en marzo de 1926, jefe del Museo y Biblioteca de Ingenieros.

Los dos años restantes de su empleo DESEMPEÑÓ EL CARGO INDICADO, teniendo varias acertadas iniciativas inspiradas por su amor al estudio, y en marzo de 1928 ascendió a coronel, siendo nombrado jefe de la Comandancia de Obras, Reserva y Parque de Ingenieros de la 3.ª Región, en cuyo mando falleció en Valencia el 23 de julio último.

Estaba en posesión de las condecoraciones siguientes:

Cruz de 1.ª clase del Mérito Militar, con distintivo blanco.

Cruz de igual clase, con distintivo rojo.

Otra de ídem, pensionada.

Cruz de 1.ª clase de María Cristina, en permuta del empleo de capitán.

Cruz de 2.ª clase del Mérito Militar, roja.

Cruz de igual clase y distintivo, pensionada.

Encomienda de Isabel la Católica.

Cruz y Placa de la Orden de San Hermenegildo.

Medallas de Cuba y Militar de Marruecos.

Medallas de Alfonso XIII y del Homenaje a S.S. MM.

Medallas de plata de los Sitios de Zaragoza, Puente Sampayo, Sitios de Gerona y Cortes de Cádiz. □

SECCIÓN DE AERONÁUTICA

Los accidentes de aviación y sus causas.

El «National Advisor y Committee for Aeronautics», de Norteamérica, ha realizado un interesante estudio estadístico sobre los accidentes de aviación y sus causas, sometiéndolos a una detallada clasificación que convendría fuese generalizada en todos los países, a fin de adquirir carácter de universalidad las consecuencias deducidas que ahora sólo afectan a la aeronáutica de aquella nación.

Divide los accidentes en 13 clases: A, choque en vuelo con otra aeronave; B, choque en vuelo con obstáculos fijos; C, barrena por fallar el motor; D, barrena sin fallar el motor; E, aterrizaje forzoso; F, accidente de aterrizaje; G, accidente al despegar; H, accidente al rodar; I, incendio en vuelo; J, accidente en plataforma de lanzamiento o aterrizaje en portaaviones; K, accidente de catapultas; L, varios, y M intermedios y dudosos.

Cada una de estas clases se subdivide, según el daño sufrido por el personal o por el material, en estas otras clases: para el personal, A, en que resulta muerte antes de 90 días, B, si hay heridas graves; C, con heridas leves, y D, sin daño a las personas; y para el material: A, con destrucción total; B, si se hace necesaria una reparación completa; C, cuando hay que reemplazar la mayor parte; D, cuando solo hay que reparar pequeña parte, y E, si no hay daño en el material.

Respecto a la causas que origina el accidente, se distinguen las causas directas de las causas indirectas.

Aquellas pueden ser debidas al personal: error de apreciación, defecto de técnica profesional, desobediencia a las órdenes, descuido o negligencia y varias, cuando son imputables al piloto; error del personal directivo o error de otras personas; o debidas al material: defectos del grupo motopropulsor (sistema de alimentación, de refrigeración, de encendido, de lubricación, estructura del motor, hélice y accesorios, mandos del motor, varios e indeterminados); defectos de la estructura (mandos, planos móviles, planos estabilizadores, alas, montantes y diagonales, tren de aterrizaje, ruedas, neumáticos y frenos, flotadores y canoa, fuselaje, bancada y uniones, patín o rueda de cola, dispositivos de parada, varios e indeterminados); maniobrabilidad, instrumentos, dispositivos de lanzamiento y dispositivo de frenado en tierra; o los debidos a causas exteriores: tiempo, oscuridad, aeropuerto o campo y otras; además de las causas indeterminadas o dudosas. Las causas indirectas pueden ser por error del piloto: falta de experiencia o defectos, congénitos o transitorios, psicofisiológicos, o por defectos del material: en el reglaje, en la revisión, en los materiales o en el proyecto.

