

MEMORIAL DE INGENIEROS.



MEMORIAL
DE INGENIEROS

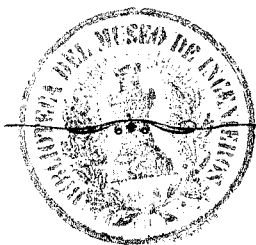
DEL EJÉRCITO.

COLECCIÓN DE MEMORIAS.

CUARTA ÉPOCA.—TOMO XI.

(XLIX DE LA PUBLICACIÓN.)

Año 1894.



MADRID
IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.

1894

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

1911

ÍNDICE

DE LAS OBRAS SUELTAS QUE COMPRENDEN LAS ENTREGAS

DEL

MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJERCITO

publicadas en el año de 1894.

BANÚS.—*Minas militares*, por el coronel graduado D. Carlos Banús y Cómas, comandante de Ingenieros.—Apéndice, fórmulas, tablas y datos prácticos, correspondientes á la Memoria publicada en el tomo del MEMORIAL de 1893.—Desde la página 341 á la 418.

BEYENS.—*El Imaginarismo y el libro del Sr. Fola*, por D. Ignacio Beyens, comandante de Ingenieros.—Consta de 60 páginas.

CANO.—*Acuerdos tomados en las Conferencias de Munich, Dresde, Berlin y Viena, para la unificación de los métodos de ensayo de los materiales de construcción en lo que se refiere á sus cualidades mecánicas*, por el teniente coronel D. Manuel Cano y de León, comandante de Ingenieros.—Consta de 76 páginas.

ECHAGÜE.—*Un paseo por Argelia*, por D. Francisco Echagüe, capitán de Ingenieros.—Consta de 71 páginas y 2 láminas.

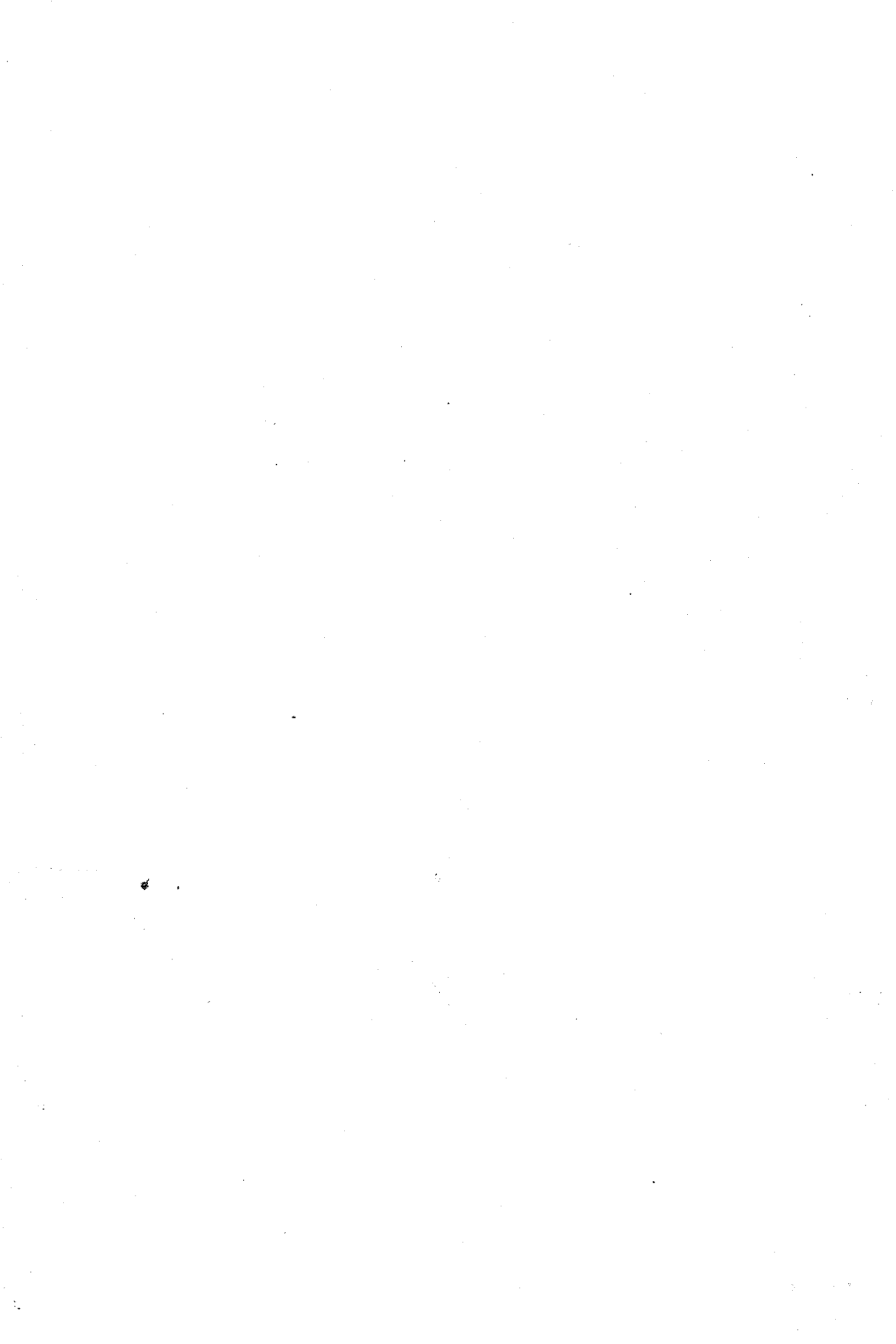
LIÉBANA.—*Proyecto de Parque de vanguardia para una Compañía de Zapadores-Minadores*, por el teniente coronel D. Evaristo Liébana, comandante de Ingenieros.—Consta de 64 páginas y 3 láminas.

RUBIÓ.—*Desenflada*.—*Estudio de la protección en las obras defensivas*, por D. Mariano Rubió y Bellvé, capitán de Ingenieros.—Consta de 159 páginas y 2 láminas.

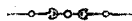
ADVERTENCIA.

LA necesidad de publicar trabajos que venía retrasando la mucha extensión de la Memoria *Minas militares*, publicada en el año 1893, obligó, al terminar éste, á suspenderla, dejando para el presente un *Apéndice* y numerosas tablas y datos prácticos. En el presente número se reanuda la publicación de la citada Memoria, que los señores suscriptores podrán reunir en un mismo volumen al hacer la encuadernación.





MINAS MILITARES.



APÉNDICE AL LIBRO II.

Determinación de las presiones producidas por los agentes explosivos teniendo en cuenta el covolumen.—Consideraciones acerca de éste.—Determinación de la velocidad de inflamación.—Determinación de la temperatura suponiendo variables los calores específicos.

Para determinar las presiones desarrolladas por los explosivos, puede emplearse, en vez de la fórmula que hemos dado á conocer en el capítulo primero del libro II basada en las leyes de Mariotte y Gay Lussac, no comprobadas para altas temperaturas y presiones, otra, derivada de la de Clausius; esta es la que sirve de base al capitán de ingenieros belga Mr. Tournay, para determinar las presiones que figuran en su excelente *Memoria* sobre explosivos.

La fórmula [5] de la página 75 resulta, como ya hemos dicho, de suponer que los gases son perfectos, es decir, que obedecen á las leyes citadas. La ecuación característica de estos gases es

$$P V = R T_a;$$

en que P representa la presión que corresponde á la temperatura absoluta T_a , V el volumen ocupado por el gas á la presión P y temperatura T_a , R una constante para cada gas é igual á $\frac{P_o V_o}{273}$, siendo P_o la presión atmosférica normal, es decir, una atmósfera ó 1^k,033 por centímetro cuadrado, y V_o el volumen á esta presión y á 0° centígrados. Cuando V_o se refiere á la unidad de peso del gas, se llama *volumen específico*, de modo que si llamamos V'_o el volumen específico del hidrógeno, por ejemplo, V'_o será el número de centímetros cúbicos que ocupa 1 gramo de hidrógeno á

0° y 0^m,76 de presión. T_a es igual á $T + 273$, siendo T la temperatura en grados centígrados.

De los estudios más recientes acerca de la constitución interior de los gases, se han deducido para la determinación de las presiones otras fórmulas que conducen á resultados más exactos.

Una de las teorías que mejor explican dicha constitución es la de Van der Waals. Según esta teoría, la fórmula característica de los gases debe sufrir dos modificaciones para que resulte aplicable á todos los casos. En primer lugar, á la presión exterior P es necesario añadirle la que resulta de las acciones moleculares, que es inversamente proporcional al cuadrado del volumen y puede expresarse bajo la forma $\frac{K}{V^2}$, en la que K es constante para cada cuerpo y ha recibido de Van der Waals el nombre de *atracción específica*. Por otra parte, V representa el volumen aparente del gas, pero no el real ó absoluto que es igual á V menos la suma de volúmenes intermoleculares. Llamando α á la cantidad en que debe disminuirse el volumen V , la ecuación característica de los gases se transforma, en virtud de estas dos observaciones, en

$$\left(P + \frac{K}{V^2}\right)(V - \alpha) = R T_a$$

de donde

$$P = \frac{R T_a}{V - \alpha} - \frac{K}{V^2}.$$

En esta fórmula α es un múltiplo del volumen molecular, generalmente el cuádruplo.

Clausius, modificando la hipótesis de Van der Waals, ha obtenido para P otro valor, que es el representado en la ecuación siguiente:

$$P = \frac{R T_a}{V - \alpha} - \frac{f(T_a)}{(V + \delta)^2};$$

ecuación que se reduce á la de Van der Waals, suponiendo $\delta = 0$ y $f(T_a) = K$. Para $f(T_a)$ se han propuesto varias formas; la más comúnmente adoptada en la actualidad es $f(T_a) = K \Sigma^{-T_a}$. K es constante para cada gas y Σ un coeficiente que tiene también para cada cuerpo su

valor particular. En la ecuación de Clausius α representa una fracción del volumen específico, es decir, del volumen ocupado por la unidad de peso á 0° de temperatura y á la presión atmosférica.

Las experiencias llevadas á cabo por Mr. Amagat han conducido á aceptar como constante para todos los gases esta fracción, de modo que, llamando v'_o al volumen específico, la cantidad $\frac{\alpha}{v'_o}$ es constante é igual á 0,001. De aquí se deduce que la cantidad α , que recibe el nombre de *covolumen*, es la milésima parte del volumen específico. Esta cantidad representa el *volumen molecular absoluto*. Siendo V el volumen aparente, claro es que $V - \alpha$ será el volumen intermolecular.

A temperaturas y presiones muy elevadas el primer término de la fórmula de Clausius es preponderante con relación al segundo, porque para grandes presiones V disminuye y tiende á aproximarse á α (1), lo cual aumenta el valor de la primera fracción, y en cambio, por ser T_a grande y dada la forma de $f(T_a)$, la segunda fracción disminuye. Como ambas condiciones se reúnen en el fenómeno de la explosión, podemos prescindir del segundo término y calcular las presiones por la fórmula

$$[1] \quad P = \frac{R T_a}{V - \alpha}.$$

Ésta difiere de la que corresponde á los gases perfectos en que en el denominador entra, en vez de V , $V - \alpha$, es decir, en la introducción del covolumen que desempeña el mismo papel que los productos sólidos ó líquidos, cuando existen, el de disminuir el volumen ocupado por los gases.

Ya hemos visto que la relación $\frac{\alpha}{v'_o}$ era una cantidad constante que podemos designar por u y cuyo valor se admite igual á 0,001. Esta cantidad α , que corresponde al volumen específico, puede designarse con el nombre de *covolumen específico* ó *volumen específico absoluto*. Si el peso de los gases, en vez de ser igual á la unidad, es π , el covolumen correspon-

(1) En los espacios intermoleculares se efectúan los movimientos cuya fuerza viva produce la temperatura. Al cero absoluto cesan estos movimientos y desaparecen también los espacios intermoleculares; por consiguiente, $V - \alpha = 0$, de donde $V = \alpha$; por esto puede decirse que α representa el volumen absoluto de la molécula, es decir, el espacio verdaderamente ocupado por la materia ponderable que la forma.

diente será $\alpha \pi$ y el volumen á 0° y 0^m,76 de presión $v_o = \pi v'_o$; y como $\frac{\alpha}{v'_o} = u$, $\alpha \pi = u v'_o \pi = u v_o$. Teniendo en cuenta, además, que $R = \frac{p_o v_o}{273}$:

la fórmula [1] se convierte en

$$P (V - u v_o) = \frac{p_o v_o T_o}{273}. \quad [2]$$

Sea V' el volumen de la cámara en que tiene lugar la explosión, π' el peso total de la materia explosiva; π el de la parte que se transforma en gases; Δ' lo que hemos llamado en la página 77 densidad de carga, ó sea, la relación $\frac{\pi'}{V'}$, y Δ lo que puede llamarse *densidad real*, ó sea $\frac{\pi}{V}$.

La ecuación [2] puede transformarse en la

$$P \left(\frac{\pi}{\Delta} - u v_o \right) = \frac{p_o v_o T_a}{273}, \quad [3]$$

y si llamamos T la temperatura de la explosión en grados centígrados: $T_a = T + 273^\circ$ y

$$P \left(\frac{\pi}{\Delta} - u v_o \right) = p_o v_o \left(1 + \frac{T}{273} \right);$$

$p_o = 1$ atmósfera ó igual á 1^k,033, según se evalúen las presiones en atmósferas ó en kilogramos por centímetro cuadrado, y por tanto

$$P = \frac{v_o \left(1 + \frac{T}{273} \right)}{\frac{\pi}{\Delta} - u v_o} = \frac{v_o \left(1 + \frac{T}{273} \right) \frac{\Delta}{\pi}}{1 - \frac{u v_o}{\pi} \Delta} \text{ atm.} = 1,033 \frac{v_o \left(1 + \frac{T}{273} \right) \frac{\Delta}{\pi}}{1 - \frac{u v_o}{\pi} \Delta} \text{ kg. por cm.}^2$$

Haciendo

$$\alpha = \frac{u v_o}{\pi} \quad \text{y} \quad f = \frac{v_o}{\pi} \left(1 + \frac{T}{273} \right) = \frac{\alpha}{u} \left(1 + \frac{T}{273} \right) = 1000 \alpha \left(1 + \frac{T}{273} \right)$$

$$P = \frac{f \Delta}{1 - \alpha \Delta}. \quad [4]$$

Si quisiéramos obtener P en función de Δ' basta observar que si llamamos n' al número de centímetros cúbicos ocupados por los residuos que quedan después de la explosión, tendremos:

$$V = V' - n' \quad \text{ó} \quad \frac{\pi}{\Delta} = \frac{\pi'}{\Delta'} - n' \quad ; \quad \Delta = \frac{\pi}{\frac{\pi'}{\Delta'} - n'}$$

Por consiguiente

$$P = \frac{f \pi}{\frac{\pi'}{\Delta'} - \alpha \pi - n'} \quad [4']$$

Si suponemos $\pi' = 1$ gramo, $\Delta' = 1$

$$P = \frac{f \pi}{1 - \alpha \pi - n'} = \frac{v_o \left(1 + \frac{T}{273}\right)}{1 - \alpha \pi - n'} \quad [5]$$

Este valor de P es lo que hemos llamado en la página 78 presión específica; pero allí no entraba en el denominador la cantidad $\alpha \pi$.

Al valor de f se le da el nombre de *fuerza explosiva*, y, como se ve en la última de las transformaciones de la fórmula que lo representa, sólo depende del coeficiente α y la temperatura T , propios de cada explosivo. Este valor de f puede, por consiguiente, servir para la comparación de los diferentes explosivos y es completamente independiente de la densidad de carga.

Respecto al valor [4'] de P , teniendo en cuenta que la cantidad $\frac{\pi'}{\Delta'}$ es lo que en la página 76 hemos llamado n , puede ponerse bajo la forma

$$P = \frac{\frac{v_o}{\pi} \left(1 + \frac{T}{273}\right) \pi}{n - (\alpha \pi + n')} = \frac{v_o \left(1 + \frac{T}{273}\right)}{n - (\alpha \pi + n')} \quad [6]$$

Este valor difiere también del de la citada página en la cantidad $\alpha \pi$ que entra en el denominador; π es, según ya hemos dicho, el peso de la materia que se transforma en gases.

Basta comparar las dos fórmulas

$$P = \frac{v_o \left(1 + \frac{T}{273}\right)}{n - (\alpha \pi + n')} \quad P = \frac{v_o \left(1 + \frac{T}{273}\right)}{n - n'}$$

para comprender que la primera dará á P valores superiores á la segunda, pues $n - (\alpha \pi + n') < n - n'$.

La fórmula [4] puede ponerse bajo la forma

$$P = \frac{f}{\frac{1}{\Delta} - \alpha},$$

y para que P tenga un valor positivo es preciso que $\frac{1}{\Delta} > \alpha$, es decir, que no pueden admitirse *densidades reales* de carga cuya recíproca sea superior al *covolumen* (1).

Aplicando esto á la nitroglicerina resultaría que este explosivo no puede estallar con una densidad de carga igual á la gravimétrica ó sea 1,60. En efecto, un gramo de nitroglicerina produce 0,712 litros, ó sea 712 centímetros cúbicos; luego el covolumen será $712 \times 0,001 = 0,712$ $\frac{1}{1,60} = 0,625$ menor que 0,712. La mayor *densidad real* de carga admisible será, por consiguiente, $\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{0,712} = 1,40$.

La nitroglicerina, sin embargo, detona con una densidad de carga igual á 1,60, y para explicar este hecho, que contradice la consecuencia deducida de la fórmula, se dice que el pequeño hueco que queda entre el cebo y el líquido permite á los gases dilatarse hasta adquirir la densidad de carga de 1,40, y que la explosión se va propagando á medida que las dilataciones de los gases permiten conservar dicha densidad, de modo que en este caso la velocidad de inflamación ha de ser más lenta que cuando la densidad de carga es inferior á 1,60.

La experiencia parece haber demostrado este hecho, pues se ha visto que en un tubo lleno de nitroglicerina la velocidad de inflamación resultó menor que llenando otro tubo igual con dinamita de primera y en el cual la densidad de carga era 1,11.

De aquí parece deducirse que cuando la compresión de una pólvora en una cámara de mina es tal que $\frac{1}{\Delta} < \alpha$, la pólvora resulta menos rompedora, pues su combustión se hace con más lentitud, y que si la cá-

(1) Para las grandes densidades de carga, es decir, cuando $\frac{1}{\Delta} = \alpha < \alpha$, habrá que emplear la fórmula [5], página 75.

mara estuviera completamente llena y sus paredes resultarían completamente inextensibles, podría el explosivo dejar de serlo. Esto explica por qué las pólvoras comprimidas son de combustión lenta.

Ya hemos dicho que la cantidad

$$f = \frac{v_0}{\pi} \left(1 + \frac{T}{273} \right)$$

recibía el nombre de *fuerza explosiva*; comparando esta cantidad con la

$$[7] \quad \Sigma \frac{22,32}{\mu E} \left(1 + \frac{T}{273} \right),$$

á que hemos dado el nombre de *presión específica*, se ve fácilmente que para el caso de $\pi = 1$ ambas expresiones coinciden. Así, por ejemplo, en la nitroglicerina toda la materia se convierte en gases, y por consiguiente, para un gramo de nitroglicerina $\pi = 1$, y el valor de f será igual á la presión específica, según resulta de la fórmula [7]. Pero adoptando la idea del covolumen, la presión específica, tal como la hemos definido en la página 78, se deduce de la fórmula

$$P = \frac{f \pi}{\frac{\Delta'}{\pi'} - \alpha \pi - n'};$$

haciendo $\Delta' = 1$; $\pi' = 1$; y, por consiguiente, resulta

$$P = \frac{f \pi}{1 - \alpha \pi - n'};$$

y si, como sucede en la nitroglicerina, todos los productos son gaseosos

$$\pi = 1 \quad n' = 0 \quad \text{y} \quad P = \frac{f}{1 - \alpha}$$

evidentemente mayor que f .

La cantidad

$$P = \frac{f \pi}{\frac{\pi'}{\Delta'} - \alpha \pi - n'}$$

es la que corresponde á la fórmula [5] de la página 75, á la que, como ya hemos dicho, llamaba Berthelot *presión permanente*. En efecto,

$$f \pi = v_0 \left(1 + \frac{T}{273} \right); \quad \frac{\pi'}{\Delta'} = V \quad \text{y} \quad n'$$

se reduce á cero cuando todo el explosivo se convierte en gases. Hay que tener en cuenta que V y v_0 han de expresarse en centímetros cúbicos y que todas las presiones teóricas á que nos hemos referido en el libro II se refieren al gramo detonando en un centímetro cúbico (1).

La velocidad de propagación de la onda explosiva puede determinarse por medio de la fórmula (2)

$$V = \sqrt{\frac{CE}{cD}};$$

en la que C y c representan los calores específicos de la substancia que detona á presión constante y á volumen constante; E la elasticidad á temperatura constante, D la densidad del medio. E es la relación entre los incrementos infinitamente pequeños de la presión y del volumen, y

por consiguiente (3) $E = \Delta \cdot \frac{dP}{d\Delta}$; pero

$$P = \frac{f\Delta}{1 - \alpha\Delta} \quad dP = \frac{fd\Delta}{(1 - \alpha\Delta)^2} \quad \text{y} \quad \frac{dP}{d\Delta} = \frac{f}{(1 - \alpha\Delta)^2};$$

$$E = \frac{f\Delta}{(1 - \alpha\Delta)^2} \quad V = \sqrt{\frac{Cf\Delta}{cD(1 - \alpha\Delta)^2}};$$

y teniendo en cuenta que la explosión se propaga en el mismo agente explosivo $D = \Delta$

$$V = \sqrt{\frac{Cf}{c(1 - \alpha\Delta)^2}}.$$

Para que la cantidad V represente metros habrá que multiplicarla

(1) Suponemos que nuestros lectores habrán notado ya la equivocación de la página 77; el valor de P se refiere al gramo que produce 0,712 litros, ó sea 712 centímetros cúbicos; ya se comprende que 1 kilogramo de nitroglicerina no puede detonar en una capacidad de 100 centímetros cúbicos, ni mucho menos en 1 centímetro cúbico, porque no cabría en tan pequeño espacio; siendo su densidad 1,6 necesita una capacidad de 625 centímetros cúbicos. La presión máxima (página 77) es próximamente de 30.000 atmósferas ó sea 31.000 kilogramos por centímetro cuadrado.

(2) Esta fórmula se deduce de aplicar á la onda explosiva la misma ley de propagación que á la sonora, pero su exactitud no está comprobada. Es, sin embargo, de gran utilidad para dar una idea de la viveza del explosivo.

(3) El valor de E para el volumen v es $-v \frac{dP}{dv}$; pero $\pi = v\Delta$, y por consiguiente, $d\pi = v d\Delta + \Delta dv$; el peso π es constante, $d\pi = 0$, y de aquí resulta $-v d\Delta = \Delta dv$ y $-\frac{v}{dv} = \frac{\Delta}{d\Delta}$.

por 10, ó ponerla bajo la forma

$$V = \sqrt{\frac{100 C f}{c (1 - \alpha \Delta)^2}}$$

Esta fórmula tampoco es admisible más que en el caso de ser $\frac{1}{\Delta} > \alpha$.

Aun cuando en la práctica no tiene importancia determinar la velocidad V de propagación, esta fórmula puede servir para dar una idea de la mayor ó menor viveza de la pólvora empleada y facilitar la elección de la más conveniente en cada caso.

Al ocuparnos en el libro II de los calores específicos los supusimos constantes á todas las temperaturas, cuando en realidad no lo son; si se quiere tener en cuenta las modificaciones debidas al aumento de aquella, pueden usarse las fórmulas siguientes para determinar los calores específicos á volumen constante.

Para el ácido carbónico. $C = 0,0062 + 0,0000037 T$.

Para el agua. $C = 0,0056 + 0,0000033 T$.

Para los gases simples (1). $C = 0,0048 + 0,0000006 T$.

Estas fórmulas pueden representarse, en general, por la

$$C = a + b T.$$

Por otra parte, tenemos $T = \frac{Q}{C}$, luego

$$Q = T C = a T + b T^2;$$

y despejando T

$$T = \frac{-a + \sqrt{a^2 + 4 b Q}}{2 b}.$$

Por este procedimiento se alargan un tanto los cálculos, sin que pueda asegurarse que á las elevadas temperaturas que produce la explosión los calores específicos determinados por las fórmulas anteriores sean los verdaderos.

Apliquemos lo expuesto á la nitroglicerina.

El covolumen de la nitroglicerina, teniendo en cuenta que el equiva-

(1) Esta fórmula sirve también para todos los gases que se forman sin condensación y se llaman perfectos, como, por ejemplo, el ácido clorhídrico (HCl).

lente pesa 227 gramos y produce 161,82 litros, ó sea 161.820 centímetros cúbicos, es

$$\alpha = \frac{0,001 \times 161.820}{227} = 0,712.$$

Por consiguiente,

$$f = 1000 \times 0,712 \left(1 + \frac{6980}{273} \right) = 18.939 \text{ atmósferas} = 19.579 \text{ kg. por cm.}^2$$

que es el valor hallado en la página 77 para la presión específica.

El valor de P para $\Delta' = 1$ será; teniendo en cuenta que $\pi = \pi'$ y $n' = 0$, por no haber residuos sólidos ni líquidos,

$$P = \frac{f}{1 - \alpha} = \frac{18.939}{1 - 0,712} = 67.953 \text{ kg. por cm.}^2$$

Este valor, que es el que verdaderamente corresponde á la presión específica, es mucho mayor que el hallado en la página 77, pues resulta de dividir aquél por la cantidad $1 - 0,712 = 0,288$.

Para hallar la velocidad de inflamación tenemos que empezar por la determinación de $\frac{C}{c}$; c , según ya hemos visto en la página 75, es igual á 0,048; respecto á C basta recordar que los calores específicos de los gases á presión constante son, para cada molécula, iguales á los que corresponden á volumen constante aumentados en 0,002 calorías (véase la página 75). Ahora bien, los gases desarrollados por la explosión de la nitroglicerina son reducidos á sus fórmulas moleculares

$$3 C^2 O^4, \quad 5 H O = 2,5 H^2 O^2, \quad A z^3 = 1,5 A z^2 O^4 = 0,250;$$

de modo que en total resultan 7,25 moléculas, y por consiguiente, el valor de C será

$$C = 0,048 + 7,25 \times 0,002 = 0,048 + 0,01450 = 0,0625$$

$$\frac{C}{c} = \frac{0,063}{0,048} = 1,3$$

$$V = \sqrt{\frac{100 \times 19570 \times 1,3}{(1 - 0,712)^2}} = 5550 \text{ m. por 1'' (1).}$$

(1) Si se quieren evitar cálculos puede tenerse para todos los explosivos el valor 1,4 para la relación $\frac{C}{c}$, con lo cual sólo se cometerá un pequeño error.

Si se quiere determinar la temperatura de explosión, teniendo en cuenta la variación de los calores específicos, tendremos

$$3 C^2 O^4 = 3 (0,0062 + 0,0000037 T).$$

$$2,5 H^2 O^2 = 2,5 (0,0056 + 0,0000033 T).$$

$$1,5 A z^2 = 1,5 (0,0048 + 0,0000006 T).$$

$$0,250^4 = 0,25 (0,0048 + 0,0000006 T).$$

$$a = 3 \times 0,0062 + 2,5 \times 0,0056 + (1,5 + 0,25) 0,0048 = 0,041.$$

$$b = 3 \times 0,0000037 + 2,5 \times 0,0000033 + (1,5 + 0,25) 0,0000006 = 0,0000204.$$

$$T = \frac{-0,041 + \sqrt{0,041^2 + 4 \times 0,0000204 \times 335}}{2 \times 0,0000204} = 3160^\circ.$$

Puede verse fácilmente, comparando este valor de T con el de 6980° que corresponde al caso de suponer constantes los calores específicos, que la diferencia es considerable, y que según se adopte una u otra hipótesis, se obtienen resultados muy distintos: las tablas 11 y 11^{bis} lo indican claramente.

Si quisiéramos determinar para la dinamita al 75 por 100 los mismos datos que hemos hallado para la nitroglicerina, procederíamos como sigue. La ecuación de descomposición del explosivo es

$$C^6 H^2 (A z O^6 H)^3 + 1,25 S i O^4 = 3 C^2 O^4 + 2,5 H^2 O^2 + 1,5 A z^2 + 0,25 O^4 + 1,25 S i O^4.$$

El covolumen es el mismo que para la nitroglicerina, pues la sílice no produce gases, de modo que $\alpha = 0,712$: la temperatura T , suponiendo constantes los calores específicos, 5380°

$$f = 0,712 \times 1000 \left(1 + \frac{5380}{273} \right) = 15234 \text{ kg. por cm.}^2$$

El equivalente representado por la ecuación química anterior pesa 302 gramos, ó sea, 227 de nitroglicerina y 75 de sílice; 1 kilogramo contiene 750 gramos de la primera y 250 de la segunda, y como la densidad de ésta es 2,65, ocuparán un volumen de 94 centímetros cúbicos.

El valor de Δ para $\Delta' = 1$, será

$$\Delta = \frac{750}{1000 - 94} = \frac{750}{906} = 0,827.$$

$$P = \frac{15234 \times 0,827}{1 - 0,712 \times 0,827} = 30833 \text{ kg. por cm.}^2$$

El valor P_e de la presión específica, determinado por la fórmula de la página 79, sería

$$P_e = \frac{712 \text{ cm.}^3 \left(1 + \frac{5380}{273} \right)}{1 - 0,094} = 17374 \text{ kg. por cm.}^2$$

Para determinar C y c basta añadir á los valores hallados para la nitroglicerina la cantidad $1,25 \times 0,11 = 0,01375$, que corresponde á la sílice; tendremos, pues,

$$C=0,062 \quad C=0,077 \quad \frac{C}{c}=1,2 \quad V = \sqrt{\frac{1,2 \times 15234 \times 100}{(1 - 0,712 \times 0,827)^2}} = 3279 \text{ m. por 1}''.$$

Para determinar T , suponiendo variables los calores específicos, hay que añadir al valor de a , correspondiente á la nitroglicerina, la cantidad 0,014; resultará $a = 0,055$

$$T = \frac{-0,055 + \sqrt{0,055^2 + 4 \times 0,0000204 \times 335}}{2 \times 0,0000204} = 2916^\circ.$$

ERRATAS.

Pá- ginas.	Líneas.	Dice.	Debe decir.
14	28	$\frac{V}{h}$	$\frac{r}{h}$.
27	6	0,08 ($\sqrt{1+n^2}-1$) <i>h</i> .	0,80 ($\sqrt{1+n^2}-1$) <i>h</i> .
27	22	<i>g</i>	<i>y</i> .
28	1	$\sqrt{1,40 R^2 - h^2}$. . .	$\sqrt{(1,40 R)^2 - h^2}$.
64	9	425 <i>C</i> kilogramos. . .	425 <i>C</i> kilográmetros.
65	2	100 kilográmetros. . .	100 kilogramos.
76	16,19 y 20	<i>p</i>	<i>P</i> .
101	31	35°,14.	3514.
106	1 y 2	La siguiente tabla etc.	<p style="margin-left: 2em;">La siguiente tabla da una idea de los volúmenes y calorías desarrolladas por 1 kilógramo de diferentes pólvoras cloratadas y nitratadas.</p>
156	7	463 calorías.	403 calorías.
183	5	(fig. 68).	(fig. 69).
183	16	(fig. 69).	(fig. 68).
191	25	núcleo <i>g</i>	núcleo.
206	12	(fig. 111 ^{bis}).	(fig. 111 ^{ter}).
207	28	(fig. 111 ^{ter}).	(fig. 111 ^{bis}).
217	3	$N(r_1 + \rho) > \frac{m \rho}{r}$. . .	$N(r_1 + \rho) > \frac{m \rho}{r}$.
232	1	$\frac{7,50}{8} h^2$	$\frac{7,50}{8} h^2 l$.
253	34	caballete.	caballero.
293	30	} Lentz.	Lintz.
294	3		
297	7	$K''' E^2$	$K''' E^3$.
301	29	Vagel.	Vogel.

RECTIFICACIONES.

Página 77, línea 9 y siguientes, debe decir: Propongámonos determinar la presión producida por 1 gramo de nitroglicerina, detonando en una cámara de 100 centímetros cúbicos de capacidad. Antes hemos visto que un equivalente (227 gramos) producía 161,8 litros de gas; luego, 1 gramo producirá 0,712 litros, ó sea, 712 centímetros cúbicos.

El valor de P será

$$P = \frac{712^{\text{cm.}^3} \left(1 + \frac{6980}{273} \right)}{100} = \frac{18939}{100} = 189,39 \text{ atmósferas} = 195,70 \text{ kg. por cm.}^2$$

*
* *

Página 79, línea 9 y siguientes, debe decir: Un gramo, detonando en un centímetro cúbico, desarrolla una presión de 18939 atmósferas. La densidad de la nitroglicerina es 1,60, luego la presión máxima será $18939 \times 1,60$, ó sea, 30302 atmósferas ó 31312 kilogramos por centímetro cuadrado.



FÓRMULAS, TABLAS Y DATOS PRÁCTICOS.



FÓRMULAS, TABLAS Y DATOS PRÁCTICOS

DE

LOS LIBROS I, II Y III.

$$\begin{aligned}
 & \left. \begin{array}{l} \text{Cargas cúbicas.} \\ \text{Hornillos de mina. . .} \\ \text{Cargas cilíndricas. . .} \end{array} \right\} \begin{cases} C = g h^3 (\sqrt{1+n^2} - 0,414)^3 = g (R - 0,414 h)^3 \\ R = \sqrt{r^2 + h^2} = h \sqrt{1+n^2} \\ p = 0,80 (R - h) ; p = \frac{1}{3} h (2n - 1) \\ A = m B \quad a = m b \\ d = \sqrt{0,002 \frac{C}{l}} \quad m = 0,66 \sqrt[4]{\frac{l}{d} + 4} \\ B = \sqrt{b^2 + h^2} \\ B ; \text{ radio de la explosión de la carga cúbica } \frac{C'}{m} \end{cases} \\
 & \left. \begin{array}{l} \text{Efectos de dilatación. . .} \\ \text{Cargas cúbicas.} \\ \text{Id. id. cilíndricas. . .} \end{array} \right\} \begin{cases} \text{Radio interior.} \\ \text{Radios interiores.} \end{cases} \begin{cases} 1,40 R. \text{ Radio exterior } \sqrt{2R^2 - h^2} \\ 1,40 A. \\ 1,40 B. \end{cases}
 \end{aligned}$$

Tabla 1.^a

VALORES de g.

NATURALEZA DEL MEDIO.	VALOR DE g.	RELACION entre los valores de g, correspondientes a diferentes medios y el que corresponde al terreno ordinario.
Tierra ligera.	1,20	0,80
Id. ordinaria (mezcla de tierra de grano grueso y arena, que pesa por m ³ 1765 kig. ^s)	1,50 (1,1 din. ^a)	1,00
Id. vegetal.	1,60	1,07
Arena comprimida.	1,75	1,17
Id. húmeda.	1,90	1,27
Tierra mezclada con piedras pequeñas.	2 (1,5 din. ^a)	1,33
Arcilla mezclada con tobas.	2,25	1,50
Tierra grasa mezclada con cantos.	2,45	1,33
Mampostería húmeda (antigua ó nueva).	1,90	1,27
Id. mediana.	2,50	1,67
Id. nueva, muy buena.	3 (1,5 din. ^a)	2,00
Id. vieja, id.	3,50	2,33
Id. romana	4 (2 á 2,5 din. ^a)	2,60
Roca.	3 á 4	2,60

Tabla 2.^a

CARGA de los hornillos ordinarios en terreno ordinario.

$$C = 1,50 h^3$$

Líneas de M. R.	Cargas.	Líneas de M. R.	Cargas.	Líneas de M. R.	Cargas.	Líneas de M. R.	Cargas.
—	—	—	—	—	—	—	—
Metros.	Kilógramos.	Metros.	Kilógramos.	Metros.	Kilógramos.	Metros.	Kilógramos.
1	1,50	3,30	53,90	5,60	263,42	7,90	739,66
1,10	2,00	3,40	58,90	5,70	277,80	8	768,00
1,20	2,59	3,50	64,31	5,80	293,63	8,10	797,16
1,30	3,30	3,60	69,98	5,90	308,07	8,20	827,34
1,40	4,17	3,70	75,98	6	324,00	8,30	857,67
1,50	5,06	3,80	82,30	6,10	340,48	8,40	889,06
1,60	6,14	3,90	88,97	6,20	357,50	8,50	921,19
1,70	7,37	4	96,00	6,30	375,06	8,60	954,07
1,80	8,75	4,10	103,38	6,40	393,22	8,70	987,75
1,90	10,29	4,20	111,13	6,50	411,94	8,80	1022,21
2	12,00	4,30	119,26	6,60	431,24	8,90	1056,54
2,10	13,89	4,40	127,77	6,70	451,14	9	1093,50
2,20	15,97	4,50	136,69	6,80	471,65	9,10	1130,36
2,30	18,25	4,60	146,00	6,90	492,75	9,20	1156,00
2,40	20,74	4,70	155,73	7	514,50	9,30	1206,68
2,50	23,44	4,80	165,90	7,10	536,87	9,40	1245,78
2,60	26,36	4,90	176,47	7,20	559,87	9,50	1286,05
2,70	29,53	5	187,50	7,30	584,88	9,60	1327,09
2,80	32,92	5,10	198,97	7,40	607,84	9,70	1369,00
2,90	36,58	5,20	210,91	7,50	632,81	9,80	1411,79
3	40,50	5,30	223,32	7,60	658,96	9,90	1455,44
3,10	44,68	5,40	236,20	7,70	684,80	10	1500,00
3,20	49,15	5,50	249,56	7,80	711,83		

Tabla 3.^aVALORES del coeficiente $(\sqrt{1+n^2} - 0,41)^5$.

Valor de <i>n.</i>	Valor de $(\sqrt{1+n^2}-0,41)^5$	Valor de <i>n.</i>	Valor de $(\sqrt{1+n^2}-0,41)^5$	Valor de <i>n.</i>	Valor de $(\sqrt{1+n^2}-0,41)^5$
0,10	0,21	1,10	1,25	2,10	7,00
0,20	0,23	1,20	1,52	2,20	8,10
0,30	0,26	1,30	1,86	2,30	9,25
0,40	0,30	1,40	2,25	2,40	10,50
0,50	0,36	1,50	2,69	2,50	11,00
0,60	0,45	1,60	3,22	2,60	13,40
0,70	0,53	1,70	3,80	2,70	15,07
0,80	0,66	1,80	4,50	2,80	16,80
0,90	0,82	1,90	5,25	2,90	18,63
1,00	1,00	2,00	6,08	3,00	20,80

Tabla 4.^a

LÍMITES de los efectos peligrosos para las distintas clases de galería, ó sea valor de los radios de ruptura.

CLASE DE GALERÍA.	CARGAS CÚBICAS.		CARGAS CILÍNDRICAS.			
			Posición del eje de la galería con relación al eje mayor del elipsóide de ruptura.			
			PARALELO.		PERPENDICULAR.	
	RADIOS DE RUPTURA.					
	Horizontal.	Vertical.	Horizontal.	Vertical.	Horizontal.	Vertical.
Galería de 2. ^a	1,56 <i>R</i>	<i>R</i>	1,56 <i>B</i>	<i>B</i>	1,56 <i>A</i>	<i>A</i>
Id. de 3. ^a	1,37 <i>R</i>	<i>R</i>	1,37 <i>B</i>	<i>B</i>	1,37 <i>A</i>	<i>A</i>
Ramal de 1. ^a	1,35 <i>R</i>	<i>R</i>	1,35 <i>B</i>	<i>B</i>	1,35 <i>A</i>	<i>A</i>
Id. de 2. ^a	1,25 <i>R</i>	<i>R</i>	1,25 <i>B</i>	<i>B</i>	1,25 <i>A</i>	<i>A</i>
Id. de combate.	1,25 <i>R</i>	<i>R</i>	1,25 <i>B</i>	<i>B</i>	1,25 <i>A</i>	<i>A</i>
Galerías atracadas.	Los $\frac{7}{10}$ de los valores anteriores.					
Galerías cuyos bastidores disten entre sí 0 ^m ,50.	Idem.					
Galerías que presentan su cabeza al hornillo.	<i>R</i>		<i>B</i>		<i>A</i>	

RADIOS de ruptura para los hornillos que obren en tierras removidas = $\sqrt[3]{4}$ de los valores de la tabla 4.^a

<i>Distancia mínima entre dos hornillos para que puedan obrar sucesivamente.</i>	} Terreno no removido. 0,75 R. Id. removido. $\sqrt[3]{4}(0,75 R) = 0,90 R.$
<i>Distancia máxima entre dos hornillos para que la explosión del segundo llene el embudo del primero.</i>	} Terreno removido. . . 0,90 R. Id. no removido. . . . 0,75 R.
<i>Longitud de galería que queda destruída á consecuencia de una explosión.</i>	} $2l = 2\sqrt{D^2 - A^2}.$
<i>Distancia oblicua que determina el límite de ruptura.</i>	$D = \sqrt[3]{L^2 d}.$
<i>Presión ejercida por los gases de la pólvora sobre cada $0,01^2$ á la distancia ρ del centro del hornillo.</i>	} $\pi = 1^k 0,33 \frac{R^2}{\rho^2}.$
<i>Longitud de los atraques.</i>	} Tierra y tepes. $L = 1,33 R.$ Tierra y madera. $L = R.$ Tierra poco consistente. $L = 1,41 R.$
<i>Atraque incompleto.</i>	$C_1 = \frac{2L - L_1}{L} C.$ } C_1 , carga correspondiente á la longitud L_1 .
<i>Carga en el caso de atraque incompleto en ramal también incompleto.</i>	} $C = \left(10,213 \frac{h-r}{r} + \frac{L-L_1}{L} \right) C$ } r , longitud del ramal.
<i>Carga colocada en el fondo de un pozo.</i>	} $C' = 1,38 C.$ } C , carga ordinaria calculada por la fórmula $g h^3$.
<i>Pozo de profundidad insuficiente igual á $\frac{h}{m}$.</i>	$C'' = \overline{1,64}^m C'.$
<i>Carga sin ramal ni atraque, adosada ó introducida, en el medio que se va á destruir.</i>	} $C' = C \times 11,213 \times 1,26^{m-1}$ } m , número de caras de la caja que quedan al aire libre.
<i>Cargas que hacen explosión al aire libre.</i>	$C = 12 h^3.$
<i>Hornillos que producen doble embudo.</i>	$C = \frac{11}{10} g h^3.$

Tabla 5.^a

LADO interior de las cajas cúbicas conteniendo cargas de pólvora
cuya densidad sea 0,832.

Carga. — Kilógramos.	Lado de la caja. — Metros.	Carga. — Kilógramos.	Lado de la caja. — Metros.	Carga. — Kilógramos.	Lado de la caja. — Metros.	Carga. — Kilógramos.	Lado de la caja. — Metros.
1,00	0,11	14,00	0,26	80,00	0,46	300,00	0,72
2,00	0,14	16,00	0,27	90,00	0,48	350,00	0,75
3,00	0,16	18,00	0,28	100,00	0,50	400,00	0,79
4,00	0,17	20,00	0,29	120,00	0,53	450,00	0,82
5,00	0,19	25,00	0,32	140,00	0,56	500,00	0,85
6,00	0,20	30,00	0,34	150,00	0,57	550,00	0,87
7,00	0,21	40,00	0,37	175,00	0,60	600,00	0,90
8,00	0,22	50,00	0,40	200,00	0,63	650,00	0,92
9,00	0,23	60,00	0,42	250,00	0,67	700,00	0,95
10,00	0,24	70,00	0,44			750,00	0,97
12,00	0,25					800,00	0,99

Tabla 6.^a (1)

LADO interior de las cajas cúbicas conteniendo cargas de pólvora
cuya densidad sea 0,91.