Cada una de estas clases están perfectamente definidas, para que no pueda haber diferencia de interpretación, y se dan reglas para apreciar el porcentaje que corresponde a cada una de las causas directas o indirectas, cuando son varias de ellas las que originan el accidente.

También se ha estudiado el decrecimiento progresivo del número de accidentes que 1921 ocurrían uno por cada 1.164 horas de vuelo, y en 1926 llegó a ser de uno por cada 4.380 horas.

Durante los cinco años últimos ha habido 29 accidentes mortales por pérdida de velocidad y barrena; 20, por incumplimiento de órdenes; 16, por choque en el aire; 15, de causa desconocida; 10, varios; 8, por error de medir distancias al aterrizar; 5, por el tiempo; 5, por rotura de plano; 4, por choque en el suelo, y 3, a causa de la hélice, o sea 81 debidos al personal y 84 debidos a otras causas.

Se ha estudiado también la proporción de accidentes según el entrenamiento del piloto, llegándose a la curiosa consecuencia de que *cuanto más vuela un piloto menos rompe*, así se ha calculado que un piloto que vuele 100 horas por año, rompe por término medio 0,25 de aeroplano por año, mientras que el que vuela 400 horas por año no suele romper más que 0,15 de aeroplano por año.

La influencia de las fiestas en los accidentes se ha comprobado, resultando una mayor proporción de éstos en los lunes y días siguientes a los festivos.

Respecto a la naturaleza del avión, resulta que los hidros se rompen uno cada 779 horas de vuelo, los aviones terrestres uno cada 332 y los anfibios uno cada 175 horas. Sin embargo, para la gravedad del accidente no es igual la probabilidad, pues en los hidros ocurre un accidente mortal cada 2.944 horas, en los terrestres cada 8.196 y en los anfibios cada 611. Se vé, pues, que en los hidros los accidentes son menos frecuentes pero más graves que en los aviones terrestres, y que los anfibios son los más peligrosos, tanto como frecuencia que como gravedad en los accidentes.

La influencia del material empleado se acusa en el dato que en los aviones de acero corresponden 12 roturas para cada accidente mortal, y con madera y alambre solo 6, o sea la mitad.

Respecto al cometido del vuelo, los datos obtenidos son: vuelos sin cometido fijo, 6.492 horas por accidente; bombardeo, 1.830; fotografía, 1.309; entrenamiento, 1.136; tiro, 768; pruebas, 64; navegación, 589; vuelos largos, 397; observación, 393; inspección, 343; instrucción, 164; torpedo, 162; correo, 162, y radiocomunicación, 124.

Según la estadística correspondiente, a la primera mitad del año último, a la que se han aplicado las reglas de clasificación anteriores, han ocurrido en la Aviación del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, 390 accidentes, distribuidos en la forma siguiente:

Clasificación por la naturaleza del accidente.

	Accidentes.
A. Choque en vuelo	2
B. Choque con obstáculo.....	25
C. Barrena por fallar motor.....	17
D. Barrena sin fallar motor.....	98
E. Aterrizaje forzoso.....	83
F. Mal aterrizaje.....	55
G. Partida defectuosa.....	44
H. Al rodar.....	10
I. Incendio en vuelo.....	4
L. Varios.....	41
M. Desconocidos y dudosos.....	11

Clasificación por los resultados del accidente.

A LOS PILOTOS

	<u>Accidentes.</u>
A. Herida mortal.....	65
B. Idem grave.....	63
C. Idem leve.....	69
D. Ilesos.....	193

A LOS PASAJEROS

A. Herida mortal.....	88
B. Idem grave.....	70
C. Idem leve.....	74
D. Ilesos.....	206

AL MATERIAL

A. Totalmente destruido.....	172
B. Reparación completa.....	83
C. Idem importante.....	89
D. Pequeña reparación.....	42
E. Sin daño.....	2

Clasificación por la clase de vuelo.

Línea aérea.....	34
Instrucción.....	69
Experimental.....	17
Varios.....	270
	<hr/> 390

Clasificación según el estado del piloto.