Cargas. — Kilógramos.	Lados. — Metros.	Cargas. — Kilógramos.	Lados. — Metros.	Cargas. — Kilógramos.	Lados. — Metros.	Cargas. — Kilógramos.	Lados. — Metros.
1	0,103	85	0,453	450	0,790	1500	1,180
5	0,176	90	0,462	475	0,804	1600	1,205
10	0,222	95	0,471	500	0,818	1700	1,230
15	0,255	100	0,479	550	0,845	1800	1,254
20	0,280	125	0,516	600	0,870	1900	1,277
25	0,302	150	0,548	650	0,895	2000	1,299
30	0,321	175	0,577	700	0,915	2100	1,320
35	0,327	200	0,603	750	0,937	2200	1,341
40	0,353	225	0,627	800	0,957	2300	1,361
45	0,367	250	0,650	850	0,977	2400	1,380
50	0,380	275	0,670	900	0,995	2500	1,399
55	0,392	300	0,690	950	1,013	2600	1,417
60	0,404	325	0,709	1000	1,031	2700	1,435
65	0,415	350	0,727	1100	1,063	2800	1,453
70	0,425	375	0,743	1200	1,095	2900	1,470
75	0,435	400	0,760	1300	1,125	3000	1,487
80	0,444	425	0,775	1400	1,153		

(1) Se calculan por la fórmula $C = 0,1 \sqrt{1,1 C}$.

Tabla 7.^a

LADOS interiores de las cajas que contienen cargas de dinamita
cuya densidad sea 1,4 ⁽¹⁾.

Cargas. — Kilógramos.	Lados. — Metros.	Cargas. — Kilógramos.	Lados. — Metros.	Cargas. — Kilógramos.	Lados. — Metros.	Cargas. — Kilógramos.	Lados. — Metros.
0,5	0,075	11	0,200	31	0,285	60	0,355
1,0	0,090	12	0,210	32	0,290	70	0,375
1,5	0,105	13	0,215	33	0,290	80	0,390
2,0	0,115	14	0,220	34	0,295	90	0,405
2,5	0,125	15	0,225	35	0,295	100	0,420
3,0	0,130	16	0,230	36	0,300	110	0,435
3,5	0,140	17	0,235	37	0,300	120	0,445
4,0	0,145	18	0,240	38	0,305	130	0,460
4,5	0,150	19	0,240	39	0,305	140	0,470
5,0	0,155	20	0,245	40	0,310	150	0,480
5,5	0,160	21	0,250	41	0,310	160	0,490
6,0	0,165	22	0,255	42	0,315	170	0,500
6,5	0,170	23	0,260	43	0,315	180	0,510
7,0	0,175	24	0,260	44	0,320	190	0,520
7,5	0,180	25	0,265	45	0,320	200	0,530
8,0	0,180	26	0,270	46	0,325	250	0,570
8,5	0,185	27	0,270	47	0,325	300	0,605
9,0	0,190	28	0,275	48	0,330	350	0,635
9,5	0,195	29	0,280	49	0,330	400	0,665
10,0	0,195	30	0,280	50	0,335	500	0,715

(1) Se calculan por la fórmula $L = 0,09 \sqrt[3]{C}$.

Tabla 8.^a

CUERPOS.	Fórmulas del equivalente.	Pesos equivalentes (E)	μ	Peso del litro de gas en gramos.	Pesos moleculares. μE
Oxígeno.	<i>O</i>	8	4	1,43	32
Hidrógeno.	<i>H</i>	1	2	0,09	2
Azoe.	<i>A z</i>	14	2	1,25	28
Cloro.	<i>Cl</i>	35,5	2	3,18	71
Azufre.	<i>S</i>	16	4	2,87	64
Mercurio.	<i>Hg</i>	100	2	8,96	200
Acido clorhídrico.	<i>HCl</i>	36,5	1	1,63	36,5
Vapor de agua.	<i>HO</i>	9	2	0,81	18
Bióxido de ázoe.	<i>AzO²</i>	30	1	1,34	30
Protóxido de ázoe.	<i>AzO</i>	22	2	1,97	44
Acido nitroso.	<i>AzO³</i>	38	2	3,40	76
Acido hiponitroso.	<i>AzO⁴</i>	46	1	2,06	46
Acido sulfuroso.	<i>SO²</i>	32	2	2,87	64
Oxido de carbono.	<i>CO</i>	14	2	1,25	28
Acido carbónico.	<i>CO²</i>	22	2	1,97	44
Acido hipocloroso.	<i>ClO</i>	43,5	2	3,90	87
Acido cloroso.	<i>ClO³</i>	59,5	2	5,33	119
Acido hipoclorico.	<i>ClO⁴</i>	67,5	1	3,02	67,5

Tabla 9.^a

Tabla de los calores específicos de los gases que suelen obtenerse por la explosión de las pólvoras.

CUERPOS.	Fórmulas de la molécula.	Peso molecular.	Calor específico á presión constante referidos (1)	
			á 1 gramo.	al peso molecular.
Hidrógeno.	H^2	2	0,00341	0,00682
Oxígeno.. . . .	O^4	32	0,00022	0,00696
Azoe.	Az^2	28	0,00024	0,00682
Cloro.	Cl^2	71	0,00012 (0°-200°)	0,00852
Oxido de carbono.	$C^2 O^2$	28	0,00025	0,00686
Bióxido de ázoe.	$Az O^2$	30	0,00023	0,00696
Protóxido de ázoe.	$Az^2 O^2$	44	0,00023 (0°-200°)	0,00994
Acido carbónico.	$C^2 O^4$	44	0,00021 (0°-200°)	0,00950
Acido sulfuroso.	$S^2 O^4$	64	0,00015 (0°-200°)	0,00986
Vapor de agua.. . . .	$H^2 O^2$	18	0,00048 (128°-220°)	0,00864
Acido clorhídrico.	HCl	36,5	0,00018	0,00675
Acido sulfhídrico.	$H^2 S^2$	34	0,00024	0,00830
Amoniaco.	$Az H^3$	17	0,00051 (0°-200°)	0,00864

(1) En grandes calorías.

Tabla 10.

TABLA de los calores específicos de los sólidos y líquidos que pueden obtenerse por la explosión.

CUERPOS.	FÓRMULAS.	Equivale- tes.	Calores específicos referidos	
			á 1 gramo.	al peso del equi- valente.
Azufre..	<i>S</i>	16	0,00020	0,0032
Carbono..	<i>C²</i>	12	0,00020 (grafito, oak)	0,0024
			0,00024 (madera cal- cinada)	0,0029
Sílice	<i>Si o⁴</i>	60	0,00019	0,0114
Clorhidrato de amoníaco.	<i>Az H³ H Cl</i>	53,5	0,00037	0,0200
Cloruro de potasio.	<i>K Cl</i>	74,6	0,00017	0,0129
Id. de sodio.	<i>Na Cl</i>	58,5	0,00021	0,0125
Id. de bario.	<i>Ba Cl</i>	104	0,00009	0,0093
Sulfuro de potasio.	<i>K S</i>	55,1	»	0,0089
Id. de sodio.	<i>Na S</i>	39	»	0,0089
Nitrato de potasa	<i>Az o⁶ K</i>	101	0,00024 (sólido)	0,0242
			0,00024 (líquido)	0,0335
Id. de sosa.	<i>Az o⁶ Na</i>	85	0,00028	0,0237
Id. de barita.	<i>Az o⁶ Ba</i>	130,5	0,00015	0,0190
Sulfato de potasa.	<i>So⁴ K</i>	87	0,00019	0,0166
Id. de sosa.	<i>So⁴ Na</i>	71	0,00023	0,0162
Carbonato de potasa.	<i>Co³ K</i>	69,1	0,00021	6,0150
Id. de sosa.	<i>Co³ Na</i>	53	0,00027	0,0145
Id. de barita.	<i>Co³ Ba</i>	98,5	0,00011	0,0107
Clorato de potasa.	<i>Cl o⁶ K</i>	122,6	0,00021	0,0257
Perclorato de potasa.	<i>Cl o⁸ K</i>	138,6	0,00019	0,0263
Agua.	<i>Ho</i>	9	0,001 (líquida)	0,0009
			0,0005 (sólida)	0,00045
Acido nítrico.	<i>Az o⁵ Ho</i>	63	0,00045	0,0280
Id. sulfúrico.	<i>So³ Ho</i>	49	0,00034 (líquido)	0,0167

Tabla 10. bis.

CALORÍAS DESARROLLADAS POR					
la formación de los compuestos que forman parte de los principales explosivos.			los gases (á P. C.) que resultan de la explosión.		
CUERPOS.	FÓRMULAS.	Calorías.	GASES.	FÓRMULAS.	Calorías.
Agua líquida.	$H^2 O^2$	69	Acido carbónico.	$C^2 O^4$	94
Bencina.	$C^{12} H^6$	- 5	Oxido de carbono.	$C^2 O^2$	25,8
Nitroglicerina.	$C^6 H^2 (A z O^6 H)^3$	98	Acido sulfuroso.	$S^2 O^4$	71,6
Algodón-pól- vora.	$C^{48} H^{18} (A z O^6 H)^{11} O^{18}$	624	Vapor de agua	$H^2 O^2$	59
Id. soluble.	$C^{48} H^{32} A z^8 O^{72}$	602	Acido nitroso.	$A z O^3$	-22,2
Nitronaftalina.	$C^{20} H^7 A z O^4$	- 17,6	Acido hiponitroso.	$A z O^4$	- 2,6
Binitronaftalina.	$C^{20} H^6 (A z O^4)^2$	- 9,6	Acido nítrico.	$A z O^5$	- 0,6
Nitrato de amoniaco.	$A z^2 H^4 O^6$	87,9	Acido nítrico hidratado.	$A z O^6 H$	34,4
Acido pícrico.	$C^{12} H^3 (A z O^4)^3 O^2$	49,1	Acido sulfúrico.	$S^2 O^6$	96,4
Nitrato de potasa.	$A z O^6 K$	118,7			
Clorato de potasa.	$K Cl O^6$	94			
Bióxido de azoe.	$A z^2 O^4$	- 21,6			
Nitrato de barita.	$B a A z O^6$	47,8			



DATOS referentes á los principales explosivos suponiendo constantes los

		Equivalentes...	Temperaturas...
		Gramos.	Grads
Pólvora de guerra.	$A_7O^6K + S + 3C = KS + 1,5C^2O^4 + A_7$	135	3514
Pólvora de mina.	$A_7O^6K + 2S + 4C = KS^2 + C^2O^4 + C^2O^2 + A_7$	157	2162
Pólvora clorata.	$22(KClO^6) + 18S + 48C = 22KCl + 24C^2O^4 + 9S^2O^4$	3274	5939
Acido picrico.	$2(C^{12}H^3(A_7O^4)^3O^2) = 3C^2O^4 + 8C^2O^2 + 3H^2 + 3A_7^2 + C^2$	458	4214
Melinita (ácido picrico y algodón-pólvora soluble).	$4(C^{12}H^3(A_7O^4)^3O^2) + C^{48}H^{32}A_7^8O^{72} = 8C^2O^4 + 40C^2O^2 + 8H^2O^2 + 14H^2 + 10A_7^2$	1924	3287
Panclastita (bencina y peróxido de ázoe).	$C^{12}H^6 + 7,50(A_7O^4) = 6C^2O^4 + 3H^2O^2 + 7,50A_7$	423	8890
Explosivo Favier (nitrate de amoniaco y nitronaftalina).	$19,5(A_7^2H^4O^6) + C^{20}H^7A_7O^4 = 8C^2O^4 + 2C^2O^2 + 42,5H^2O^2 + 20A_7^2$	1733	3625
Explosivo Favier (nitrate de amoniaco y bisnitronaftalina).	$19(A_7^2H^4O^6) + C^{20}H^6(A_7O^4)^2 = 10C^2O^4 + 41H^2O^2 + 20A_7^2$	1738	3327
Belita.	$10(A_7^2H^4O^6) + C^{20}H^6(A_7O^4)^2 = 6C^2O^4 + 22H^2O^2 + 11A_7^2$	968	3583
Fulminato de mercurio.	$C^4A_7^2Hg^2O^4 = 2C^2O^2 + A_7^2 + Hg^2$	284	5160
Sulfuro de ázoe.	$2(A_7S^2) = A_7^2 + S^4$	92	6250
Algodón-pólvora comprimido y seco.	$C^{48}H^{18}(A_7O^6H)^{11}O^{18} = 10,75C^2O^4 + 13,25C^2O^2 + 7,25H^2O^2 + 8,5H^2 + 5,5A_7^2$	1143	4490
Algodón-pólvora con 20 por 100 de agua.	$C^{48}H^{18}(A_7O^6H)^{11}O^{18} + 12,4H^2O^2 = 12C^2O^4 + 12C^2O^2 + 18,7H^2O^2 + 8,5H^2 + 5,5A_7^2$	1369,6	3175
Tonita inglesa.	$C^{48}H^{18}(A_7O^6H)^{11}O^{18} + 8,2(BaO.A_7O^5) = 24C^2O^4 + 14,5H^2O^2 + 9,6A_7^2 + 8,2BaO$	2213	5746
Nitroglicerrina.	$C^6H^2(A_7O^6H)^3 = 3C^2O^4 + 2,5H^2O^2 + 1,5A_7^2 + 0,5O^2$	227	6980
Dinamita aal 90 por 100.	$C^6H^2(A_7O^6H)^3 + 0,42SiO^4 = 3C^2O^4 + 2,5H^2O^2 + 1,5A_7^2 + 0,5O^2 + 0,42SiO^4$	252	6354
Dinamita aal 75 por 100.	$C^6H^2(A_7O^6H)^3 + 1,25SiO^4 = 3C^2O^4 + 2,5H^2O^2 + 1,5A_7^2 + 0,5O^2 + 1,25SiO^4$	302	5380
Dinamita aal 50 por 100.	$C^6H^2(A_7O^6H)^3 + 3,78SiO^4 = 3C^2O^4 + 2,5H^2O^2 + 1,5A_7^2 + 0,5O^2 + 3,78SiO^4$	454	3727
Dinamita aal 30 por 100.	$C^6H^2(A_7O^6H)^3 + 8,8SiO^4 = 3C^2O^4 + 2,5H^2O^2 + 1,5A_7^2 + 0,5O^2 + 8,8SiO^4$	755	2240
Dinamita $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nitroglicerina. 92 por 100} \\ \text{Algodón-pólvora} \\ \text{goma. } \left\{ \begin{array}{l} \text{soluble. 8 por 100} \end{array} \right. \end{array} \right.$	$51C^6H^2(A_7O^6H)^3 + C^{48}H^{32}A_7^8O^{72} = 174,5C^2O^4 + 2,5C^2O^2 + 143,5H^2O^2 + 80,5A_7^2$	12585	7274

NOTA. Esta tabla sirve para poder determinar el explosivo más conveniente para cada caso. Si, por ejemplo, carga dada desarrolle mayor presión por centímetro cuadrado. Si la densidad de carga puede ser cualquiera, la méñ, y si se prefiere la economía del explosivo, entonces habrá que recurrir al que produzca mayor efecto por unidad les la velocidad de propagación sea pequeña.

bla 11.

calores específicos. (Calculados tomando por base las tablas anteriores.)

Covolumenes.	Fuerzas explosivas.	Datos que corresponden á 1 kilogramo de explosivo.					Presiones.						Velocidad de propagación.		Fuerzas, energías, presiones y velocidades tomando por unidad la pólvora ordinaria.										
		Peso de la parte que produce gases.	Volumen de los gases.	Volumen de los residuos.	Calorías á V. C.	A'	A''	P.	A' = densidad gravimétrica.	A''	P.	Energía potencial.	A' = 1.	A'' = densidad gravimétrica.	PRESTIONES.		VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN.		Fuerza explosiva.	Energía potencial.	A' = 1.	A'' = densidad gravimétrica.	A' = 1.	A'' = densidad gravimétrica.	
															A' = 1.	A'' = densidad gravimétrica.	A' = 1.	A'' = densidad gravimétrica.							
																									A' = 1. . . . .	A'' = densidad gravimétrica. . . . .
Kg cm ²	Gram.	Lits	Cm. ³	Kg. cm. ²	Kg. cm. ²	Kgm. por Kg.	m. x 1''	m. x 1''																	
0,558	8000	592	331	135	552	1	0,68	8770	0,86	0,58	6925	234600	1542	1340	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0,640	5869	563	360	150	516	1	0,66	6677	0,76	0,48	4924	219300	1450	1185	0,73	0,93	0,76	0,58	0,94	0,88					
0,450	10588	498	225	225	963	1	0,64	9520	1	0,64	9520	409275	1500	1500	1,32	1,74	1,08	1,08	1,12	1,12					
0,852	14466	951	830	15	852	1	0,97	77992	1	0,97	77992	362100	7854	7854	1,80	1,53	8,89	8,89	5,85	5,85					
0,889	11987	1000	889	»	718	1	1	107909	1	1	107909	304938	11666	11666	1,49	1,30	12,31	12,31	8,70	8,70					
0,673	23340	1000	673	»	1727	1	1	71376	1,2	1,2	145878	733975	5327	9073	2,91	3,12	8,02	21,06	3,44	6,77					
0,948	13990	1000	948	»	933,4	1	1	269058	0,9	0,9	85537	396695	25904	8980	1,75	1,68	30,68	12,35	16,79	6,70					
0,912	14251	1000	912	»	979,2	1	1	161943	0,9	0,9	72212	416160	15420	7586	1,78	1,77	18,50	10,43	10	5,66					
0,900	13135	1000	900	»	1094	1	1	131390	0,9	0,9	62223	426700	15897	8383	1,64	1,81	14,98	9,38	10,30	6,25					
0,315	6476	1000	315	»	349	1	1	9454	3,0	3	359780	148325	1327	18345	0,81	0,63	1,08	51,94	0,84	13,70					
0,486	11494	1000	486	»	652	1	1	22360	1,5	1,5	63440	277100	2430	4480	1,43	1,18	2,52	2,52	1,57	3,34					
0,859	15444	1000	859	»	1026	1	1	110314	1	1	110314	436050	10124	10124	1,93	1,85	13,56	13,56	7,55	7,55					
0,924	12030	1000	924	»	769	1	1	158289	1	1	158289	326825	16754	16754	1,50	1,39	17,84	17,84	12,50	12,50					
0,677	15427	716	485	59	954	1	0,76	23445	1,4	1,09	64675	405450	2720	5269	1,92	1,73	2,64	10,07	1,74	3,93					
0,712	19370	1000	712	»	1470	1	1	67953	1,3	1,3	307728	624750	5550	20955	2,44	2,74	7,66	48,88	3,66	15,64					
0,712	17670	900	641	37	1321	1	0,935	44407	1,3	1,21	123198	561425	4245	11197	2,20	2,38	5,01	19,62	2,75	8,35					
0,712	15234	750	534	94	1101	1	0,827	30833	1,3	1,11	76155	467925	3279	6109	1,90	1,98	3,48	12,09	2,12	4,56					
0,712	10780	500	356	188	735	1	0,615	11767	1,2	0,77	18444	312375	1920	2422	1,34	1,32	1,32	2,90	1,24	1,80					
0,712	6772	300	214	263	442	1	0,407	3882	1,1	0,46	4647	187850	1215	1288	0,84	0,80	0,44	0,73	0,80	0,96					
0,712	20680	1000	712	»	1539	1	1	70861	1,3	1,3	382288	654075	4221	23114	2,57	2,78	8	60,88	2,73	17,25					

se quiere obtener la ruptura de un objeto muy resistente, habrá que emplear la pólvora que con la densidad de jor pólvora será la que con menor volumen produce mayor presión, si se quiere que la cámara de mina sea pequeña de peso. Si en vez de efectos de ruptura se desean efectos de proyección, habrá que recurrir á pólvoras en las cua-

Tabla 11. bis

DATOS referentes á los principales explosivos, suponiendo variables los calores específicos.

(Estos datos los hemos tomado de la Memoria de Mr. Tournay.)

	Temperaturas Grados.	Covolumenes.	Fuerza explosiva Kilógs. por cm. ³	Presiones y velocidades á la densidad gravimétrica.				Relación entre los calores específicos $\frac{c}{c'}$	Fuerzas, presiones y velocidades con relación á la pólvora de guerra.		
				Δ'	Δ	p	v		f	p	v
Pólvora de guerra.	2600	0,559	6212	0,886	0,415	3384	1074	1,12	1	1	1
Pólvora de minas	1665	0,640	4675	0,76	0,43	2792	1040	1,15	0,75	0,82	0,97
Fulminato de mercurio	3045	0,315	3955	3	3	219720	13540	1,41	0,63	64,93	12,60
Sulfuro de ázoe	3024	0,486	4417	1,5	1,5	24400	2920	1,41	0,72	7,21	2,72
Acido picrico.	2318	0,852	8363	1	1	55753	7514	1,40	1,34	16,47	7
Melinita.	2303	0,889	8665	1	1	78070	9931	1,40	1,39	23,07	9,26
Pólvora Favier.	2125	0,912	8276	0,9	0,9	41890	5932	1,36	1,33	12,38	5,52
Belita.	2176	0,900	8340	0,9	0,9	39530	5613	1,36	1,34	11,68	5,22
Panclastita.	3643	0,673	9972	1,2	1,2	62330	1904	1,34	1,60	18,42	1,77
Algodón-pólvora seco.	2541	0,859	9147	1	1	64870	7906	1,36	1,47	19,17	7,36
Id. id. con 20 % de agua.	1880	0,924	7528	1	1	99050	13335	1,37	1,21	29,56	12,41
Tonita de Wetteren.	2843	0,681	8065	1,5	1,183	50700	5226	1,28	1,29	14,98	4,86
Nitroglicerina	3102	0,712	9093	1,3	1,3	142300	18788	1,35	1,46	42,64	17,49
Dinamita al 75 %	2860	0,712	8441	1,3	1,11	44900	4922	1,26	1,35	13,27	4,58
Id. al 30 %	1843	0,712	5701	1,1	0,46	3910	1180	1,10	0,91	1,15	1,09
Id. goma, al 92 %	3164	0,712	9260	1,3	1,3	55510	15030	1,34	1,48	16,38	14

Tabla 12.