Con título.....	195
Sin título.....	124
Con carta de autorización.....	71
	<hr/> 390

Edad media de los pilotos..... 28,6 años.

Porcentaje de las causas de accidente.

PERSONAL (PILOTO)

	<u>Tanto por 100.</u>
Error de apreciación.....	8,45
Falta de técnica profesional.....	22,95
Desobediencia.....	4,95
Descuido o negligencia.....	6,32
Varias.....	0,62
	<hr/> 48,29

OTRAS PERSONAS

	Tanto por 100.
Falta de inspección.....	0,35
Varias.....	3,10
	3,45
<i>Total de causas de personal.....</i>	<i>46,74</i>

Material.

GRUPO MOTOPROPULSOR

Sistema de alimentación	5,12
Idem de refrigeración	0,57
Idem de encendido	4,00
Idem de lubricación.....	0,13
Estructura del motor.....	1,29
Hélice y accesorios.....	0,44
Mandos del motor.....	0,00
Varias.....	0,45
Indeterminadas.....	4,59
	16,59

ESTRUCTURA DEL AVIÓN

Mandos.....	0,85
Superficies móviles.....	0,35
Idem estabilizadoras.....	0,00
Alas, montantes y tirantes.....	1,09
Tren de aterrizaje.....	1,64
Ruedas, neumáticos y frenos.....	0,19
Flotadores y cascos.....	0,03
Fuselaje y bancada.....	0,75
Patín de cola.....	0,19
Varios.....	0,23
	5,32

CUALIDADES DE MANEJO E INSTRUMENTOS

Cualidades de manejo.....	0,44
Instrumentos.....	0,00
	0,44

Total de causas de material..... 22,35

Varias.

Tiempo.....	10,23
Oscuridad.....	1,28
Aeropuertos y terreno.....	8,72
Otras.....	3,90
	24,13
Indeterminadas y dudosas.....	6,78
TOTAL.....	100,00

Se deduce de la estadística anterior la gran importancia que, para la evitación de accidentes, presenta la selección del personal, su entrenamiento y sobre todo su instrucción técnica profesional, puesto que el defecto de esta última cualidad proporciona un tanto por ciento de accidentes superior a todos los debidos al material. También se nota cómo va creciendo la influencia del mal tiempo en los accidentes, que hace años era insignificante y en la actualidad llega a producir más del 10 por 100 de las roturas, debido a que ya se vuela con cualquier tiempo. ††

REVISTA MILITAR

Un trabajo sobre la organización militar de Francia.

La conocida *Revue des deux mondes*, publica un estudio del general Brindel sobre la organización militar francesa, que por lo mismo que está dedicada a público no profesional, hace resaltar algunos puntos, que no por ser conocidos, dejan de ser interesantes.

Las tres leyes fundamentales, de cuya gestación hemos hablado varias veces en esta Sección, son: la de 13 de julio de 1927, sobre organización general del ejército; la de 28 de marzo de 1928, sobre cuadros y efectivos, y la de 31 de marzo del mismo, sobre reclutamiento.

Con ellas se ha implantado el servicio de un año, que en la práctica se reduce a diez meses y se llama a los contingentes por mitades, como se hace ahora también en España.

La movilización se ha quitado de los regimientos, encargándose a centros especiales independientes, en los cuales la mayor parte del personal es civil, para no distraer en funciones realmente ajenas a su preparación y objeto a militares de carrera. Los reservistas están adscritos a estos centros, desde donde se harán los destinos en caso de movilización a las formaciones de guerra.

La mayor unidad en tiempo de paz es la división: existiendo 20 de Infantería, 5 de caballería, 3 aéreas y otros elementos no encuadrados.

Para compensar la insuficiencia que esto acarrea en la preparación, el ministro exigió antes de la aplicación del sistema actual, que se contara:

Con 106.000 hombres, enganchados por mayor plazo del legal para la instrucción y encuadramiento.

Reclutamiento de 15.000 agentes militares.

Ampliación a 30.000 de los civiles ocupados en trabajos burocráticos de movilización, que liberaban así a un número igual de clases, utilizables en las unidades.

Aumento de la Guardia Republicana en 15.000 hombres, para reducir el empleo del ejército en los servicios de orden público.

Además de las fuerzas metropolitanas, hay las de colonias, que en cada una tienen una organización adecuada.

Otras fuerzas, móviles, formadas por franceses, extranjeros y naturales de las distintas colonias, dependen de un mando que reside en la Metrópoli, y están siem-

pre dispuestas a partir donde sea necesario. Las componen dos divisiones norteafricanas, dos bengalesas, una colonial blanca y un agrupamiento de malgaches e indochinos y son las tropas con que se puede contar en cualquier momento, pues las demás unidades armadas, son realmente cuerpos de instrucción, en la cual no habrá nunca personal dispuesto para el combate con más de seis meses de servicio, lo cual hace que en un comienzo de hostilidades sólo se les pueda conferir papeles defensivos.

Y a pesar de las ventajas ofrecidas a los profesionales, preocupa en las esferas directivas de Francia la crisis que se observa para obtener voluntarios, semejante a la que se viene notando hace tiempo en el cuerpo de oficiales, fenómeno muy lógico en un país en que las actividades están bien remuneradas, y que dado lo exiguo de los sueldos, exige en los militares un espíritu de sacrificio, cada vez menos frecuente en la actual sociedad materializada. □

Una fuga fortuita de gases asfixiantes en Alemania.

Como es sabido, por las noticias que a la sazón publicó la Prensa diaria, el 20 de mayo del año pasado se produjo en Wilhelmsburg, lugar próximo a Hamburgo, un accidente, como consecuencia del cual hubo numerosas víctimas. Se trataba de una fuga en una caldera en que se almacenaba fosgeno, que ocasionó en total 10 muertos y 369 intoxicados.

En las revistas especializadas alemanas, se publican distintos trabajos sobre cuáles hayan podido ser las causas del accidente, y sobre las enseñanzas que de él se derivan, que vamos a resumir muy brevemente.

Poco después del mediodía de la fecha citada, notó un guarda de la Handels & Industrie Gessellschaft Muggenburg, que estaba a unos 250 metros de las tres calderas que contenían fosgeno, que en una de ellas se producía un silbido semejante a cuando sale vapor de una locomotora, miró hacia ella y vió una nube blanco-amarillenta que partía del depósito y que se levantaba unos 10 metros del suelo, extendiéndose hacia el canal que dista unos 60 metros y cubriendo a lo largo de él una longitud de medio kilómetro.

La circunstancia de ser domingo, por una parte fué favorable, pues evitó víctimas por no haber obreros en la factoría, pero retardó en bastantes horas la llegada del personal director de la fábrica, que cuando llegó encontró la caldera casi vacía, con sólo unos 10 metros cúbicos, y el peligro había pasado, pues simplemente conteniendo la respiración pudieron llegar hasta sus inmediaciones. El registro de la caldera aparecía arrancado y sus bordes de la abertura, rajados.

Se pudo seguir la huella del avance de la nube, por sus efectos sobre la vegetación, que se notaban en un radio de unos 850 metros.

Parece deducirse, que la nube en su frente de avance se levanta sobre el aire, formando una especie de proa alta que se eleva según un plano inclinado unos 30° hasta llegar a la zona de máxima altura, que alcanza tal vez 200 metros sobre el suelo. En el cuerpo de la nube hay una zona central, aproximadamente de un tercio, donde se notaron efectos mortales sobre los animales domésticos y los pocos hombres que por fortuna había en ella; delante y detrás de este núcleo central hay otras dos zonas, donde los efectos de intoxicación son muy intensos, pero no mortales, y hacia la cola de la nube, se prolonga con una masa de menor altura cada vez y con efectos decrecientes. Los puntos más alejados en los que se notó algún efecto estaban a tres y medio kilómetros de la caldera averiada.