DATOS acerca de las principales pilas.

Nombre de la pila.	Electrodo negativo.	LÍQUIDO EXCITADOR.	Electrodo positivo.	DESPOLARIZADOR.	F. E. M. en volts	Resistencia en ohms.
Daniell.	Zinc amalgamado.	1 parte de ácido sulfúrico, 7 ¹ / ₂ de agua.	Cobre.	Disolución saturada de sulfato de cobre.	1,07	10
Reynier.. . . .	Idem id.	30 de sosa cáustica, 70 de agua.	Idem.. . . .	Idem id. de id. id.	1,50	0,075
Marié Davy.	Idem id.	1 de ácido sulfúrico, 20 de agua.	Carbón.	Pasta de sulfato de mercurio.	1,51	6,10
Grove.. . . .	Idem id.	1 de id. id., 7 ¹ / ₂ de agua.	Platino.	Acido nítrico fumante.	1,95	1,50
		Disolución de sal marina.	Idem.. . . .	Acido nítrico de 1,33 de densidad.	1,89	1,50
Bunsen.	Idem id.	1 parte de ácido sulfúrico, 20 de agua.	Carbón.	Acido nítrico.	1,72	1,50
Duchemin. . .	Zinc.	25 de sal marina, 75 agua.	Idem.. . . .	Percloruro de hierro.	1,54	»
Fuller.. . . .	Zinc amalgamado.	Agua.	Idem.. . . .	Bicromato de potasa disuelto en agua acidulada al 1 por 10.	1,80	0,2 á 0,5
Delaurier.. . .	Idem id.	No hay más líquido que el despolarizador.	Idem.. . . .	184 gramos bicromato de potasa, 428 gramos ácido sulfúrico, 2 litros de agua.	1,90	»
Trouvé.	Idem id.	Idem id.	Idem.. . . .	100 gramos bicromato de potasa, 300 ácido sulfúrico, 600 de agua.	1,90	0,07 á 0,08
Leclanché (sin diafragma.	Idem id.	Disolución de clorhidrato de amoniaco (densidad 1,07).	Idem.. . . .	Bióxido de manganeso.	1,48	0,6; 1,1; 1,5 según tengatres, dos ó una placa

Tabla 13.

DATOS acerca de los cebos termo-eléctricos.

DISPOSICION DEL ALAMBRE.	INDUSTRIALES.			MILITARES.		
	Recto.	Tres espiras.	Cinco espiras.	Recto.		Tres espiras.
Diámetro mm.	0,05	0,05	0,04	0,03	0,006 á 0,005	0,022
Longitud mm.	3	8	4	6,05	11	3
Resistencia en caliente. ohms	1,50	4,20	5,86	2,60	9 á 14	9
Intensidad de la corriente necesaria para inflamarlos. amp.	0,67	0,67	0,49	0,80	0,05	»

Tabla 14.

RESISTENCIA de un alambre de platino de 1 milímetro de diámetro y 1 metro de longitud.

TEMPERATURAS. Grados centígrados.	RESISTENCIAS Ohms.
0°	0,116
75° Inflamación del fósforo.	0,137
150°) 200° (» » algodón pólvora.	0,165
	0,174
265° » de la pólvora de mina pulverizada. . .	0,192
266° » » » guerra.	
268° » » » caza.	
400° » de carbón vegetal.	0,230
525° Temperatura del platino al rojo inicial.	0,267
700° » » » sombrío.	0,317
900° » » » cereza.	0,374
1500° » » » blanco.	0,545
1900° » » » fusión.	0,603

Tabla 15.

RELACIÓN *entre las longitudes de las chispas y las tensiones.*

DISTANCIA explosiva en el aire. <i>Milímetros.</i>	TENSIÓN. <i>Volts.</i>	CLASE DE EXPLOSOR.
0,04	400	Magnetos y dinamos.
0,06	440	»
0,08	520	»
0,10	600	»
0,20	1000	»
0,30	1400	»
0,40	1750	»
0,50	2100	»
0,60	2450	»
0,70	2800	»
0,80	3140	»
0,90	3470	»
1,00	3800	»
1,50	5300	»
2,00	6500	»
10,00	9200	Ruhmkorff y máquinas electro-estáticas.
20,00	18400	»
30,00	27600	»
40,00	36800	»
50,00	46000	»
100,00	92000	»

Tabla 16.

RESISTENCIA de los alambres de cobre puro recocido en ohms á 0°.

DIÁMETRO. <i>Milímetros.</i>	SECCIÓN. <i>Milímetros²</i>	PESO por metro. <i>Gramos.</i>	LONGITUD por kilogramo. <i>Metros.</i>	RESISTENCIA por kilómetro. <i>Ohms.</i>	LONGITUD correspondien- te á 1 ohm. <i>Kilómetros.</i>
0,1	0,0079	0,0699	14306	2034,2	0,00049
0,2	0,0314	0,2796	3576,5	508,23	0,00197
0,3	0,0707	0,6291	1589,6	226,02	0,00442
0,4	0,1257	1,1184	894,13	127,14	0,00787
0,5	0,1963	1,7475	572,24	81,367	0,01229
0,6	0,2827	2,5164	397,39	56,504	0,01770
0,7	0,3848	3,4851	291,96	41,514	0,02409
0,8	0,5027	4,4736	223,53	37,784	0,03146
0,9	0,6362	5,6619	176,62	25,113	0,03982
1,0	0,7854	6,9900	143,06	20,342	0,04916
1,1	0,9503	8,4580	118,23	16,811	0,05551
1,2	1,1310	10,066	99,348	14,126	0,07075
1,3	1,3273	11,813	84,651	12,036	0,08308
1,4	1,5394	13,700	72,990	10,378	0,09635
1,5	1,7671	15,728	63,582	9,0407	0,11061
1,6	2,0106	17,895	55,883	7,9460	0,12585
1,7	2,2698	20,201	49,502	7,0386	0,14207
1,8	2,5447	22,648	44,155	6,2783	0,15928
1,9	2,8353	25,234	39,629	5,6348	0,17747
2,0	3,1416	27,960	35,765	5,0854	0,19664
2,1	3,1636	30,826	32,440	4,6126	0,21680
2,2	3,8013	33,832	29,558	4,2028	0,23794
2,3	4,1548	36,977	27,044	3,8453	0,26006
2,4	4,5239	40,263	24,837	3,5315	0,28316
2,5	4,9087	43,688	22,890	3,2547	0,30725
2,6	5,3093	47,253	21,163	3,0091	0,33232
2,7	5,7256	50,957	19,624	2,7904	0,35838
2,8	6,1575	54,802	18,248	2,5946	0,38542
2,9	6,6052	58,786	17,011	2,4188	0,41344
3,0	7,0686	62,910	15,896	2,2550	0,44346
3,1	7,5477	67,174	14,887	2,1167	0,47243
3,2	8,0425	71,578	13,971	1,9865	0,50340
3,3	8,5530	76,122	13,137	1,8679	0,53335
3,4	9,0792	80,805	12,375	1,7597	0,56829
3,5	9,6211	85,628	11,678	1,6605	0,60221
3,6	10,1788	90,591	11,039	1,5696	0,63712
3,7	10,7521	95,694	10,451	1,4859	0,67300
3,8	11,3412	100,94	9,907	1,4087	0,70987
3,9	11,9459	106,32	9,406	1,3374	0,74773
4,0	12,5664	111,84	8,941	1,2714	0,78656

Tabla 17.

COEFICIENTES por los cuales hay que multiplicar la resistencia de un alambre de cobre á 0° para obtener la que corresponde á t°.

GRADOS centígrados.	COEFICIENTES.	GRADOS centígrados.	COEFICIENTES.
1	1,00381	16	1,06168
2	1,00756	17	1,06563
3	1,01135	18	1,06959
4	1,01515	19	1,07356
5	1,01896	20	1,07742
6	1,02280	21	1,08164
7	1,02663	22	1,08553
8	1,03048	23	1,08954
9	1,03435	24	1,09356
10	1,03822	25	1,09763
11	1,04199	26	1,10161
12	1,04599	27	1,10567
13	1,04990	28	1,11172
14	1,05406	29	1,11382
15	1,05774	30	1,11782

Tabla 18.

ALAMBRES de bronce telegráfico (1).

DIÁMETRO. — Milímetros.	RESISTENCIA ELÉCTRICA POR KILÓMETRO EN OHMS A 0°.					
	Tipo A.	Tipo B.	Tipo C.	Tipo D.	Tipo E.	Tipo F.
1,0	21,28	22,85	25,70	34,28	48,98	97,95
1,1	17,58	18,88	21,24	28,33	40,47	80,95
1,2	17,47	15,86	17,87	23,80	34,01	68,02
1,3	12,59	13,52	15,20	20,28	28,98	57,95
1,4	10,85	11,65	13,11	17,49	24,98	49,97
1,5	9,45	10,15	11,42	15,33	21,77	43,53
1,6	8,31	8,92	10,04	13,39	19,13	38,26
1,7	7,27	7,83	8,89	21,86	16,94	33,89
1,8	6,56	7,61	7,93	10,58	15,11	30,23
1,9	5,89	6,30	7,00	9,49	13,56	27,13
2,0	5,31	5,71	6,42	8,57	12,24	24,48
2,1	4,82	5,18	5,82	7,77		
2,2	4,39	4,72	5,33	7,08		
2,3	3,95	4,32	4,85	6,48		
2,4	3,69	3,95	4,46	5,95		
2,5	3,40	3,65	4,11	5,48		
2,6	3,14	3,38	3,80	5,07		
2,7	2,91	3,13	3,52	4,70		
2,8	2,71	2,91	3,28	4,37		
2,9	2,53	2,71	3,05	4,07		
3,0	2,36	2,53	2,85	3,80		
3,5	1,73	1,86	2,09	2,79		
4,0	1,32	1,42	1,54	2,14		

CONDUCTIBILIDADES CON RELACIÓN A LA DEL COBRE.					
Tipo A.	Tipo B.	Tipo C.	Tipo D.	Tipo E.	Tipo F.
97 por 100	85 por 100	80 por 100	60 por 100	42 por 100	20 por 100

(1) Las secciones, pesos por metro y longitud por kilogramo de estos alambres, son las mismas que las de los de cobre de igual diámetro.

Tabla 19.

E fuerza electromotriz.

Y intensidad de la corriente.

N número de pares.

R resistencia interior de un par.

r resistencia del circuito exterior.

ρ resistencia del cebo.

m número de hornillos.

r' resistencia exterior máxima para poder inflamar un cebo con un sólo par.

EXPLOSIÓN ÚNICA.

$$r = N r' + (N - 1) \rho \quad \text{ó bien} \quad r = \frac{N E - Y (N R + \rho)}{Y}$$

$$N = \frac{r + \rho}{r' + \rho} \quad \text{ó bien} \quad N = \frac{(r + \rho) Y}{E - Y R}$$

EXPLOSIONES SIMULTÁNEAS.

Circuito único.	Circuitos derivados.	Grupos de hornillos derivados (m' derivaciones de m'' hornillos).
$r = N (r' + \rho) - m \rho$	$r = \frac{N (r' + \rho - R (m - 1)) - \rho}{m}$	$r = \frac{N (r' + \rho - R (m' - 1)) - m'' \rho}{m'}$
$m = \frac{N (r' + \rho) - r}{\rho}$	$m = \frac{N (R + r' + \rho) - \rho}{N R + r}$	$m' = \frac{N (R + r' + \rho) - m'' \rho}{N R + r}$
$N = \frac{r + m \rho}{r' + \rho}$	$N = \frac{m r + \rho}{\rho + r' - R (m - 1)}$	$N = \frac{m' r + m'' \rho}{\rho + r' - R (m' - 1)}$

FÓRMULA PARA DETERMINAR EL POTENCIAL DE UN EXPLOSOR EN FUNCIÓN DE LA LONGITUD DE LA CHISPA.

$$E = \frac{d + 0,05}{2,5} (100 - 5 d)^2; \quad d \text{ en mm.}$$

$$E = 9200 d; \quad \text{para distancias superiores á 2 mm. } d \text{ en cms.}$$

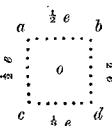
Tabla 20.

CEBOS foto-eléctricos.—Composición de los más usados.

Cebo Abel sin fosforar.		Cebo Abel fosforado.	
Sub-sulfuro de cobre.	64 partes.	. . . . .	14 partes.
Clorato de potasa.	22 id.	. . . . .	21 id.
Sub-fosfuro de cobre.	14 id.	. . . . .	60 id.
		Fósforo amorfo.	5 id.
Cebo Ebner sin fosforar.		Cebo Ebner fosforado.	
Sulfuro de antimonio.	44 partes.	. . . . .	40 partes.
Clorato de potasa.	44 id.	. . . . .	40 id.
Plombagina.	12 id.	Sulfuro de cobre.	15 id.
		Fósforo amorfo.	5 id.
Otra composición.			
Fulminato de mercurio.			87 partes.
Carbón de retorta.			13 id.

TABLAS
DEL LIBRO IV.

Tabla 1.—Brechas.

MEDIO en que debe abrirse la brecha.	DISTANCIA entre los hornillos (<i>D</i>).	NÚMERO de hornillos (<i>N</i>).	CARGAS.
Muros de escarpa sin galería.	$D = h$ $\left\{ \begin{array}{l} h = 1. \text{ m. r.} = 0 < \\ \text{que la mitad de} \\ \text{la altura del ter-} \\ \text{raplén sobre el} \\ \text{fondo del foso. .} \end{array} \right.$	$N = \frac{L}{h}$ $\left\{ \begin{array}{l} L; \text{ longitud de la} \\ \text{brecha.} \end{array} \right.$	Altura de escarpa.. $\left\{ \begin{array}{l} > 8^m C = \frac{7,50}{4} h^3 \\ > 6^m C = \frac{4,50}{2} h^3 \\ < 8^m \\ < 6^m C = 3 h^3 \end{array} \right.$
Se prepara un alojamiento para el minador por medio de un petardo de 1 ^m de profundidad y 0,200 kg. de dinamita; la cámara que nos resulte se carga con 2 kg. de dinamita.	»	Generalmente.. $\left\{ \begin{array}{l} L = 20 \text{ y } N = 3. \end{array} \right.$	
Muros de escarpa con galería adosada.	La pólvora se coloca en montones.	»	$C = \frac{4,50}{4} h^2 L$ á $\frac{4,50}{2} h^2 L$
Muros de escarpa con revestimiento en descarga.	»	Un hornillo en cada contrafuerte.	$C = 1,874 h^3$ para un sólo piso. $C = 2 h^3$ para dos pisos.
Muros de contraescarpa.	$D = h; h = \frac{1}{2}$ de la altura del revestimiento.	$N = \frac{L}{h}$	Como para las escarpas.
Cargas al aire libre.	Doble del espesor del muro.	$N = \frac{L}{2h}$ $\left\{ \begin{array}{l} h = \text{espesor del} \\ \text{muro.} \end{array} \right.$	$C = 12 h^3$ para una brecha de longitud $2h$. Este procedimiento no es seguro.
Desmontes de las brechas.	<p>1.º Por medio de una carga alargada que se calcula multiplicando el volumen del prisma de tierra que hay que remover, por la carga necesaria para levantar 1^m³. La longitud de la carga debe ser igual á la de la brecha.</p> <p>2.º Empleando la fórmula $C = 1,60 V$; siendo V el volumen de las tierras. La carga así calculada se reparte en hornillos situados á 1^m,50 ó 2^m delante del pie de la escarpa, al nivel del piso y distantes entre sí $\frac{5}{4} h$.</p>		
Cubre caras.	$\frac{1}{2} e$; e espesor del cubrecaras. l. m. r. de estos hornillos = $\frac{1}{4} e$	Cinco dispuestos como indica la figura, y situados debajo del plano de tiro contra la mampostería que cubra.	 <p>Hornillos a, b, c y d $C = 3 h^3$; $h = \frac{1}{4} e$. Hornillo o. $C = 3 h^3$; $h =$ distancia vertical del centro del hornillo al plano superior del cubrecaras.</p>

TABLAS

Tabla 2.

DEMOLICIONES por medio de la pólvora.

	SITUACIÓN de la carga.	DISPOSICIÓN de la carga.	VALOR de la carga.	DISTANCIA entre las cargas	NÚMERO de ellas.	OBSERVACIONES.
	Firme de un camino	»	En hornillos	$C = \frac{6}{5} g h^3; h = 4^m.$	8 ^m	Anchura del camino dividida por 8.
Muros destacados.	$E > 1^m (*)$	En el centro del espesor y tan bajas como sea posible.	Hornillos . .	$C = \frac{11}{10} g h^3; h = \frac{1}{2} E (*).$	2 h	Longitud del muro dividida por 2
	$E = 0^m, 50$	Al pie del muro en una excavación de 0 ^m ,4 á 0 ^m ,5 de profundidad . . .	En sacos y cubiertos con otros terreros	15 kg.	»	»
		Id. y sin excavación	Idem.	30 á 50 kg.	»	»
Edificios		Quando los muros son gruesos, hornillos en el centro del espesor; se entra en ramal desde el interior de las habitaciones	Hornillos . .	$C = \frac{11}{10} g (\frac{1}{2} E)^3.$	E	Longitud de los muros dividida por E.
		Las cargas se sitúan á $\frac{4}{10} E$ del paramento interior. . .	Hornillos . .	$C = g h^3; h = \frac{6}{10} E.$	$\frac{7}{4} h$	Circunferencia exterior dividida por $\frac{7}{4} h$.
Torres circulares	Adosadas al paramento interior. . .	»	»	$C = g h^3; h = E.$	»	2 ó 3.
	En el fondo de un	»	»	$C = g h^3; h =$ distancia desde el centro de la carga al paramento exterior á	»	(Si los vanos no están bien)

Si el camino va á lo largo de un escarpe, el hornillo más próximo á éste debe distar por lo menos $\frac{5}{4} h$, y si está sostenido por un muro, $\frac{7}{8} h$. Pueden también establecerse los hornillos bajo los cimientos: entonces $h =$ á la distancia desde el centro del hornillo á la arista del cimiento situado á flor de tierra. Si $E = 1^m$ el saco se carga con 30 kg., en el primer caso, y con 50 á 60 en el segundo; longitud de la brecha = 2 á 3^m. Para que la demolición se complete conviene cerrar los vanos y apuntarlos las máscaras con que se cubren. Si los muros son delgados basta adosar á ellos las cargas tomando por línea de m. r., E. Se supone el diámetro interior de la torre $> 6^m$. Quando el diámetro interior $< 6^m$ hay que atracar la torre y cerrar los vanos.

Edificios abovedados	En el eje mayor de la planta del edificio	Montones	$C = \frac{1}{4} \frac{L}{S} \frac{L}{E} \left(\frac{L}{2E} + \frac{S-140}{8} \right)$	»	»	<p>cerrados se duplica la carga.¹ Cuando la superficie S de la planta $> 140\text{m}^2$. Si el edificio está cubierto por una capa de tierra hay que añadir á E el tercio del espesor de las tierras.</p>
<p>Cuando el edificio es cuadrado, basta un montón en el centro; si es rectangular, la distancia entre los montones debe ser próximamente igual á la anchura. Si hay varias habitaciones acoladas, basta demoler la mitad, alternando las explosiones simultáneas.</p>						
Muros de revestimiento	Adosadas al paramento interior	Hornillos	$C = 1,50 h^3, h = E = \text{es-} \\ \text{pesor del muro.}$	2 h	Longitud del muro dividida por 2 h	<p>La distancia de los hornillos á la parte superior del terraplén debe ser por lo menos h y mejor $2 h$.</p>
<p>Si se quiere obrar sobre las tierras se emplean dos filas de hornillos; una en las condiciones dichas, otra en el interior de las tierras; los hornillos de la segunda corresponden al centro de los intervalos de la primera, su l. m. r. = $2 h$ y la carga $\frac{1,50}{2} (2 h)^3$ á $\frac{1,50}{5} (2 h)^3$ según la consistencia de las tierras; estos hornillos deben hacer explosión un poco después que los otros.</p>						
Pozos y cisternas	Detrás del revestimiento y sobre el nivel del agua	Hornillos	$C = 1,50 h^3; h = E.$	»	4	<p>También puede obtenerse la demolición colocando sobre un flotante un barril con 100 kg. de pólvora.</p>
Puentes	<p>Pilas</p> <p>DE MAMPOSTERÍA.</p> <p>Estribos</p>	Hornillos	$C = gn^3 h^3 \left\{ \begin{array}{l} h = \frac{1}{2} E . . . \\ n = 1,5 \text{ á } 2 . . \\ g, \text{ coeficiente que corresponde á la mampostería.} \end{array} \right.$	2 $n h$	$\frac{L}{2 n h} \left\{ \begin{array}{l} L, \text{ longitud de la pila.} \end{array} \right.$	»
<p>Como los muros de revestimiento en que se apoyan bóvedas.</p>						

(*) E (espesor del muro).