La intoxicación empezaba con dolores pectorales, toses, vómitos y dolores en la cabeza y ojos, en algunos casos acompañados de diarrea, pero el mayor peligro es por su acción sobre los pulmones, en cuyos vasos capilares se coagula la sangre. Con frecuencia sobreviene un alivio aparente, después de algunas horas, después del cual subsigue una agravación e incluso la muerte.

Los animales domésticos notaban la aproximación del gas; las gallinas recogían a sus polluelos y se refugiaban bajo techado. Los grandes mamíferos aguantaron mejor los efectos que los animales pequeños.

De las varias hipótesis que pueden hacerse respecto a las causas de la catástrofe, parece la más verosímil la que la atribuye a un defecto en la soldadura, que aumentó poco a poco bajo los efectos del gas. La caldera tenía una capacidad de 11 metros cúbicos y había sido probada a 22 atmósferas; por la forma de producirse la fuga, se vé no puede achacarse a un exceso de presión.

Las enseñanzas principales deducidas, se refieren a los tipos de depósito más convenientes para almacenar el fosgeno, que deben ser de pequeña capacidad (800 litros como máximo) y roblonados, y con un doble fondo en las cabezas para seguridad.

Otras enseñanzas son de carácter fisiológico, y sobre la necesidad de que en las inmediaciones de las fábricas en que se producen gases venenosos (indispensables en muchas industrias aún pacíficas), los operarios y habitantes cuenten con máscaras individuales y estén habituados a emplearlas. Unos puestos con oxígeno a presión, para inhalar rápidamente a los que presenten síntomas de asfixia y fricciones con pomadas alcalinas sobre la piel, completan las precauciones de recomendar para este nuevo peligro, a que la civilización somete a la humanidad. □

CRÓNICA CIENTÍFICA

Aceros al manganeso para construcción.

El empleo de aceros con cierta cantidad de manganeso añadido como elemento de aleación para construcción de entramados en los que se requiere mayor resistencia a tracción que la de los aceros dulces al carbono, es bien conocido por los constructores. El contenido de manganeso de tales aceros es generalmente inferior al 2 por 100, y esos materiales son considerados como sustitutivos de otros aceros «estructurales», que contienen pequeñas cantidades de níquel con o sin cromo. Es de notar que un acero al manganeso, del tipo indicado, ha sido escogido para la construcción del más grande de los puentes que actualmente se erigen. Este puente es el que ha de salvar el brazo de mar conocido con el nombre de Kill van Kull, a la intermediación de Nueva York, poniendo en comunicación a Nueva Jersey con Staten Island. El puente está destinado al tráfico por camino ordinario únicamente.

He aquí algunos pormenores de dicho puente y del acero adoptado para su construcción. La longitud del tramo principal, en arco, es de 510 metros, es decir, 8 metros aproximadamente más largo que el puente de Sidney, también en construcción. Estos puentes tienen doble longitud que el del Niágara y un 60 por 100 más

que el de Hell Gate, en el puerto de Nueva York; en este último, la mayor resistencia requerida para aligerar el arco se consiguió empleando un acero al carbono con proporción mucho mayor de este elemento que el contenido usualmente en los aceros para puentes. En el de Sidney las piezas más importantes son de acero tratado térmicamente. Para el de Kill van Kull se pensó primeramente en un acero al níquel con 3,25 por 100 de este metal, 1 por 100 de manganeso y 0,40 por 100 de carbono. El pliego de condiciones exigía para este material una carga de rotura de 63 kilogramos por milímetro y un límite elástico aparente de 39 kilogramos por milímetro cuadrado, como valores mínimos, y sobre estas bases se abrió la licitación.