	SITUACIÓN de la carga.	DISPOSICIÓN de la carga.	VALOR de la carga.	DISTANCIA entre las cargas	NÚMERO de ellas.	OBSERVACIONES.		
PUENTES.	DE MAMPOSTERÍA. Arcoos...	1.º—En la clave y sobre el trasdós.	Hornillos.. $C = gn^2 h^3$ $\left\{ \begin{array}{l} h = E. . . . \\ n = 1,5 \text{ á } 2. . . \\ g, \text{ como en las pilas. . .} \end{array} \right.$	$2 n h$	$\frac{L}{2 n h}$ $\left\{ \begin{array}{l} L, \text{ anchura del puente. . .} \end{array} \right.$	"		
		2.º—Sobre la clave.	Trinchera de 0,5 de profundidad.	150 á 200 kg.	"	"	Para puentes de menos de 8m de luz. No siempre da buenos resultados.	
		3.º—Al aire libre y sobre el trasdós.	En cajas. . .	$C = 12 h^3$; h espesor de la bóveda más las tierras que tiene hasta el piso del camino.	$2 h$	$\frac{L}{24}$	"	Este procedimiento es poco seguro.
		4.º—Bajo la clave..	En cajas. . .	300 á 400 kg.	"	"	"	"
		5.º—Sobre un riñón de la bóveda.	"	12 á 15 kg.	"	2 ó 3	"	Sobre el otro riñón se abre también una zanja, pero se deja vacía; procedimiento poco seguro.
	DE MADE- RA...	Debajo del tablero.	Cajas.	25 á 50 kg.	"	1 por tramo.	"	
		Sobre el tablero..	Cajas.	75 á 150 kg.	"	Idem.	"	
		A 3m bajo la superficie del agua..	Cajas.	20 kg. por tramo.	"	Idem.	"	
	Pilotes.	A 2m bajo la superficie del agua..	Cajas.	$C = 77 d^2(1 + L + L^2 + L^3)$	$d = \text{diámetro del pilote. .}$ $L = \text{distancia de la carga á los pilotes. .}$	"	"	Para un sólo pilote $L = 0$. Quedan rotos todos los pilotes comprendidos dentro del radio L .
	Galerías y po- ternas.	En los estribos y adosadas al paramento interior. .	Hornillos. .	5 á 6 kg.	4^m	2 en cada estribo	"	Las dos de un estribo frente á las dos del opuesto.
En el suelo.		Montones. .	$C = 1 g h^2$ $\left\{ \begin{array}{l} l, \text{ longitud de la galería. .} \\ h, \text{ espesor de los estribos.} \\ h = 4 \text{ á } 6^m. . \\ g = 1,5 \text{ si los hornillos están en la tierra.} \\ g = 3 \text{ si están en roca ó en la mampostería.} \end{array} \right.$	Próxima- mente la altura de la galería. . .	"	"	También pueden emplearse barrenos abiertas en los estribos y distantes entre sí 1^m .	
Túneles.	En los estribos y próximamente á $\frac{3}{2} h$ sobre el suelo y uno en la bóveda.	"	$C = 2 g h^3$	8 á 12^m	"	"	Generalmente dos en cada estribo; los dos del uno enfrente de los dos del otro. .	
		"	1000 kg. en terreno consistente, 2000 en roca.	"	1 á 6^m sobre el intradós. . . .	"	Puede suprimirse en algunos casos el hornillo de la bóveda.	

Cabeza de zapata.	"	Hornillo. . .	12 kg. á 2 ^m de profundidad.	"	"	"
Batería de tierra.	Debajo de las piezas.	Hornillo. . .	$C = g h^3$.	"	1 por pieza.	"
Parapetos.	En la intersección del plano vertical que pasa por la línea media del plano de fuegos con el que pasa por la línea media del talud exterior y le es perpendicular. . .	Hornillos. . .	$C = g h^3$; distancia al talud exterior = h .	3 h	"	"
Barreras.	Adosadas.	Saco.	15 á 20 kg.	"	"	Se cubre con sacos terrosos.
Puertas.	Adosadas.	Petardo.	4 á 5 kg. si es de bronce, 10 si es de madera.	"	"	Puede emplearse en sacos con 15 kg. colocado al tercio de la altura y cubierto con sacos terrosos; si la puerta es de poterna 3 sacos.
Estacadas.	Adosada entre ella y el talud.	Sacos.	10 kg.	"	1 por metro.	Si no hay talud cada saco debe contener 15 kg.; en ambos casos se cubren con otros terreros.
Ataguías, presas, diques, etc.	Adosadas.	En cajas impermeables.	$C = g h^3$ $\left\{ \begin{array}{l} h, \text{ espesor. . .} \\ g, \text{ coeficiente que corresponde al material. . .} \end{array} \right.$	2 h	"	"
Embarcaciones sumergidas.	Adosadas.	Cajas.	100 kg.	"	Según el tonelaje.	"
Barrenos.	"	"	$\frac{1}{3}$ á $\frac{1}{4}$ de la longitud.	"	"	También puede emplearse la fórmula $C = 0,32 V$; V , volumen en m. ³ de la roca que quiera destruirse. La profundidad se calcula de modo que la carga dé lugar á un hornillo subcargado en que $n = 0,5$.
Destrucción de rocas situadas bajo el agua.	"	"	$C = 13 V$; V , el volumen de roca que debe destruirse en m. ³	"	"	"

Tabla 3.

TABLA que indica las cargas necesarias para volar 1^m de diversas materias.

MEDIOS.	Cargas por 1 ^m ³ Kilógramos.
Tierra común.	0,892
Arena compacta.. . . .	0,995
Terreno ordinario de minador.	0,793
Arena húmeda	1,040
Tierra mezclada con piedras pequeñas.	1,114
Arcilla mezclada con turba	1,226
Tierra mezclada con cantos.	1,338
Rocas.	1,783
Mampostería húmeda.	1,024
Idem mediana.	1,321
Idem muy buena y nueva.	1,783
Idem muy buena y vieja.	1,982
Idem muy buena romana.	2,313

MUROS DESTACADOS.					
	1.º—AL PIE DEL MURO	2.º—EN EL INTERIOR DEL MURO	3.º—EN LOS CIMIENTOS.	4.º—EN EL PARAMENTO.	
Disposición de la carga	Salchicha o bierta de tierra	Al aire libre.	En ramales atracados y apuntalado el atraque	En una ranura	
Forma de la carga	Alargada	Concentrada	Concentrada	Alargada	
Explosivo	Dinamita	Dinamita	{ Pólvara ó dinamita	Dinamita	
Casos en que se aplican	En muros de menos de 1 ^m ,50 de espesor	En muros de más de 1 ^m ,50 de espesor	En muros de menos de 1 ^m ,50 de espesor	En muros de 1 ^m ,50 a 2 ^m ,50 de espesor	
Situación de los hornillos	Adosado al suelo y al muro	{ A menos de la mitad del espesor	En el centro del muro	En pozos de 0 ^m ,60 á 1 ^m de profundidad con respecto al resalto de los cimientos	
Línea de mínima resistencia = h	Espesor del muro	La distancia horizontal del centro del hornillo al paramento más lejano de él	El espesor del muro por encima de los cimientos	El espesor del muro	
Distancia entre los hornillos = d	"	1.º Muros ordinarios 2 h á 3,75 h 2.º Muros reforzados 1,5 h á 3 h 3.º Pilas de puentes Longitud (2)	Muros reforzados	Como en el caso de estar la carga en el interior	
Radio del embudo r	"	Número de hornillos 1.º $r = \frac{2}{5} d$ 2.º $r = \frac{1}{2} d$ 3.º $r = \frac{2}{3} d$ ó á lo menos h	"	Como en el segundo caso de los muros destacados	
Cargas	$C = m h^2$	$C = K (h + r)^3$	$C_p = 23 h^{(1)}$ $C_d = 10 h^{(1)}$	$C = m h^2$ $C = K (h + r)^3$ $m = 5$ $K = 0,70$	
Coefficientes	$m = 8$ $m = 16$	$K_d = 0,70$; $K_p = 1,20$; $K_d^p = 0,50$	"	"	
Carga por metro cuadrado	Pólvara	1.º 3,50 h ² á 5 h ²	5,75 h	2,88 h	1.º — 2 h ² á 2,91 h ²
		2.º 4,30 h ² á 6,25 h ²	4,60 h	3,83 h	2.º — 2,50 h ² á 3,65 h ²
Dinamita	8 h ² 16 h ²	3.º 7,60 h ² (3)	2,91 h ²	2,10 h ²	3.º — 4,43 h ² (3)
		1.º 2 h ² á 1.º 1,46 h ²	2,00 h	1,25 h	5,00 h ²
		2.º 2,5 h ² á 3,65 h ²	2,50 h	1,66 h	
		2.º 1,78 h ² á 2,60 h ²			
		3.º 4,43 h ² (3)			
		3.º 3,16 h ² (3)			
	1 hombre con 1 pala en 15' ó 20' cubre de tierra 1 ^m de salchicha.	Para cada ramal se necesitan: 1 minador, 1 sirviente con 1 pie de cabra, 2 barrenas, 1 mazo, 1 piqueta y 1 pala. En mampostería muy fuerte un ramal de 1 ^m ,50 de longitud exige 5 á 7 hombres, en ladrillo 2 1/2 á 3 1/2 hombres. Atraque, 20' á 25'.	Para cada pozo 1 trabajador con azada y pala. Excavación y atraque, 1/2 hora á 3/4 de hora.	Por cada metro de ranura 1 minador y 1 sirviente. Cada hornillo exige 1 buena mampostería 1,50 exige 1 hora, en ladrillo 15' á 20'.	Por cada hornillo 1 minador y 1 sirviente. Cada hornillo exige 1 buena mampostería ordinaria y 30' á 50' en mampostería de ladrillo.

(1) Los datos de esta tabla están tomados del Fehlaschenbuch austriaco.

bla 4.
mamposterías (1).

MUROS DE REVESTIMIENTO.		BÓVEDAS.	
1.º—EN EL PARAMENTO INTERIOR.	2.º—EN EL INTERIOR DEL MURO	1.º—SOBRE UN ESTRIBO.	2.º—SOBRE LOS ARCOS.
En ramales ó pozos atracados.	En ramales ó pozos y ramales atracados.	En pozos atracados.	En pozos ó trincheras atracadas.
Concentrada.	Concentrada.	Concentrada.	Alargada. Concentrada.
Pólvora ó dinamita.		Pólvora ó dinamita.	Dinamita {Pólvora y dinamita.
En muros de menos de 1 ^m de espesor .	En muros de más de 1 ^m de espesor (4).	En los puentes de mampostería cuando se tiene mucha dinamita y tiempo.	En bóvedas cubiertas de tierra de más de 0,50 de espesor (6) y cuando la capa de tierra tiene un espesor $\geq h$ (7).
Adosado al muro y en el fondo de los pozos (5).	Próxima al paramento interior. {En el centro del espesor.	En las pilas de los puentes en el eje; en los estribos á h ó $1,25 h$ del paramento adosado á las tierras.	En bóvedas cuya luz sea $> 5 h$ paralelas al eje á $1,5 h$ ó $2 h$ de los riñones y en dos filas una á cada lado del eje.
El espesor del muro.	La distancia horizontal del centro del hornillo al paramento más lejano.	La distancia más corta del centro del hornillo al intradós.	En bóvedas cuya luz $\leq 5 h$ sobre la clave.
Como en el 2.º caso de los muros destacados.		Como en las pilas de los puentes.	La parte del radio de la bóveda comprendida entre el intradós y el centro de la carga (8).
Como id. id. id.		Como id. id.	$2 h$ á $3 h$.
Como id. id. id.		Como id. id.	$\frac{d}{2}$
$C = K (h + r)^3$.		$C = K (h + r)^3$.	$C = m h^2$ $C = K (h + r)^3$.
$K_p = 0,80$ $K_d = 0,35$.		$K_p = 1,50$ $K_d = 0,75$	$m=8$ $m=4$ $K_p=1,50$ $K_d=0,75$
»	»	»	»
»	{1.º $2,30 h^2$ á $3,23 h^2$. 2.º $2,85 h^2$ á $4,17 h^2$. 3.º $5,10 h^2$	$9,50 h^2$.	$6 h^2$ á $7,12 h^2$.
»	{1.º h^2 á $1,46 h^2$ 2.º $1,25 h^2$ á $1,82 h^2$. 3.º $2,22 h^2$ (3).	»	»
Para los ramales véase lo dicho en los muros destacados. Para pozos de 2 ^m á 3 ^m de profundidad se necesitan 2 minadores y 1 ó 2 sirvientes y de 5 á 8 horas para excavarlos, cargarlos y atracarlos.		Para los pozos y ramales téngase en cuenta lo dicho en los casos anteriores. Para trincheras de 1 ^m de longitud y 1 ^m de profundidad se necesita un cavador con zapapico y pala, y esta operación se lleva á cabo en 30' ó 45'. Para cubrir la carga téngase en cuenta lo dicho en el caso 1.º de los muros destacados.	

NOTAS DE LA TABLA 4.

(1) Si $d < 6^m$ conviene disminuir los valores de C_p y C_d ; si la longitud del muro = 6^m , basta colocar la carga C_p ó C_d en el centro de la longitud; si el muro es muy corto se tomará únicamente $\frac{1}{2} C_p$ ó $\frac{1}{2} C_d$. Si los muros son muy gruesos y tienen contrafuertes se establecen las cargas en los ángulos que formen éstos con aquéllos y se calculan por el espesor de los primeros; si, por el contrario, son delgados, se colocan las cargas en las colas de los contrafuertes, y se tiene en cuenta su espesor.

(2) El número de hornillos es igual $\frac{\text{á la longitud de la pila}}{2,25 h}$; si el cociente no es entero se toma el entero inmediatamente mayor.

(3) $d = 2 h$ para este caso.

(4) En muros de más de 2^m de espesor, h debe ser por lo menos igual á 1^m .

(5) La profundidad de los pozos debe ser tal que los hornillos se hallen en el primer tercio de la altura, á partir de los cimientos.

(6) Las bóvedas cuyo espesor sea menor de $0^m,50$ se destruirán por medio de la piqueta.

(7) En bóvedas no cubiertas de tierra hay que cubrir las cargas con un atraque de $0^m,50$ de altura por lo menos.

(8) En ambos casos las cargas deben colocarse de modo que la l. m. r., con respecto á la superficie exterior de las tierras, sea por lo menos igual á la distancia de aquellas al intradós.

ADVERTENCIA. Los casos 1.º, 2.º y 3.º, que figuran en esta tabla, se refieren siempre, el primero, á muros ordinarios; el segundo, á los reforzados, y el tercero, á las pilas de puente.

Tabla 5.

DEMOLICIÓN de mamposterías (1) por medio de la dinamita.

CLASES de mampostería.	DISPOSICIÓN de la carga.	Situación de la carga.	CARGA por hornillo.	CARGA por metro corriente.	DIÁMETRO del embudo.	LADO interior de la caja ó diámetro del cilindro.
Muros destacados de 0 ^m ,70 á 2 ^m ,30 de espesor.	Cargas cúbicas.	Suspendidas de escarpías clavadas al muro.	$C = 53,6 E^3$	»	$2 h = 2,334 E$	$a = 0,335 E$
		Al pie del muro y sin enterrar.	$C = 50,41 E^3$	»	$2 h = 2,328 E$	$a = 0,328 E$
		Al pie del muro y enterrada.	$C = 8,23 E^3$	»	$2 h = 2,178 E$	$a = 0,179 E$
		Introducida en la mampostería.	$C = 4,92 E^3$	»	$2 h = 1,850 E$	$a = 0,15 E$
		En el centro del espesor y atracada.	$C = 0,56 E^3$	»	$2 h = E$	$a = 0,073 E$
		En el centro del espesor y sin atracar.	$C = 0,67 E^3$	»	$2 h = E$	$a = 0,078 E$
Muros de revestimiento de 2 ^m ,50 de espesor.	Cargas cilíndricas.	Al tercio del espesor y sin atracar.	$C = 1,53 E^3$	»	$2 h = 1,33 E$	$a = 0,1 E$
		Colocada libremente al pie del muro.	$C = 25,25 E^3$	$C' = 10,82 E^2$	$2 h = 2,323 E$	$b = 0,098 E$
		Introducida en el muro y atracada.	$C = 3,70 E^3$	$C' = 1,98 E^2$	$2 h = 1,85 E$	$b = 0,042 E$
		Libremente suspendida contra el muro.	$C = 26,73 E^3$	$C' = 11,45 E^2$	$2 h = 2,334 E$	$b = 0,1 E$
		Adosada á la mampostería y en el fondo de un pozo atracado.	$C = 5,32 E^3$	»	$2 h = 2,154 E$	$a = 0,155 E$
		En el fondo de un pozo atracado é introduciendo la mitad del lado de la caja en la mampostería.	$C = 4,27 E^3$	»	$2 h = 2 E$	$a = 0,144 E$
Bóvedas de ladrillo de 0 ^m ,32 á 0 ^m ,95 de espesor en la clave.	Cargas cúbicas.	La caja introducida totalmente en la mampostería.	$C = 2,76 E^3$	»	$2 h = 1,866 E$	$a = 0,134 E$
		En el trasdós, introduciendo la caja en la mampostería y atracándola.	$C = 4,80 E^3$	»	$2 h = 2 E$	$a = 0,15 E$
		En el trasdós, pero sin introducir la caja en la mampostería.	$C = 6,06 E^3$	»	$2 h = 2,162 E$	$a = 0,162 E$
		En el fondo de un pozo vertical y sin atraque.	$C = 53,60 E^3$	»	$2 h = 2,334 E$	$a = 0,333 E$

(1) E = espesor de la mampostería; h = línea de mínima resistencia en la que debe estar comprendida la mitad del lado de la caja que contiene la carga.

Tabla 6.

FÓRMULAS simplificadas para la demolición de mamposterías por medio de la dinamita.

CLASE de mampostería.	Situación de la carga.	DISPOSICIÓN DE LA CARGA.				
		CÚBICAS.		Distancia entre los hornillos.	CILÍNDRICAS.	
		Carga por hornillo.	Diámetro del embudo.		Carga por 1 ^m corriente.	
<i>Muros aislados de 0^m,70 á 2^m,3 de espesor.</i>	Libre contra el muro y á una altura cualquiera.	$C = 54 E^3$	$2 h = 2,3 E$	2 h	$C' = 12 E^2$	En este caso la carga cilíndrica se introduce en una ranura que se cierra con vigas de madera apuntaladas.
	Al pie del muro y sin enterrar.	$C = 50 E^3$	$2 h = 2,3 E$	2 h	$C' = 11 E^2$	
	Id. y enterrada.	$C = 8 E^3$	$2 h = 2 E$	2 h	$C' = 3 E^2$	
	Introducida en la mampostería y enterrado con el paramento exterior.	$C = 5 E^3$	$2 h = 2 E$	2 h	$C' = 2 E^2$	
	En el centro del muro y atracado.	$C = 0,6 E^3$	$2 h = E$	2 h	»	
	Id. y sin atracar.	$C = 0,7 E^3$	$2 h = E$	2 h	»	
<i>Muros de revestimiento de 2,5 de espesor.</i>	Id. al tercio del espesor y sin atracar	$C = 1,5 E^3$	$2 h = 1,3 E$	2 h	»	En este caso se abre una zanja adosada al paramento pegado á las tierras y de una longitud igual á la del muro que quiere derribarse.
	Adosada al paramento interior y en el fondo de un pozo que se atraca.	$C = 5,5 E^3$	$2 h = 2 E$	2 h	$C' = 2,5 E^2$	
	Id. pero introduciendo en la mampostería la mitad de la caja.	$C = 4 E^3$	$2 h = 2 E$	2 h	»	
<i>Bóveda de ladrillo de 0,32 á 0,95 de espesor.</i>	Id. introduciendo toda la caja en la mampostería.	$C = 3 E^3$	$2 h = 1,8 E$	2 h	»	La alrura del atraque debe ser, por lo menos, igual al espesor de la bóveda.
	En el fondo de un pozo é introduciendo la caja en la mampostería y atracada.	$C = 5 E^3$	$2 h = 2 E$	2 h	»	
	La carga sobre la mampostería del trasdós y atracada.	$C = 6 E^3$	$2 h = 2 E$	2 h	$C' = 2,5 E^2$	
	Id. pero sin atracar.	$C = 54 E^3$	$2 h = 2,3 E$	2 h	$C' = 12 E^2$	

Tabla 7.

(Tomada del *Feldtaschenbuch* austriaco.)

DEMOLICIONES y destrucción de obstáculos.