Las autoridades del puerto se dieron cuenta, sin embargo, de que existen otros aceros de construcción, con características considerablemente más elevadas, que podrían utilizarse, e insertaron en el pliego una cláusula que autorizaba al contratista para sustituir, con la autorización del ingeniero inspector, dicho acero por cualquier otro que cumpliera las condiciones requeridas, y que, por otra parte, fuera por lo menos tan aceptable como el acero al níquel. De acuerdo con esta cláusula, la compañía contratante de la obra metálica propuso la adopción de un acero con proporción media de manganeso, con la siguiente composición: Carbono, máximo, 0,40 por 100; manganeso, máximo, 1,80 por 100; carga de rotura y límite elástico aparente, los mismos que exigía el pliego para el acero al níquel. El alargamiento habría de estar en relación con la carga de rotura obtenida en cada caso, en forma que no fuera menor de 1.600.000, número absoluto, dividido por la carga de rotura por tracción expresada en libras de 453 gramos; vigamos de paso que esta condición es corriente para los aceros de construcción americanos; se entiende que la barreta de prueba será de 8 pulgadas entre trazos, 20 centímetros aproximadamente. Para un material con una carga de rotura de 70 kilogramos por milímetro cuadrado, el alargamiento exigido es, con arreglo a esas cifras, de 16 por 100 entre trazos; se sobreentiende que el diámetro de la barreta es de 20 milímetros.

Dicha proposición ha sido aceptada y, en consecuencia, se está construyendo el puente con un acero que hasta el presente no ha sido usado para obras similares; pero los constructores del puente, que son a la vez los fabricantes del acero, basaron su proposición en las investigaciones y ensayos realizados en gran escala por ellos mismos y por la Carnegie Steel Company, sobre las cuales han exigido otras muy pertinentes las autoridades del puerto. Por lo que concierne a dichos ensayos, el material parece completamente satisfactorio, y se afirma que el duro tratamiento mecánico que sufre el material en las operaciones de laminado y manufactura es la mejor garantía de buena calidad, puesto que una pieza de puente nunca está expuesta a esfuerzos como los que soporta durante la fabricación. Diremos por nuestra cuenta que tal opinión nos parece aventurada, pues unos y otros esfuerzos son de distinta naturaleza y puede muy bien ocurrir que resistiendo ventajosamente los de fabricación se rindan a los de su trabajo normal, una vez puestos en obra; por esto no son superfluos, sino indispensables, los ensayos de laboratorio, realizados, a ser posible, con piezas enteras.

Como dato favorable, debe tenerse presente que aceros del tipo propuesto han sido empleados en construcciones importantes, pero no de puentes, durante estos últimos años, especialmente para planchas de barcos, y por consiguiente el paso que se ha dado al adoptarle para uno de los más grandes puentes del mundo no es tan extraordinario como aparece a primera vista; es, no obstante, muy atrevido y todos los ingenieros y metalúrgicos seguirán con gran interés el desarrollo de la empresa, deseándole fervorosamente un éxito brillante.

Es interesante advertir los motivos fundamentales que han determinado la sustitución del bien reputado acero al níquel por el acero al manganeso. No se trata de obtener ventaja desde el punto de la reducción de peso, puesto que las características mecánicas de uno y otro son aproximadamente las mismas. Las ventajas del acero al manganeso son, por tanto, puramente económicas. Se alega que es de más fácil manufactura, que se traduce en disminución de coste; pero la ventaja quizá más importante estriba en la facilidad con que puede darse salida a los productos de composición defectuosa o que hayan recibido tratamiento térmico inadecuado; cuando esto ocurre con el acero al níquel, las piezas defectuosas deben apartarse cuidadosamente y sólo tienen aplicación para fabricar aceros de composición especial, mientras que los aceros al manganeso pueden aplicarse inmediatamente para la obtención de aceros ordinarios que se emplean en grandes cantidades. Se alega también la facilidad con que se corta, taladra, etc. Desde el punto de vista del metalurgista no deja de extrañar que se haya escogido un acero especial relativamente nuevo para una obra tan importante, con preferencia a los admitidos y bien acreditados, sin que el nuevo posea ventajas decisivas. En lo que concierne al coste, y especialmente a la venta del retal, el uso de un simple acero al carbono o con pequeña aleación, con apropiado tratamiento térmico, parece ofrecer más ventajas que las de un acero al manganeso, con contenido medio de este metal. Δ

La medalla Kelvin para 1929.