Objetos que deben demolerse.	Disposición de la carga.	Forma de la carga.	Explosivo.	CASO EN QUE SE APLICAN.	SITUACIÓN DE LAS CARGAS.	L. m. r.	Distancia entre los hornillos.	Radio del empuje.	CARGAS.	Coeficiente.		TRABAJADORES Y TIEMPO NECESARIO PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS.				
										h	d		r	C	K	m
EDIFICIOS.	Al aire libre..	En paquetes ó en montones.	Pólvora ó dinamita, ó los dos, empleando la segunda en donde haya que vencer mayores resistencias.	Muros hasta 1 ^m ,50 de espesor.	En el suelo del piso bajo del edificio y en el centro de la habitación elegida ó cerca de la parte más resistente.	"	"	"	0 ^k ,6 á 2 ^k de pólvora, ó 0 ^k ,1 á 0 ^k ,3 de dinamita.	"	"	1 oficial, 2 sargentos y 4 ó 6 minadores demuelen en 30' ó 45' un edificio pequeño				
				Muros de más de 1 ^m ,50 de espesor..	En el eje mayor y en dos ó más montones con igual cantidad de pólvora.	"	"	"	2 ^k á 4 ^k de pólvora ó 0 ^k ,3 á 0 ^k ,6 de dinamita.	"	"	"				
				Para torres de 8 ^m de altura por lo menos y diámetro no muy grande. . .	"	"	"	"	Por 1 ^m ² de superficie de suelo 6 ^k á 15 ^k de pólvora ó 1 ^k á 2 ^k ,5 de dinamita. . .	"	"	"				
	En los cimientos y en pozos atracados.	Concentrada.	Pólvora ó dinamita.	En muros de menos de 1 ^m ,50 de espesor.	En el interior del edificio, en los ángulos, como en el caso de muros destacados. Si la distancia entre los ángulos es > 6 ^m en los muros ordinarios ó > 4 ^m en los reforzados, deben colocarse cargas intermedias.	"	"	"	"	"	"	"				
	En el interior del muro. Ramales atracados.			Muros de más de 1 ^m ,50 de espesor.	Como en el caso de muros destacados. Si los ángulos distan mucho entre sí hay que colocar cargas intermedias.	"	"	"	"	"	"	"				
	En las tierras adosadas al paramento. Pozos atracados.			Muros de más de 1 ^m ,50 de espesor en los edificios con sótanos.	Como en el caso de muros de revestimiento. Los pozos se abrirán en la parte exterior del edificio y se les dará una profundidad igual á 1,5 del espesor de los muros del sótano.	"	"	"	"	"	"	"				
GALERÍAS DE MINA DE Madera	Libre.	"	"	Como en el caso de los edificios.	"	"	"	"	"	"	"	"				
	En el paramento adosado á las tierras. Ramales atracados.	Concentrada.	Pólvora ó dinamita.	"	Detrás de los estribos de la bóveda.	"	4 ^m	"	C _p = 4 ^k á 7 ^k C _d = 2 ^k á 3 ^k	"	"	"				
	Libre.	Alargada.	Dinamita.	"	En el suelo de la galería.	"	6 ^m á 7 ^m	"	C _d 4 ^k	"	"	"				

OBJETOS QUE DELEN DE MOLESE.		Disposición de la carga.	Forma de la carga.	Explosivo.	CASO EN QUE SE APLICAN.	SITUACIÓN DE LAS CARGAS.	L. m. r.	Distancia entre los hornillos.	Radio del entado.	CARGAS.	Coefficiente.	TRABAJADORES Y TIEMPO NECESARIO PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS.
TÚNELES (1).		"	Concentrada.	Pólvora ó dinamita.	"	DETRÁS DE LOS ESTRIBOS DE LA BÓVEDA; Á LOS HORNILLOS SE LLEGA POR RAMALES ABIERTOS EN EL INTERIOR DEL TÚNEL, Á NO SER QUE SOBRE ÉL HAYA MUY Poca altura, en cuyo caso pueden abrirse pozos.	El espesor del muro ó por lo menos 2 ^m si las paredes son de roca.	1,5 h á 2 h	$\frac{2}{3} d$	$C = K (h + r)^3$	$K_p = 1,50$ $K_d = 0,75$	"
OBRAS DE TIERRA.		En el interior de las tierras.	Concentrada.	Pólvora ó dinamita.	Parapetos sin revestir, terraplenes, etcétera.	En pozos, trincheras ó barrenos (2).	Dependiente del objeto de la demolición.	1,2 e á 1,4 e, siendo e (3) el radio de explosión.	e	$\left. \begin{aligned} \text{Si } p < 1,80 \quad C = c r^3 (4) \\ \text{Si } p > 1,80 \quad C = q r^3 (4) \end{aligned} \right\}$	"	"
TRINCHERAS en la roca.		En pozos. En barrenos.	Concentrada.	Pólvora ó dinamita.	En los terrenos de roca.	Detrás de la roca.	$\frac{2}{5} h$ á $\frac{3}{4} h$ de la profundidad del pozo.	2 h	$\frac{1}{2} d$	$C = K (h + r)^3$	$K_p = 1,50$ $K_d = 0,75$	"
ESTACADAS (5)		En el suelo y adosadas.	"	"	Estacas de 0 ^m ,20 á 0 ^m ,30 de diámetro.	"	Como para la destrucción de rocas.	"	"	Por metro $2k$ á $3k$	"	"
PALANQUERAS (5)		Sacos cubiertos con otros lieros de tierra.	Alargada.	Dinamita.	Palanqueras sin banqueta. Id. con banqueta.	"	"	"	"	Por metro $4k$ á $5k$ $6k$ á $7k$	"	"

FRISAS (5)	{ Entre la frisa y el talud. }	»	»	»	»	»	»	»	2 ^k ,5	»	»	»
PUERTA (6)	{ En la cerradura }	»	»	»	»	»	»	»	2 ^k	»	»	»
	{ Alargada. }	{ Alar- Concen- trada. trada. Dinamita. }	»	»	»	»	»	{ Con barricadas. }	2,5 á 3	»	»	»
	{ Sin barricadas. }	»	»	»	»	»	»	{ Sin barricadas. }	6 á 7	»	»	»
VELLA DE HIERRO.	{ Al pie de la verja. }	{ Alargada. Dinamita. }	»	»	»	»	»	{ Formada por pies derechos sobre un zócalo. }	{ 2 ^k ,5 por metro lon- gitudinal. }	»	»	»
TALAS.	{ En el suelo entre las ramas. }	»	»	»	{ En un perfil trans- versal. }	»	2 ^m	»	2 ^k por carga.	»	»	»
POZOS.	{ Suspendidos sobre el nivel del agua. }	{ Concen- trada. Polvora ó dina- mita. }	»	»	»	»	»	»	$C_p = 25^k \text{ á } 30^k$ $C_a = 4^k \text{ á } 8^k$	»	»	»
CAÑONES.	{ En los muñones y con atraque. }	{ Concen- trada. Dinamita. }	»	»	»	»	»	»	2 ^k ,5 á 5 ^k	»	»	»

(1) Para que la destrucción sea muy difícil de reparar debe tener, por lo menos, 20^m de longitud y hallarse en el centro del túnel.

(2) Generalmente en cada perfil sólo se coloca un hornillo, cuya l. m. r. hacia la parte superior sea igual á la profundidad de la zanja que se ha de abrir. En los terraplenes de los caminos ordinarios será, por lo menos, de 4 á 5^m, y próximamente igual la distancia del centro del hornillo á los taludes laterales.

(3) e debe ser, por lo menos, igual á 1,5 de la l. m. r. hacia los lados; si los taludes tienen una inclinación de $\frac{2}{3}$ próximamente, $e = 1,6$ ó 1,7 de dicha línea. En la mayor parte de los casos $e = 1,7$ á 1,8 de la l. m. r. hacia la parte superior.

(4) Los valores de e , q y p se hallan en la tabla 7, $p = \frac{e}{h}$.

(5) La longitud de la carga debe ser igual á la de la brecha.

(6) La longitud de la carga debe ser próximamente igual á la altura de la puerta.

Tabla 7. bis.

VALORES de p y q aplicables á la tabla 7.

p	q	p	q
0,00	»	2,30	2,36
á	1,00	2,40	2,76
1,80	»	2,50	3,13
1,90	1,17	2,60	3,59
2,00	1,40	2,70	4,03
2,10	1,68	2,80	4,48
2,20	2,00	»	»

VALORES de c_1 para la tabla 7.

Naturaleza del medio.	Pólvara.	Dinamita de 1. ^a clase.
Arena fina.	0,40	0,30
Arcilla con mayor ó menor cantidad de arena, según su consistencia.	0,50 á 0,70	0,40 á 0,55
Barro ó greda, según su consistencia. . .	0,80 á 1,00	0,60 á 0,80
Arena movediza.	0,60 á 0,70	0,50 á 0,55
Tierra mezclada con piedras.	0,70 á 0,80	0,55 á 0,65
Terreno pedregoso.	1,00 á 2,00	0,50 á 0,80

Tabla 8.
DEMOLICIÓN de puentes de madera.

Sistema de construcción.	Luz.....	Anchura del tablero.....	Disposición de la carga.	PESO DE LA CARGA DE DINAMITA.				TOTAL. — Kilogramos.	Número de puntos á que debe prenderse fuego.....
				N.º de cartuchos de 3 ^o 920	N.º de cartuchos de 1 ^o 960	N.º de cartuchos de 0 ^o 192	Cartuchos esbo de 0 ^o 0175		
Puente de viguetas.....	6,30	7,6	Después de quitar el tablero se destruye por separado cada uno de los largueros	»	»	10	10	2.100	10
			Las cargas se introducen en tubos que se colocan unos á continuación de otros sobre el tablero y cubiertos de escombros.	»	10	»	10	19.770	10
			Diez viguetas sostenidas por canchales y distantes 0 ^m ,30 de eje á eje	12	»	»	»	47.040	1
Puente de vigas armadas.. . . .	12,6	5,05	Se destruye separadamente cada una de las vigas armadas y cada una de los largueros.	4	»	7	7	17.146	9
			Se vuelan al mismo tiempo el tablero y las vigas armadas.	4	7	»	7	29.682	9
			Dos vigas armadas de 1 ^m ,25 de altura sostienen dos traveseros, sobre los que se establecen siete largueros.	12	»	»	»	47.040	1
Idem.	12,6	7,6	Se destruye separadamente cada una de las dos vigas armadas y cada una de las ocho viguetas.. . . .	2	»	8	8	9.520	10
			Se vuelan por medio de cargas introducidas en tubos las viguetas y el tablero.	2	8	»	8	23.660	10
			Las dos vigas armadas que constituyen los largueros extremos llevan tres traveseros, sobre los cuales, por medio de ocho largueros, se coloca el tablero.	14	»	»	»	54.880	1
Puente de cerchas sencillas.	6,30	7,6	Una carga por cercha y por vigueta.	4	»	8	8	17.360	10
			La carga se coloca á lo largo del pendolón y pasa por encima del tablero y perpendicularmente al eje del puente.	4	8	»	8	31.500	10
			Dos cerchas sencillas suspenden, por medio del pendolón, un travesero, sobre el cual descansan los largueros, cuya longitud es igual á la del puente.	16	»	»	»	62.720	1

<i>Puente de cerchas dobles.</i>	Dos cerchas dobles sostienen el tablero por medio de dos traveseros. Los largueros tienen generalmente una longitud igual á la del tramo..	12,6	7,6	Una carga por cercha y por vigueta	6	»	8	8	25.076	10
				La carga se coloca á lo largo del pendolón y se hace pasar luego por encima del tablero.	6	8	»	8	39.340	10
<i>Puente de tornapuntas sencillas.</i>	El tablero descansa sobre seis pares de tornapuntas sencillas.	12,6	7,6	La carga de 1 ^k ,96 se coloca entre la tornapunta y la sopanda que sostiene el tablero.	»	6	»	6	11.865	6
				La carga se coloca sobre el vértice del ángulo formado por la tornapunta y el larguero. Se emplea en este caso un tubo que se pone sobre el tablero y perpendicularmente al eje del puente.	12	»	»	»	47.040	1
<i>Puente de tornapuntas dobles.</i>	El tablero descansa sobre seis pares de tornapuntas reforzadas.	18,96	7,6							
<i>Puente de cerchas y tornapuntas.</i>	Dos cerchas sostienen traveseros sobre la que descansan las viguetas del tablero.	28,41	7,6	Las viguetas del tablero están generalmente compuestas de varias partes empalmadas, y basta romper, según dos perfiles transversales, las cerchas que las sostienen.	18	»	»	»	70.560	12
					16	»	»	»	62.720	8
<i>Puentes de cerchas, arcos y tornapuntas.</i>	Dos cerchas sostienen los traveseros sobre que descansan las viguetas del tablero.	28,41	7,6							
<i>Puente americano.</i>	Altura de las vigas de celosía 5 ^m ,70.	56,88	5,05	Basta romper en dos secciones transversales los largueros superior é inferior de la viga de celosía.	16	»	»	»	62.720	8
					8	»	»	»	31.360	8

Tabla 9.⁽¹⁾

TABLA para determinar las cargas necesarias para la ruptura de planchas de hierro.

C

d	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,0	0,006	0,012	0,018	0,024	0,030	0,036	0,042	0,048	0,054
1,5	0,014	0,028	0,042	0,056	0,070	0,084	0,098	0,112	0,126
2,0	0,025	0,050	0,075	0,100	0,125	0,150	0,175	0,200	0,225
2,5	0,039	0,078	0,117	0,156	0,195	0,234	0,273	0,312	0,351
3,0	0,057	0,114	0,171	0,228	0,285	0,342	0,399	0,456	0,513
3,5	0,077	0,154	0,231	0,308	0,385	0,462	0,539	0,616	0,693
4,0	0,101	0,202	0,303	0,404	0,505	0,606	0,707	0,808	0,909
4,5	0,128	0,256	0,384	0,512	0,640	0,768	0,896	1,024	1,152
5,0	0,158	0,316	0,474	0,632	0,790	0,948	1,106	1,264	1,422
5,5	0,191	0,382	0,573	0,764	0,955	1,146	1,337	1,528	1,719
6,0	0,227	0,454	0,681	0,908	1,135	1,362	1,589	1,816	2,043
6,5	0,266	0,532	0,798	1,064	1,330	1,596	1,862	2,128	2,394
7,0	0,309	0,618	0,927	1,236	1,545	1,854	2,163	2,472	2,781
7,5	0,354	0,708	1,062	1,416	1,770	2,124	2,478	2,832	3,186
8,0	0,403	0,806	1,209	1,612	2,015	2,418	2,821	3,224	3,627
8,5	0,455	0,910	1,365	1,820	2,275	2,730	3,185	3,640	4,095
9,0	0,510	1,020	1,530	2,040	2,550	3,060	3,570	4,080	4,590
9,5	0,569	1,138	1,707	2,276	2,845	3,414	3,983	4,552	5,121
10,0	0,630	1,260	1,890	2,520	3,150	3,780	4,410	5,040	5,670
10,5	0,695	1,390	2,085	2,780	3,475	4,170	4,865	5,560	6,255
11,0	0,762	1,524	2,286	3,048	3,810	4,572	5,334	6,096	6,858
11,5	0,833	1,666	2,499	3,332	4,165	4,998	5,831	6,664	7,497
12,0	0,907	1,814	2,721	3,628	4,535	5,442	6,349	7,256	8,163
12,5	0,984	1,968	2,952	3,936	4,920	5,904	6,888	7,872	8,856
13,0	1,065	2,130	3,195	4,260	5,325	6,390	7,455	8,520	9,585
13,5	1,148	2,296	3,444	4,592	5,740	6,888	8,036	9,184	10,332
14,0	1,235	2,470	3,705	4,940	6,175	7,410	8,645	9,880	11,115
14,5	1,325	2,650	3,975	5,300	6,625	7,950	9,275	10,600	11,925
15,0	1,418	2,836	4,254	5,672	7,090	8,508	9,926	11,344	12,762
15,5	1,514	3,028	4,542	6,056	7,570	9,084	10,598	12,112	13,626
16,0	1,613	3,226	4,839	6,452	8,065	9,678	11,291	12,904	14,517

(1) Los números de las primeras columnas horizontal y vertical representan centímetros, los restantes kilogramos.

Tabla 10. ⁽¹⁾

TABLA de cargas para la ruptura de piezas de madera.

b + d	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	0,045	0,090	0,135	0,180	0,225	0,270	0,315	0,360	0,405
35	0,053	0,105	0,158	0,210	0,263	0,315	0,368	0,420	0,473
40	0,060	0,120	0,180	0,240	0,300	0,360	0,420	0,480	0,540
45	0,068	0,135	0,203	0,270	0,338	0,405	0,473	0,540	0,608
50	0,075	0,150	0,225	0,300	0,375	0,450	0,525	0,600	0,675
55	0,083	0,165	0,248	0,330	0,413	0,495	0,578	0,660	0,743
60	0,090	0,180	0,270	0,360	0,450	0,540	0,630	0,720	0,810
65	0,098	0,195	0,293	0,390	0,488	0,585	0,683	0,780	0,878
70	0,105	0,210	0,315	0,420	0,525	0,630	0,735	0,840	0,945
75	0,113	0,225	0,338	0,450	0,563	0,675	0,788	0,900	1,013
80	0,120	0,240	0,360	0,480	0,600	0,720	0,840	0,960	1,080
85	0,128	0,255	0,383	0,510	0,638	0,765	0,893	1,020	1,148
90	0,135	0,270	0,405	0,540	0,675	0,810	0,945	1,080	1,215
95	0,143	0,285	0,428	0,570	0,713	0,855	0,998	1,140	1,283
100	0,150	0,300	0,450	0,600	0,750	0,900	1,050	1,200	1,350
105	0,158	0,315	0,473	0,630	0,788	0,945	1,103	1,260	1,418
110	0,165	0,330	0,495	0,660	0,825	0,990	1,155	1,320	1,485
115	0,173	0,345	0,518	0,690	0,863	1,035	1,208	1,380	1,553
120	0,180	0,360	0,540	0,720	0,900	1,080	1,260	1,440	1,620
125	0,188	0,375	0,563	0,750	0,938	1,125	1,313	1,500	1,688
130	0,195	0,390	0,585	0,780	0,975	1,170	1,365	1,560	1,755
135	0,203	0,405	0,608	0,810	1,013	1,215	1,418	1,620	1,823
140	0,210	0,420	0,630	0,840	1,050	1,260	1,470	1,680	1,890
145	0,218	0,435	0,653	0,870	1,088	1,305	1,523	1,740	1,958
150	0,225	0,450	0,675	0,900	1,125	1,350	1,575	1,800	2,025
155	0,233	0,465	0,698	0,930	1,163	1,395	1,628	1,860	2,093
160	0,240	0,480	0,720	0,960	1,200	1,440	1,680	1,920	2,160
165	0,248	0,495	0,743	0,990	1,238	1,485	1,733	1,980	2,228
170	0,255	0,510	0,765	1,020	1,275	1,530	1,785	2,040	2,295
175	0,263	0,525	0,788	1,050	1,313	1,575	1,838	2,100	2,363
180	0,270	0,540	0,810	1,080	1,350	1,620	1,890	2,160	2,430
185	0,278	0,555	0,833	1,110	1,388	1,665	1,943	2,220	2,498
190	0,285	0,570	0,855	1,140	1,425	1,710	1,995	2,280	2,565
195	0,293	0,585	0,878	1,170	1,463	1,755	2,048	2,340	2,633
200	0,300	0,600	0,900	1,200	1,500	1,800	2,100	2,400	2,700

(1) Los números de las primeras columnas horizontal y vertical representan centímetros, los restantes kilogramos.

Tabla 11.

RUPTURA de piezas de madera.

(b + d) EN CENTÍMETROS.												
d en cm.	C en kilogramos.											
	30cm.	40cm.	50cm.	60cm.	70cm.	80 cm.	90 cm.	100 cm.	110 cm.	120 cm.	130 cm.	140 cm.
15,0	0,68	0,90	1,13	1,35	1,50	1,80	2,03	2,25	2,48	2,70	2,92	3,15
17,5	0,92	1,05	1,31	1,58	1,84	2,10	2,36	2,63	2,89	3,15	3,41	3,67
20,0	»	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	3,90	4,20
22,5	»	1,52	1,69	2,03	2,36	2,70	3,04	3,38	3,71	4,05	4,39	4,73
25,0	»	1,88	1,88	2,25	2,63	3,00	3,38	3,75	4,13	4,50	4,88	5,25
27,5	»	»	2,27	2,48	2,89	3,30	3,71	4,13	4,54	4,95	5,36	5,78
30,0	»	»	2,70	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	4,95	5,40	5,85	6,30
32,5	»	»	3,17	3,17	3,41	3,90	4,39	4,88	5,36	5,85	6,34	6,83
35,0	»	»	3,68	3,68	3,68	4,20	4,73	5,25	5,78	6,30	6,83	7,35
37,5	»	»	»	4,22	4,22	4,50	5,06	5,63	6,19	6,75	7,31	7,88
40,0	»	»	»	4,80	4,80	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40
42,5	»	»	»	5,42	5,42	5,42	5,74	6,38	7,01	7,65	8,29	8,93
45,0	»	»	»	6,08	6,08	6,08	6,08	6,75	7,43	8,10	8,78	9,45
47,5	»	»	»	»	6,77	6,77	6,77	7,13	7,84	8,55	9,27	9,98
50,0	»	»	»	»	7,50	7,50	7,50	7,50	8,25	9,00	9,75	10,50
52,5	»	»	»	»	8,27	8,27	8,27	8,27	8,66	9,45	10,24	11,03
55,0	»	»	»	»	9,08	9,08	9,08	9,08	9,08	9,90	10,73	11,55
57,5	»	»	»	»	»	9,92	9,92	9,92	9,92	10,35	11,21	12,08
60,0	»	»	»	»	»	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	11,70	12,60
62,5	»	»	»	»	»	11,72	11,72	11,72	11,72	11,72	12,19	13,13
65,0	»	»	»	»	»	12,68	12,68	12,68	12,68	12,68	12,68	13,65
67,5	»	»	»	»	»	»	13,67	13,67	13,67	13,67	13,67	14,18
70,0	»	»	»	»	»	»	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70	14,70
72,5	»	»	»	»	»	»	15,77	15,77	15,77	15,77	15,77	15,77
75,0	»	»	»	»	»	»	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88

Tabla 12.

RUPTURA de planchas de hierro.

b EN CENTÍMETROS.												
a	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
en cm.	C EN KILÓGRAMOS.											
1,0	0,47	0,50	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,69	0,73	0,76	0,79	0,82
1,5	1,07	1,14	1,21	1,28	1,35	1,42	1,49	1,56	1,63	1,70	1,78	1,85
2,0	1,89	2,02	2,14	2,27	2,39	2,52	2,65	2,77	2,90	3,02	3,25	3,38
2,5	2,96	3,15	3,35	3,55	3,74	3,94	4,14	4,33	4,53	4,73	4,93	5,12
3,0	4,25	4,54	4,82	5,10	5,39	5,67	5,95	6,24	6,52	6,80	7,09	7,57
3,5	5,79	6,18	6,56	6,95	7,33	7,72	8,11	8,49	8,88	9,26	9,65	10,04
4,0	7,56	8,06	8,57	9,07	9,58	10,08	10,58	11,09	11,59	12,10	12,60	13,10
4,5	9,57	10,21	10,85	11,48	12,12	12,76	13,40	14,04	14,67	15,31	15,95	16,59
5,0	11,81	12,60	13,39	14,18	14,96	15,75	16,54	17,33	18,11	18,90	19,69	20,48
5,5	14,30	15,25	16,20	17,15	18,11	19,06	20,01	20,97	21,92	22,87	23,83	24,78
6,0	17,01	18,14	19,28	20,41	21,55	22,68	23,81	24,95	26,08	27,22	28,35	29,48
6,5	19,97	21,30	22,63	23,96	25,29	26,62	27,95	29,28	30,61	31,94	33,28	34,61
7,0	23,15	24,70	26,24	27,78	29,33	30,87	32,41	33,96	35,50	37,05	38,59	40,13
7,5	26,58	28,35	30,12	31,90	33,67	35,44	37,21	38,98	40,76	42,53	44,30	46,07
8,0	30,24	32,26	34,27	36,29	38,30	40,32	42,34	44,35	46,37	48,38	50,40	52,42
8,5	34,14	36,42	38,69	40,97	43,24	45,52	47,80	50,07	52,35	54,62	56,90	59,18
9,0	38,28	40,83	43,38	45,94	48,49	51,04	53,59	56,14	58,70	61,25	63,80	66,35
9,5	42,65	45,49	48,33	51,17	54,02	56,86	59,70	62,55	65,39	68,23	71,08	73,92
10,0	47,25	50,40	53,55	56,70	59,85	63,00	66,15	69,30	72,45	75,60	78,75	81,90
10,5	52,10	55,57	59,04	62,51	65,99	69,46	72,93	76,41	79,88	83,35	86,83	90,30
11,0	57,18	60,99	64,80	68,62	72,43	76,24	80,05	83,86	87,68	91,49	95,30	99,11
11,5	62,52	66,69	70,86	75,02	79,19	83,36	87,53	91,70	95,86	100,03	104,20	108,37
12,0	68,04	72,58	77,11	81,65	86,18	90,72	95,26	99,79	104,33	108,86	113,40	117,94

Tabla 13.