El Comité para Adjudicación de la Medalla Kelvin, en representación de la Institución de Ingenieros Electricistas, después de estudiar las peticiones e informes remitidos por las más importantes asociaciones de ingenieros del mundo, ha concedido dicha medalla para 1929 a M. André Blondel, ingeniero de Puentes y Caminos desde 1889, y durante mucho años jefe del servicio de faros, quien se ha distinguido por sus trabajos acerca de aparatos de señales, así ópticos como eléctricos y más especialmente por sus investigaciones sobre aparatos de mediciones eléctricas, entre los que es notorio su oscilógrafo, y sobre fotometría. Está considerado como uno de los más ilustres electrotécnicos franceses y es miembro honorario de las asociaciones de ingenieros electricistas más importantes del mundo.

La medalla Kelvin se concede por periodos trienales, y ésta es la cuarta vez que se adjudica. Las tres anteriores han sido concedidas a Unwin, Elihu Thomson y Parsons, cuyos nombres, como todo el mundo sabe, están asociados, respectivamente, con el ensayo de materiales, las investigaciones eléctricas y el perfeccionamiento de las turbinas de vapor. Δ

Tratamiento de menas manganosíferas.

La industria americana del acero trata anualmente menas de hierro manganosíferas, procedentes del distrito minero del Lago Superior, cuyo contenido en manganeso metálico es aproximadamente de 150.000 toneladas.

La Oficina de Minas de los Estados Unidos, en unión con la Universidad de Minnesota ha estado practicando estudios acerca de las modificaciones que conviene introducir en los hornos altos y en los Siemens-Martín, a fin de recuperar una parte de esta gran cantidad de manganeso en forma que resulte apropiado para la fabricación de ferro-manganeso, aleación esencial para la industria del acero. El Laboratorio

rio que el Servicio de Minas tiene en Pittsburgh ha practicado recientemente ensayos comparativos del horno eléctrico con el Martin para el tratamiento de las menas de hierro especular muy fosforosas, encaminado a conseguir escorias manganesíferas, que puedan emplearse en la fabricación de ferro-manganeso. De estos ensayos ha resultado que el horno eléctrico tiene las ventajas de menos tiempo, control más eficaz del contenido de fósforo y hierro en las escorias y separación más definida de la escoria y el metal. △

Las máquinas propulsoras del «Bremen».

En una revista inglesa encontramos los siguientes datos acerca de las máquinas que han servido al *Bremen* para conquistar la supremacía de velocidad en la carrera transatlántica. Tales datos no han sido fáciles de obtener, porque el Lloyd Norteamericano ha decidido no publicar los pormenores técnicos del *Bremen*; no obstante se va reuniendo gradualmente información, así en lo que se refiere al casco como a la propulsión del transatlántico. En un banquete celebrado hace poco en Nueva York para honrar al Dr. Bauer, autor del proyecto de las máquinas, manifestó este señor que la potencia total en las pruebas había sido de 130.000 caballos. Sería interesante saber si esta cifra es para las turbinas sólo o incluye también la maquinaria auxiliar. El Dr. Bauer dió también algunas características de la planta de calderas. Son éstas 20, tubulares, 11 de las cuales son de doble terminal y 9 de terminal sencillo. Estas unidades van agrupadas en cuatro cámaras de calderas y la superficie de calda es de 18.800 metros cuadrados. El calor es generado a una presión de 22 atmósferas con una temperatura de vapor recalentado a 370° C. El diseño de las calderas viene a ser el usual en Alemania. Hay un solo tambor elevado de vapor, de gran diámetro, con dos tambores más pequeños y más bajos de agua, y estos tambores van conectados con tubos curvos. En el espacio que queda entre los tubos van los elementos de recalentamiento. La carga media correspondiente a cada caldera tubular es de 6.500 caballos, cifra relativamente alta. El consumo de combustible del *Bremen*, según las cifras oficiales, es de 380 gramos de aceite mineral por caballo de vapor. Esta cifra comprende las máquinas propulsoras y auxiliares, incluso las de alumbrado, calefacción y todos los servicios. △

BIBLIOGRAFÍA

El túnel intercontinental de Gibraltar, por D. CARLOS IBÁÑEZ DE IBERO, Ingeniero E. T. P., Secretario general del Instituto de Estudios Hispánicos de la Universidad de París, etc., etc. Texto en castellano y en francés, con siete láminas. Tercera reimpresión. Cahors. Imprimerie typographique Coueslant, 1929.