DESTRUCCIÓN *de vías férreas.*

PIEZA QUE DEBE DESTRUIRSE.	CARGAS.	COLOCACIÓN.
<i>Agujas</i>	0 ^k ,5 á 1 ^k dinamita.	»
<i>Cruces</i>	Idem.	} En la pieza que forma el co- razón cerca de la punta.
<i>Placas giratorias.</i>	Idem.	
<i>Carretones para cambiar de vía.</i>	Idem.	En el eje.
<i>Depósitos de agua.</i>	Idem.	En el eje de las ruedas.
<i>Discos</i>	0 ^k ,25 dinamita.	En los tubos de conducción y en el cuerpo de bomba.
<i>Locomotora</i>	0 ^k ,25 rompen una biela.	} En el eje de giro.
	0 ^k ,50 un cilindro de vapor.	
<i>Ténder</i>	0 ^k ,25 rompen la válvula del depósito de agua.	»
<i>Vagones</i>	0 ^k ,25 dinamita.	En el eje de la rueda.
<i>Carriles</i>	200 á 300 gramos.	Contra el alma del carril y al exterior; el atraque au- menta mucho los efectos y permite rebajar la car- ga á 150 gramos.

Tabla 14.

CARGAS de los barrenos empleando la dinamita núm. 3.

$C = g h^3 \dots$	$\left. \begin{array}{l} g = 0,35 \text{ roca blanda.} \\ g = 0,70 \text{ roca dura.} \\ g = 1,00 \text{ mampostería antigua.} \end{array} \right\}$	
<i>Diámetro de los barrenos...</i>	De 1 á 2 metros de longitud.	0,02
	De 2 á 3 id. de id.	0,04
	De 3 á 5 id. de id.	0,06
Ruptura de piedras por medio de cargas colocadas sobre ellas y atracadas con arcilla húmeda.		
$C = g E \dots$	$\left. \begin{array}{l} E, \text{ espesor de la piedra.} \\ g = 0,30 \text{ á } 0,60 \text{ empleando dinamita; } 0,25 \text{ á } 0,45 \text{ empleando gelatina.} \end{array} \right\}$	
La profundidad del barreno puede variar entre h y $2h$; lo mejor es tomar $p = \frac{3}{2}h$; la longitud del atraque ha de ser por lo menos $\frac{2}{3}p = h$. Si se emplea dinamita de 1. ^a ó dinamita-goma g varía entre 0,10 y 0,25.		

Tabla 15.

DESTRUCCIÓN de hielos.

CARGAS.		Espesor del hielo.	Profundidad de la carga con respecto á la superficie superior del hielo.	Diámetro del embudo.
Pólvora.	Dinamita.			
1,63	»	0,26	1,00	1,70
2,24	»	0,26	1,10	2,30
2,24	»	0,25	1,00 á 1,25	2,00 á 3,00
2,80	»	0,29	1,25	3,40
3,36	»	0,25	1,40	4,60
»	0,56	0,30	1,25	5,50
»	0,56	0,40 á 0,45	0,60 á 1,00	4,00
»	1,12	0,37 á 0,55	0,60 á 2,00	5,00
»	1,68	0,37 á 0,53	1,25 á 2,00	6,00
»	2,24	0,50	1,25 á 2,00	6,40

Tabla 16.

TIEMPO necesario para la ejecución de los barrenos.

Naturaleza del medio.	Diámetro de la barrena. — Milímetros.	Número de hombres.	Minutos necesarios para alcanzar una profundidad de 0 ^m ,30.	Profundidades que pueden alcanzarse en 1 hora. — Centímetros.	
Arenisca.	Blanda.	»	1	40	50
	De consistencia media.	53	1	45	34
	Dura.	»	3	35	53
Caliza dura.	26 á 33	1	60 á 70	26 á 33	
Tobas.	26	1	100	18	
	33	3	140	13	
	40	»	160 á 180	10 á 12	
Pizarra.	26	2	108	17	
Grauwacka.	»	1	80	24	
Gneiss de consistencia media.	26	1	60	32	
Mármol.	»	3	150	13	
Dolomia.	23	»	60 á 70	26 á 32	
	33	1	110	17	
	46	»	170	11	
Cuarzo.	»	1	205	9	
Granito.	»	1	240	8	
Muros de mampostería.	»	2	120	16	
Id. de id. y ladrillo.	»	2	120 á 170	11,5 á 16	
Id. de ladrillo.	53	2	40 á 60	32 á 48	

Tabla 17.

RESUMEN de la fogata tipo en desmante.

Profundidad del centro de la carga.	1 ^m ,80
Distancia del lado inferior del fondo á la superficie del terreno.	2 ^m ,03
Distancia del lado superior del plano de cabeza á la proyección horizontal inferior del fondo.	0 ^m ,27
Lado horizontal superior del plano de cabeza.	1 ^m ,60
Lado id. id. del de fondo.	3 ^m ,76
Lado del tablero.	1 ^m ,00
Distancia del lado superior del plano de cabeza al superior del de fondo.	6 ^m ,36
Espesor de las paredes de la caja que contiene la carga.	0 ^m ,02
Carga.	25 ^k ,540
Volumen de tierra removido.	14 ^{m³} ,430
Inclinación de los planos que forman la fogata.	
Los laterales.	6/1
El de fondo.	1/3
El de cabeza.	5/1
El de tablero.	1/1
Dimensiones de la fogata cuando no está en terreno horizontal.	
Si el terreno está en pendiente.	$\left. \begin{array}{l} \text{Descendente } lq^{(1)} = 0,27 + \frac{\pi}{1/3 + A} \\ \text{Ascendente } lq = 0,27 + \frac{\pi}{1/3 - A} \end{array} \right\} \begin{array}{l} A \text{ pendiente del terreno en fracción ordinaria.} \\ \pi \text{ distancia vertical del lado inferior del plano de fondo al terreno.} \end{array}$
Las demás dimensiones como en el caso anterior.	
Cálculo de las cargas.	$C = m \left(2 + \frac{PD}{15200} + \frac{1}{3} \left(2 + \frac{PD}{15200} - 0,0055 p \right) \right)$ $m = 1 - \frac{1}{20} (o \pm 1 \pm 2 \pm 3)$
Determinación de la profundidad á que deben establecerse las cargas de las fogatas.	$\left. \begin{array}{l} \text{En función del volumen } V \text{ de piedra.} \\ \text{En función de la carga } C \text{ cuya l. m. r. sea los } \frac{9}{13} \text{ de la profundidad buscada.} \end{array} \right\} \begin{array}{l} X = \sqrt[3]{\frac{V(1,80)^3}{3,600}} \\ X = \frac{9}{13} \sqrt[3]{\frac{C}{1,454}} \end{array}$

(1) Figura 166, lámina 14.

Tabla 18.

CARGAS sencillas y dimensiones correspondientes á las fogatas
pedreras ordinarias (1).

Cargas de pólvora $C = 0,0055 p$	Peso de las cargas de piedra $P = \frac{C}{0,0055}$	Volumen de las cargas de piedra $V = \frac{P}{1300}$	Profundidades.	Valores de l K.	Valores de i l.	Valores de h h.	Valores de l e.	Valores de e e.	Longitud del lado del tablero.	Valores de x	Valores de α	Líneas de minas re- sistencia de los hor- nillos ordinarios en- ya carga es 30055 p..
Kg.	Kg.	M. ³	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.
4,00	727	0,559	0,97	3,43	2,03	0,86	0,15	1,09	0,54	1,80	0,72	1,40
4,50	818	0,629	1,01	3,57	2,11	0,90	0,15	1,14	0,56	1,87	0,75	1,46
5,00	909	0,699	1,05	3,71	2,19	0,93	0,16	1,18	0,58	1,93	0,77	1,51
5,50	1000	0,769	1,08	3,81	2,26	0,96	0,16	1,22	0,60	2,05	0,80	1,56
6,00	1091	0,839	1,11	3,92	2,32	0,99	0,17	1,25	0,62	2,07	0,83	1,60
6,50	1182	0,909	1,14	4,03	2,38	1,01	0,17	1,28	0,63	2,10	0,84	1,65
7,00	1273	0,979	1,17	4,13	2,44	1,04	0,18	1,32	0,65	2,17	0,87	1,69
7,50	1364	1,049	1,20	4,24	2,51	1,07	0,18	1,35	0,67	2,23	0,89	1,73
8,00	1455	1,118	1,23	4,34	2,57	1,09	0,18	1,39	0,68	2,27	0,91	1,77
8,50	1545	1,188	1,25	4,41	2,61	1,11	0,19	1,41	0,69	2,30	0,92	1,80
9,00	1636	1,258	1,27	4,49	2,65	1,13	0,19	1,43	0,71	2,37	0,95	1,84
9,50	1727	1,328	1,29	4,56	2,70	1,15	0,19	1,46	0,72	2,40	0,96	1,87
10,00	1818	1,398	1,32	4,66	2,76	1,17	0,20	1,49	0,73	2,43	0,97	1,90
10,50	1909	1,468	1,34	4,73	2,80	1,19	0,20	1,51	0,74	2,47	0,99	1,93
11,00	2000	1,538	1,36	4,81	2,84	1,21	0,20	1,53	0,76	2,53	1,02	1,96
11,50	2091	1,608	1,38	4,88	2,88	1,23	0,21	1,56	0,77	2,57	1,03	1,99
12,00	2182	1,678	1,40	4,95	2,93	1,24	0,21	1,58	0,78	2,60	1,04	2,02
12,50	2273	1,748	1,42	5,02	2,97	1,26	0,21	1,60	0,79	2,63	1,05	2,05
13,00	2364	1,818	1,44	5,09	3,01	1,28	0,22	1,62	0,80	2,67	1,07	2,08
13,50	2455	1,888	1,45	5,13	3,03	1,29	0,22	1,64	0,81	2,70	1,08	2,10
14,00	2546	1,958	1,47	5,20	3,07	1,31	0,22	1,66	0,82	2,73	1,09	2,12
14,50	2637	2,028	1,49	5,27	3,11	1,32	0,22	1,68	0,83	2,77	1,11	2,15
15,00	2728	2,098	1,51	5,34	3,15	1,34	0,23	1,70	0,84	2,80	1,12	2,18
16,00	2909	2,238	1,54	5,44	3,22	1,37	0,23	1,74	0,86	2,87	1,15	2,23
17,00	3091	2,378	1,57	5,55	3,28	1,40	0,24	1,77	0,87	2,90	1,16	2,27
18,00	3273	2,518	1,60	5,65	3,34	1,42	0,24	1,80	0,89	2,97	1,19	2,31
19,00	3455	2,658	1,63	5,76	3,40	1,45	0,24	1,84	0,91	3,03	1,21	2,36
20,00	3636	2,797	1,66	5,86	3,47	1,48	0,25	1,87	0,92	3,07	1,23	2,40
21,00	3818	2,937	1,69	5,97	3,53	1,50	0,25	1,91	0,94	3,13	1,25	2,44
22,00	4000	3,077	1,71	6,04	3,57	1,52	0,26	1,93	0,95	3,17	1,27	2,47
23,00	4182	3,217	1,74	6,15	3,64	1,55	0,26	1,96	0,97	3,23	1,29	2,51
24,00	4364	3,357	1,77	6,25	3,70	1,57	0,27	2,00	0,98	3,27	1,31	2,55
25,00	4545	3,496	1,79	6,32	3,74	1,59	0,27	2,02	0,99	3,30	1,32	2,58
25,540	4644	3,572	1,80	6,36	3,76	1,60	0,27	2,03	1,00	3,33	1,33	2,60

(1) Figura 164, lámina 13.

Tabla 19.

DIMENSIONES de la fogata tipo en terraplén.

Distancia del plano de cabeza al nivel del terreno al lado superior del de fondo.	4 ^m ,23
Distancia del mismo plano al mismo nivel á la proyección horizontal del lado inferior del plano de fondo.	0 ^m ,54
Profundidad del lado inferior del plano de fondo.	1 ^m ,23
Lado del plado del tablero.	1 ^m ,00
Lado superior del plano de fondo.	2 ^m ,68
Profundidad del centro de la carga.	1 ^m ,00
Altura del lado superior del plano de cabeza sobre el suelo.	1 ^m ,50
Profundidad del foso.	0 ^m ,90
Anchura en el fondo del mismo.	0 ^m ,80
Las inclinaciones son las mismas que en la fogata de desmonte.	

Tabla 20.

DATOS para la construcción de las fogatas rasas.

Profundidad del centro de la carga.	2 ^m ,00
Distancia vertical del lado superior del tablero al terreno.	1 ^m ,58
Distancia horizontal del lado superior del plano de cabeza á la proyección horizontal del inferior del de fondo.	0 ^m ,30
Distancia horizontal de la misma proyección al lado superior del plano de fondo.	2 ^m ,13
Lado superior del plano de fondo.	2 ^m ,10
Id. id. del id. de cabeza.	1 ^m ,60
Lado del plano del tablero.	1 ^m ,00
Carga de pólvora.	25 ^k ,540
Inclinación del plano del tablero.	$\frac{4}{3}$
Id. del id. de cabeza.	$\frac{3}{1}$
Id. del id. de fondo.	$\frac{1}{1}$
Id. del id. lateral.	$\frac{6}{1}$

Tabla 21.

FOGATAS de fuegos rasantes.

Angulo del plano que contiene al eje con la escarpa.	9° 31' 16''
Inclinación del eje.	$\frac{2}{3}$
Plano de cabeza (desplomado).	$\frac{2}{1}$
Id. de fondo.	$\frac{1}{3}$
Id. del tablero.	$\frac{5}{2}$
Cálculo de la carga.	$C=1 + 6,66 V$
Volumen de la carga de piedras.	3^{m3}

Tabla 22.

FOGATAS rápidas.

Carga de pólvora.	Lado de la caja. \bar{L}	Lado del tablero. $10 L$	Profundidad. $7 L$	Carga de pólvora.	Lado de la caja. \bar{L}	Lado del tablero. $10 L$	Profundidad. $7 L$
Kilógramos.	Metros.	Metros.	Metros.	Kilógramos.	Metros.	Metros.	Metros.
1	0,103	1,03	0,721	19	0,275	2,75	1,915
2	0,130	1,30	0,910	20	0,280	2,80	1,960
3	0,149	1,49	1,043	21	0,285	2,85	1,995
4	0,164	1,64	1,148	22	0,289	2,89	2,023
5	0,176	1,76	1,232	23	0,293	2,93	2,051
6	0,188	1,88	1,316	24	0,298	2,98	2,086
7	0,198	1,98	1,386	25	0,302	3,02	2,114
8	0,206	2,06	1,442	26	0,306	3,06	2,142
9	0,215	2,15	1,505	27	0,310	3,10	2,170
10	0,222	2,22	1,554	28	0,313	3,13	2,191
11	0,230	2,30	1,610	29	0,317	3,17	2,219
12	0,236	2,36	1,652	30	0,321	3,21	2,247
13	0,243	2,43	1,701	31	0,324	3,24	2,268
14	0,249	2,49	1,743	32	0,328	3,28	2,296
15	0,255	2,55	1,785	33	0,331	3,31	2,317
16	0,260	2,60	1,820	34	0,334	3,34	2,338
17	0,265	2,65	1,855	35	0,337	3,37	2,359
18	0,271	2,71	1,897	36	0,341	3,41	2,387

Tabla 22. bis.

MINAS de proyección.

CARGAS.	Pesos de los proyectiles p para las distancias.				
	225 ^m & 380 ^m	380 ^m & 450 ^m	450 ^m & 575 ^m	575 ^m & 750 ^m	750 ^m & 1000 ^m
1	30	25	20	15	10
2	60	50	40	30	20
3	90	75	60	45	30
4	120	100	80	60	40
5	150	125	100	75	50
6	180	150	120	90	60
7	210	175	140	105	70
8	240	200	160	120	80
9	270	225	180	135	90
10	300	250	200	150	100
11	330	275	220	165	110
12	360	300	240	180	120
13	390	325	260	195	130
14	420	350	280	210	140
15	450	375	300	225	150
16	480	400	320	240	160
17	510	425	340	255	170
18	540	450	360	270	180
19	570	475	380	285	190
20	600	500	400	300	200
21	630	525	420	315	210
22	660	550	440	330	220
23	690	575	460	345	230
24	720	600	480	360	240
25	750	625	500	375	250
26	780	650	520	390	260
27	810	675	540	405	270
28	840	700	560	420	280
29	870	725	580	435	290
30	900	750	600	450	300
31	930	775	620	465	310
32	960	800	640	480	320
33	990	825	660	495	330
34	1020	850	680	510	340
35	1050	875	700	525	350

Tabla 23.

FOGATAS *pedreras rápidas.*

CARGAS de pólvora.	Cargas de piedras para las distancias.		
	35 ^m & 75 ^m	75 ^m & 125 ^m	125 ^m & 225 ^m
1	150 ^k	100 ^k	50 ^k
2	300	200	100
3	450	300	150
4	600	400	200
5	750	500	250
6	900	600	300
7	1050	700	350
8	1200	800	400
9	1350	900	450
10	1500	1000	500
11	1650	1100	550
12	1800	1200	600
13	1950	1300	650
14	2100	1400	700
15	2250	1500	750
16	2400	1600	800
17	2550	1700	850
18	2700	1800	900
19	2850	1900	950
20	3000	2000	1000
21	3150	2100	1050
22	3300	2200	1100
23	3450	2300	1150
24	3600	2400	1200
25	3750	2500	1250
26	3900	2600	1300
27	4050	2700	1350
28	4200	2800	1400
29	4350	2900	1450
30	4500	3000	1500
31	4650	3100	1550
32	4800	3200	1600
33	4950	3300	1650
34	5100	3400	1700
35	5250	3500	1750

Tabla 24.

FOGATAS de bombas.

Calibre de la bomba.	Peso de la bomba.	Carga de la bomba llena.	Carga para lanzarla.	Profundidades á las que produce embudo la carga que lleva la bomba.
	<i>Kilógramos.</i>	<i>Kilógramos.</i>	<i>Kilógramos.</i>	
0,16	10,56 á 11,52	0,56	0,36	0,76
0,21	20,12 á 21,12	2,10	0,48	1,08
0,27	49,04 á 48,76	4,8	1,44	1,60
0,32	71,60 á 72,00	8,16	2,40	1,92

Tabla 25.

DIMENSIONES de las galerías y ramales.

Clase de galería.	Altura interior.	Anchura interior.
	<i>Metros.</i>	<i>Metros.</i>
Galería de 1. ^a	2,00	2,10
Id. de 2. ^a	1,85 á 2,00	1,00
Id. de 3. ^a	1,30 á 1,50	1,00
Ramal de 1. ^a	1,00	0,80
Id. de 2. ^a	0,80	0,65
Id. de combate	0,70	0,60

Tabla 26.

ESCUADRÍA de las maderas que suelen emplearse para la construcción de galerías y ramales. Se suponen de encina muy seca y en terreno de consistencia media.

Clase de galería.	Soleras.	Montantes.	Cumbreras.
	<i>Metros.</i>	<i>Metros.</i>	<i>Metros.</i>
Galería de 1. ^a	0,17 × 0,14	0,17 × 0,17	0,17 × 0,20
Id. de 2. ^a	0,13 × 0,10	0,13 × 0,13	0,13 × 0,16
Id. de 3. ^a	0,11 × 0,09	0,11 × 0,11	0,11 × 0,13
Ramal de 1. ^a	0,09 × 0,08	0,09 × 0,09	0,09 × 0,11
Id. de 2. ^a	0,08 × 0,08	0,08 × 0,08	0,08 × 0,10

Tabla 27.

TABLAS de encofrado.

TECHO.			PAREDES.		
Longitud.	Anchura.	Espesor.	Longitud.	Anchura.	Espesor.
<i>Metros.</i>	<i>Metros.</i>	<i>Metros.</i>	<i>Metros.</i>	<i>Metros.</i>	<i>Metros.</i>
1,10	0,20	0,03	1,10	0,20	0,02
á	á	á	á	á	á
1,20	0,30	0,04	1,20	0,30	0,03

Listones para unir los bastidores: longitud, 1^m,10 á 1^m,20; anchura, 0^m,06 á 0^m,07; espesor, 0^m,025.
 Distancia entre los bastidores, 1^m,00.
 Marco con orejas: escuadría, 0^m,15 × 0^m,15; lado interior 1^m,32.
 Marco ordinario: escuadría, 0^m,12 × 0^m,12; lado interior, 1^m,32.

Tabla 28.

TIEMPO necesario para ejecutar 1^m longitudinal.