El autor viene ocupándose, desde 1908, en la cuestión del túnel bajo el Estrecho de Gibraltar que últimamente ha sido objeto de gran atención por parte de la Prensa, y aun del Gobierno, debida en gran parte a la difusión alcanzada por la obra del teniente coronel de Artillería D. Pedro Jevenois, acerca del mismo asunto, Tenemos

entendido que ha sido nombrada una comisión oficial para estudiar las posibilidades técnicas y económicas de la ejecución del túnel en cuestión.

El opúsculo del Sr. Ibáñez de Ibero considera tres trazados distintos que compara desde los puntos de vista de su desarrollo y coste probable de ejecución, sin que otorgue preferencia explícita a ninguno, no obstante la diferencia de longitudes, que varían entre 48.200 y 75.055 metros.

En el estado actual de la técnica y de nuestros conocimientos geológicos en lo que se refiere al Estrecho de Gibraltar, el intento de ejecución del túnel de que tratamos parece, más que temerario, insensato, y un patriota, consciente de las dificultades de tal empresa, tiene el deber de pronunciarse enérgicamente en contra, máxime teniendo en cuenta que la línea de enlace con Europa habría de tener el ancho europeo de 1,435 metros, lo que a la larga obligaría a estrechar todas las líneas de 1,672, problema pavoroso cuyos aspectos económico y técnico fueron estudiados magistralmente por el marqués de Argentera antes de la Gran Guerra, y no es menester decir que los costes allí calculados se han elevado enormemente, por el aumento de la mano de obra, de los materiales y por la ejecución de nuevas líneas con el ancho de 1,672 metros.

Puesto que la línea, con su túnel, habría de servir intereses continentales, además de los españoles, sería justo que el asunto se tratara en conferencia internacional y que los gastos de construcción, llegado el caso, corrieran de cuenta de todos los países interesados, a prorrato. △

**

El Mando: Sus cualidades. Su formación. Su ejercicio. — *Conferencias explicadas en la Academia de Artillería en el curso 1927-28, por el teniente coronel don NICASIO DE ASPE Y VAAMONDE y comandante D. TOMÁS GARCÍA FIGUERAS. Segovia, Tipografía de la Academia de Artillería, 1928. Precio, seis pesetas. Un tomo de 22 por 16 con 323 páginas.*

Dado el fin pedagógico para el que esta obra ha sido escrita, es lógico que esté distribuida en conferencias, en número de 23, de extensión muy parecida. Las precede un programa detallado, y la materia está repartida en cuatro grandes grupos: Conceptos fundamentales (siete conferencias). El Mando (siete conferencias). Su ejercicio (en paz cuatro conferencias y en guerra tres). Auxiliares del mando (una conferencia). Resumen y despedida (una conferencia). Un índice bibliográfico de gran amplitud, pues en él figuran desde obras doctrinales, a novelas, con firmas consagradas unas, y otras de autores insignificantes.

Lo mismo este resumen bibliográfico que el primer grupo de conferencias, hacen ver que los autores no se han limitado al tema del libro, sino que en realidad explican una porción de asuntos de organización, de política militar y de psicología colectiva, indispensables como fundamento, para que los futuros oficiales se hagan bien cargo del cometido y obligaciones que la carrera que han adoptado les impone.

El estilo es claro y agradable y no se nota el origen oral que ha servido de base a la obra. Se lee fácilmente, y aparte de su fin de enseñanza, es interesante para cualquier oficial, pues le recuerda en pocas páginas muchas cosas, seguramente sabidas, pero con frecuencia olvidadas. □