Clase de obra.	Horas.	Minutos.	OBSERVACIONES.
Galería de 1. ^a	6	»	Se supone en terreno ordinario y minadores medianamente ejercitados; si éstos son muy buenos puede reducirse el tiempo á la mitad.
Id. de 2. ^a	5	»	
Id. de 3. ^a	3	30	
Ramal de 1. ^a	3	»	Si el terreno es de consistencia superior á la ordinaria se multiplicará por los coeficientes que á continuación se indican:
Id. de 2. ^a	2	»	
Id. de combate.	3	»	
Id. sin encofrado.	1	50	Muy compacto. 2
Pozo de 1 ^m ,32.	5	30	Movedizo. 3
Id. de 1 ^m ,04.	4	»	Mampostería ó roca que debe atacarse con el
Id. de 0 ^m ,87.	3	30	pico. 4 á 5
Id. á la Boule.	2	15 á 20	Mampostería ó roca que exigen el empleo de
Atraque	Sacos de arena ó tierra.	»	barrenos. 6 á 10
	Tierra ó tepes	»	
	Ladrillos y tierra.	»	
		»	15 á 20

FIN.

ERRATAS DE LAS TABLAS.

Tabla.	Línea.	Columna.	Dice.	Debe decir.
1. ^a	9	3. ^a	1,33	1,60
11	12	»	8,5 H^2	7,25 H^2
11	13	»	7,5 H^2	8,2 H^2

EL IMAGINARISMO

Y

EL LIBRO DEL SEÑOR FOLA.

EL IMAGINARISMO

X DEL

LIBRO DEL SEÑOR FOLA,

POR

DON IGNACIO BEYENS,

Comandante de Ingenieros.



MADRID

IMPRESA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS»

1894

INTRODUCCIÓN



EN el año anterior ha aparecido la segunda parte de esta obra, cuya primera fué dada á la luz en el año de 1881, y como quiera que no es posible formarse cabal juicio de todo el trabajo, sin echar una rápida mirada sobre la primera parte, procuraremos hacerlo así con el objeto de que los lectores puedan formar una idea, algo más completa, del mérito y cualidades del libro cuyo asunto es, por su naturaleza, árido, no por tratarse de matemáticas puras, sino por la índole filosófica del tema en ella desarrollado, cuales, la interpretación de símbolos y aplicaciones. En el prólogo de la primera parte indica, con razón, el autor, la necesidad de aclarar bastantes puntos oscuros que existen en la Matemática que hizo pensar al célebre Laplace, que era necesario reconstruirla sobre un nuevo pedestal. De todos los escollos que detienen al filósofo más que matemático, cuando trata de estudiar á fondo la ciencia, el más grande, sin género de duda, es la verdadera interpretación de las cantidades imaginarias, por cuya razón no debe sorprendernos que entre tantos y buenos geómetras como existen, los filósofos sean los que hayan tratado más este tema, figurando entre ellos el malogrado *Rey y Heredia* en su importante *Teoría de las cantidades imaginarias*.

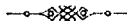
Después de aquel libro no conocemos ninguno que en n ues-

tro país se haya ocupado de este tema hasta el del Sr. Fola, que lo ha hecho con profundo análisis y meditado estudio, pues desde la primera sección hasta la que ahora ha sido impresa han transecurrido diez años.

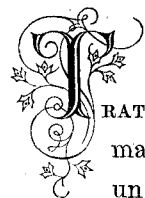
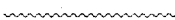
Examinaremos, pues, sucesivamente, cada una de las secciones de que se compone.



PRIMERA SECCIÓN.



IMAGINARIAS BINOMIAS.



RATA el primer capítulo del conocimiento matemático, categorías matemáticas de cantidad, cualidad, relación y modalidad, con un criterio filosófico de gran base, pasa á la idea del argumento y división de la ciencia matemática.

El segundo capítulo, naturaleza é interpretación de las cantidades imaginarias, define los algoritmos.

Toda la algoritmia matemática está reducida á estas tres fórmulas capitales:

$$\begin{aligned}\Delta + \varepsilon &= \varphi \\ \Delta \times \varepsilon &= \varphi \\ \Delta^\varepsilon &= \varphi.\end{aligned}$$

En la cual los elementos Δ y ε , generadores de la cantidad φ , pueden considerarse como capaces de recibir todos los valores cuantitativos y cualitativos imaginables; y en virtud de esta generalidad, propia del Algebra, pasa el autor á definir las operaciones, *adición, substracción, multiplicación, división, graduación y extracción de raíces*, y deduce, en resumen, los tres procedimientos directos, *suma, producción, graduación* y los inversos, *substracción, división y raíces*.

Después de algunas consideraciones sobre los algoritmos, pasa el autor al origen de las cantidades negativas é imaginarias cuyo nombre han recibido estas últimas, por considerarse como absurdas é imposibles de interpretación alguna, pero que en la actualidad *están llamadas á completar la teoría sobre los diferentes momentos de la categoría de cualidad en cuanto á la cantidad se aplica*.

En el artículo 4.º se define el concepto preciso de las cantidades imaginarias como mediadora é intermedia entre el de las positivas y negativas, y pudiendo tener doble acepción las imaginarias, esto es, que á su vez pueden ser positivas ó negativas, y siendo relativa esta antítesis se pueden formular las relaciones

$$-(-a) = a \quad -(-\sqrt[2n]{-a}) = \sqrt[2n]{-a};$$

esto es, que las cantidades reales é imaginarias positivas se pueden considerar verdaderas negativas de las negativas y viceversa.

Divide en el artículo 5.º la unidad matemática en *cualitativa ó aritmética* y *positiva ó algebraica*. Esta última, tomada como base ó raíz en el algoritmo gradual (elevación á potencias) es incapaz de engendrar cantidad alguna diferente de ella misma. La potencia cero de una cantidad cualquiera produce siempre la unidad positiva, como lo expresa la igualdad $\Delta^0 = 1$, y es *completamente estéril para engendrar* como base gradual sometida á otro exponente, porque

$$(\Delta^0)^m = \Delta^{0 \times m} = \Delta^0 = 1.$$

Por el contrario, el exponente 1, que afecta á toda cantidad, constituye una primera potencia; quedando la cantidad igual se puede engendrar con ella todo valor cualitativo que se desee, sometiéndole á un exponente apropiado.

La unidad positiva se divide en evolvable é involuble, entendiendo por evolvibilidad la capacidad de generación gradual según que se considere que su exponente tácito sea 1 ó 0 respectivamente.

La unidad evolvable $1^1 = +1$ y la involuble $1^0 = 1$; esta última es la que siempre se considera que afecta como coeficiente á toda cantidad que no lo lleve expreso.

De estas consideraciones deduce, en virtud de la evolvibilidad de $(+1)$, que se puede verificar

$$(+1)^x = \varphi,$$

de donde

$$x = \frac{\log. \varphi}{\log. (+1)};$$

fórmula que, aplicándole tan sólo el único sentido abstracto que hasta el presente ha tenido la unidad, daría origen á $x = \infty$, pero el autor indica, como se demostrará después en el párrafo (352), que el logaritmo de $+ 1$, unidad positiva evolvable, tiene un valor determinado dependiente de la base del sistema.

El artículo 6.º, en que se establece lo que se entiende por raíz absoluta de una cantidad, principia por decir que el teorema tan conocido: *Toda cantidad tiene tantas raíces como unidades tiene el índice*, no se debe tomar en un sentido tan absoluto, sino restringido, pues no lo es más sino bajo un punto de vista relativo y deficiente, pues sino vendríamos á caer en el absurdo de que causas iguales (graduación) obrando en diferentes circunstancias producirían los mismos resultados.

Si *a priori* esto es evidente, *a posteriori* lo prueba lo que sigue: si (ψ) y (Ω) son diferentes y $\psi^n = \Omega^n$ partiendo los exponentes por (n) $\psi = \Omega$ contra la hipótesis y también tomando logaritmos

$$n \log. \psi = n \log. \Omega \quad \log. \psi = \log. \Omega \quad \text{y} \quad \psi = \Omega \text{ absurdo.}$$

Visto lo cual se ocurre la siguiente pregunta:

¿Cómo en el caso de ser el exponente $\frac{1}{n}$ se engendrarán (n) distintas cantidades? A lo cual contesta, que una cantidad sólo tiene una sola raíz *enésima*; las $(n - 1)$ restantes sólo pueden considerarse como otras tantas raíces del mismo grado, bajo un restringido modo de ver que explica en el párrafo (169) y (413).

El valor de $\sqrt[n]{M}$ en la fórmula de Moivre,

$$(M (\cos. \varphi + \text{sen. } \varphi \sqrt{-1}))^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{M} \left(\cos. \frac{\varphi}{n} + \text{sen. } \frac{\varphi}{n} \sqrt{-1} \right)$$

es el elemento cuantitativo ó aritmético de esta raíz y el cualitativo

$$\cos. \frac{\varphi}{n} + \text{sen. } \frac{\varphi}{n} \sqrt{-1}.$$

Los elementos trigonométricos

$$\cos. 0 + \text{sen. } 0 \sqrt{-1}$$

y

$$\cos. 2 \pi + \text{sen. } 2 \pi \sqrt{-1}$$

ambos iguales, en valor absoluto, á la unidad, no deben confundirse; el primero es estéril á la graduación ó inevoluble, y el segundo es evoluble, como se prueba elevando el primero á cualquiera potencia y el segundo á la $\frac{1}{n}$ y aplicando la fórmula de Moivre.

Determinanse en seguida, por la citada fórmula, los valores de

$$(+1)^{\frac{1}{2}} (-1)^{\frac{1}{2}} \sqrt{-1}^{\frac{1}{2}}$$

sacándose por consecuencia que

$$-1, \sqrt{-1}, \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1}$$

son respectivamente las 2.^a, 4.^a y 8.^a raíces de la unidad positiva evoluble.

Dice el autor, con razón, en el párrafo (134), que es difícil hacerse cargo de que $(+1)$ no es, con toda exactitud, raíz segunda de $+1$, sino de $(+1)^2$, que difiere de $+1$. A nosotros nos pasa lo mismo: pero continuemos el exámen de la obra para que al final de él podamos, al resumir, hacer las observaciones que nos dicte su estudio.

Origen matemático y naturaleza del argumento, es el asunto que encabeza el artículo 7.º Demuestra, desde luego, que si se somete la unidad positiva $+1$ á un exponente cuantitativo que varíe de un modo continuo de 0 á 1, las potencias correspondientes pasan por una serie de valores diferentes en cualidad.

Demuestra inmediatamente que la variabilidad cualitativa de la potencia tiene lugar de una manera continua; nace de esta consideración la noción del argumento, y por necesidad rigurosa, la periodicidad de la afección cualitativa de la graduación. Designa por π la unidad argumental ó período completo de evolución: $\frac{\pi}{2}$, por lo tanto, es el medio pe-

ríodo que corresponderá á $(+1)^2 = -1$, y $p\pi$, la expresión algébrica del argumento que $(+1)^p$ determina respecto á la unidad positiva 1.

Por esta correspondencia mútua entre argumentos y el exponente de la base gradual $(+1)$, resulta que las operaciones de suma, resta, multiplicación y división hechas con ellos, equivalen á las superiores de multiplicación, división, elevación á potencias y extracción de raíces, efectuadas con las cantidades cualitativas á que corresponden, lo cual facilita notablemente el cálculo de las cantidades imaginarias, expresadas bajo la forma de su módulo calificado por un índice que indique el argumento.

El artículo 8.º, referente al producto de $\sqrt{-1}$ por $\sqrt{-1}$, ha dado que pensar á los algebristas, según se sabe, al suponer admitido que toda raíz tiene tantos valores como unidades su índice, pues aplicando la regla de los radicales se obtiene $\sqrt{-1} \cdot \sqrt{-1} = \pm 1$, no sabiendo cuál de los signos debe tomarse para el verdadero producto. Opina *Rey y Heredia* que debe considerarse $\sqrt{-1} \cdot \sqrt{-1}$ como $(\sqrt{-1})^2$ y por lo tanto se debe tomar (-1) como resultado; pero sin considerar éste como segunda potencia, aplicando la regla general de la multiplicación en virtud de lo dicho en el artículo precedente relativo á los argumentos, se tiene:

$$\sqrt{-1} \cdot \sqrt{-1} = \sqrt{(-1) \times (-1)} = \sqrt{+1} = (+1)^{\frac{1}{2}} = -1$$

sin ambigüedad ni duda, como concluye el autor

Lo demuestra también como sigue:

$$\sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = (-1)^{\frac{1}{2}} \times (-1)^{\frac{1}{2}} = (-1)^{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = (-1)^1 = -1,$$

y por trigonometría, por la igualdad

$$\begin{aligned} \sqrt{-1} \times \sqrt{-1} &= \left(\cos. \frac{\pi}{2} + \text{sen.} \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{-1} \right) \left(\cos. \frac{\pi}{2} + \text{sen.} \frac{\pi}{2} \sqrt{-1} \right) = \\ &= \cos. \pi + \text{sen.} \pi \cdot \sqrt{-1} = -1 + 0 \cdot \sqrt{-1} = -1. \end{aligned}$$

En el artículo 9.º, *imaginaria* $\sqrt{-1}$ como base de la generación exponencial, se hace ver que la fórmula algébrica tan conocida

$$(\sqrt{-1}^{4c+r}) = (\sqrt{-1})^r$$

da lugar á error cuando no sólo tiene en cuenta los resultados de tales funciones sino las unidades argumentales que pueden contener.

El párrafo 154 exclusivamente tiene por objeto, por un procedimiento ingenioso, desarrollar $(\sqrt{-1})^{\frac{1}{n}}$, suponiendo $n > 1$, poniéndole antes bajo la forma $(1 - (1 - \sqrt{-1}))^{\frac{1}{n}}$, deduciendo notable ley para los coeficientes y signos del polinomio resultante que demuestra ser una serie divergente, y por lo tanto, no es propia para hallar con aproximación el valor $(\sqrt{-1})^{\frac{1}{n}}$. Solamente se puede concluir que

$$(\sqrt{-1})^{\frac{1}{n}} = \alpha + \beta \sqrt{-1}.$$

Á este mismo resultado conduce la fórmula de Moivre.

Trata el artículo 10 de la expresión de las raíces absolutas de (-1) y $(+1)$, determinando las partes reales é imaginarias de $(\sqrt{-1})^{\frac{1}{n}}$ en los casos de $\begin{cases} n = 1 \\ n = 2 \end{cases}$, y cuando $n > 2$ de un modo general. Pruébese después que $(-1)^{\frac{1}{n}}$ y $(+1)^{\frac{1}{n}}$ tienen idéntica forma binomial que $(\sqrt{-1})^{\frac{1}{n}}$ y se hallan los valores de $(+1)^{\frac{1}{16}}$, dando lugar á un período en su formación cuya ley se enuncia y termina con poner de manifiesto el error á que han sido llevados algunos autores, entre ellos Vallejo, al confundir la unidad positiva evolvable con la inevoluble. En el artículo 11 se clasifican las cantidades imaginarias en puras y mixtas ó afectas, y se establece el orden progresivo en que las cantidades imaginarias se van separando de la cualidad fundamental, hasta coincidir de nuevo con ella, en el orden siguiente:

$$\begin{aligned} a + b\sqrt{-1}, & \quad b\sqrt{-1}, & \quad -a + b\sqrt{-1}, & \quad -a, \\ -a - b\sqrt{-1}, & \quad -b\sqrt{-1}, & \quad a - b\sqrt{-1}, & \end{aligned}$$

y finalmente a . En el artículo 12 hace el autor algunas consideraciones respecto de los signos algebraicos $+$, $-$ y $\sqrt{-1}$, notando que, aunque son usados para indicar las operaciones de adición, substracción y raíces, se emplean también para denotar las cualidades positivas, negativas é

imaginarias de la magnitud, originándose con este motivo lamentables y falsas interpretaciones.

De la modulación factorial, de la interpretación geométrica de las imaginarias que cumple en un todo con el principio de Pascal *Los números imitan al espacio, aunque son de naturaleza tan diferente*, poniendo de manifiesto en un diagrama las rectas que representan

$$\pm a \pm b \sqrt{-1}, \quad \pm b \sqrt{-1}, \quad \pm a,$$

con digresiones sobre la noción de módulo y argumento, así como de la realidad y naturalidad de las imaginarias se ocupan los últimos artículos que terminan el capítulo II.

Ocúpase el capítulo III de la logística geométrica de las cantidades imaginarias, entendiéndose por *logística*, según Rey y Heredia, *la realización matemática de todos los conceptos de relación por los cuales unos números engendran á otros*. El primer artículo hace consideraciones sobre la manera más propia de representar la magnitud, cualesquiera que sean sus afecciones cualitativa y cuantitativa, deduciendo, como era natural, que la representación geométrica es la más adecuada, prestándose más al empirismo la geometría que otra rama de las ciencias.

Pasa luego á la suma geométrica de las cantidades, revistiendo la síntesis tres distintos caracteres, que se pueden formular así:

$$\begin{aligned} a+b=s, \quad -a-b=-s, \quad a\sqrt{-1}+b\sqrt{-1}=s\sqrt{-1}, \quad -a\sqrt{-1}-b\sqrt{-1}=-s\sqrt{-1}; \\ a-b=d, \quad -a+b=-d, \quad a\sqrt{-1}-b\sqrt{-1}=d\sqrt{-1}, \quad -a\sqrt{-1}+b\sqrt{-1}=-d\sqrt{-1}; \\ a+b\sqrt{-1}, \quad -a+b\sqrt{-1}, \quad a-b\sqrt{-1}, \quad -a-b\sqrt{-1}. \end{aligned}$$

Haciendo el diagrama á que da lugar cada uno de estos casos indicados, como fuerzas, la síntesis no es entonces geométrica sino dinámica.

De la longitud de la oblicua sintética de $a + b\sqrt{-1}$ que es $\sqrt{a^2 + b^2}$, se deduce que es igual al módulo ya encontrado por la doctrina algebraica en las imaginarias afectas.

Después de varias consideraciones sobre la suma que responde á las dos afecciones de cantidad y cualidad de las magnitudes sumadas, pasa á la suma de las imaginarias mixtas, que efectúa como se hace en todos los tratados de Algebra actuales, y de esta operación á la resta, ó como

el autor la denomina, síntesis subtractiva. En el artículo 3.º se presentan consideraciones filosóficas sobre la armonía algebraico-geométrica en el producto de factores lineales.

Los siguientes artículos, últimos del capítulo, se ocupan de la producción y graduación geométricas de las imaginarias, y salvo algunas observaciones de carácter elevado, estas operaciones se ejecutan como ya por todos se conoce. Deduce, en el capítulo IV, el valor del número (e), añadiendo á la unidad cuantitativa inevoluble el elemento infinitesimal $\frac{y}{\infty}$ y elevando $1 + \frac{y}{\infty}$ al exponente ∞ .

Si se eleva $1 + \frac{y}{\infty}$ á la potencia (n), siendo (n) finito, de la operación resulta un número infinitamente próximo á la unidad; pero si el exponente es infinito ¿qué sucederá? La tésis potencial deberá entonces estar comprendida entre

$$\left(1 + \frac{y}{\infty}\right)^n \quad \text{y} \quad (1 + y)^\infty,$$

esto es, entre 1 é ∞ , sin que *a priori* pueda nada predecirse.

Aplicando al cálculo de

$$\left(1 + \frac{y}{\infty}\right)^\infty$$

los procedimientos ordinarios y tomando límites, deduce su valor en serie convergente, y haciendo $y = 1$ el de (e) = 2,71828 tan conocido, pasando luego á probar que es incommensurable.

Demuestra luego que

$$e^y = \left(1 + \frac{y}{\infty}\right)^\infty.$$

Después de la graduación infinita cuantitativa considera la infinita cualitativa y determina el valor de

$$E = \left(1 + \frac{\sqrt{-1}}{\infty}\right)^\infty,$$

que en la afección imaginaria es el análogo á

$$e = \left(1 + \frac{1}{\infty}\right)^{\infty}$$

en la real, y rectifica algunos cálculos á que llegó Rey y Heredia en su *Teoría de las Imaginarias*, y llega al valor de (E) en menos de una unidad del duodécimo orden decimal, tanto para la parte real como para la imaginaria, observando que el módulo de la expresión obtenida es igual á la unidad, significando esto que el número (E) representa un desarrollo potencial exclusivamente de cualidad de la unidad positiva. Demuestra que así debía suceder, pues llega á las igualdades

$$E = \alpha + \beta \sqrt{-1}$$

$$E^{-1} = \alpha - \beta \sqrt{-1}$$

y de ellas, por fáciles transformaciones,

$$\alpha^2 = \frac{1}{4} (E^2 + 2 + E^{-2})$$

$$\beta^2 = -\frac{1}{4} (E^2 - 2 + E^{-2})$$

de donde

$$\alpha^2 + \beta^2 = 1 \quad \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} = 1.$$

En el párrafo 281 manifiesta que siendo (α) el coseno y $\beta \sqrt{-1}$ el seno del ángulo que forma (E) sobre el eje real positivo, éste no es de 45° como creyó Rey y Heredia, sino el incomensurable

$57^\circ - 17' - 44'', 8062471$ cuya incomensurabilidad, que más adelante demuestra, parece más adecuada á la naturaleza del número (E).

Con respecto al valor de (E) observa que goza de propiedades semejantes en cualidad á las que (e) tiene en cantidad, esto es, que se verificará

$$E^x = \left(1 + \frac{x \sqrt{-1}}{\infty}\right)^{\infty}$$

así como era

$$e = \left(1 + \frac{x}{\infty}\right)^{\infty}.$$

Aplica esta fórmula para el caso de $x = 2$ y deduce que el ángulo que forma con el eje real positivo, la recta representación geométrica de E^2 ,

es doble del correspondiente á (E), esto es, $114^{\circ} - 35' - 29''{,}6$, lo que está de conformidad con el teorema de Moivre, pues si

$$E = \cos. \varphi + \text{sen. } \varphi \sqrt{-1}$$

tiene que suceder

$$E^2 = \cos. 2 \varphi + \text{sen. } 2 \varphi \sqrt{-1}.$$

Termina este artículo probando que

$$\left(1 + \frac{\sqrt{-1}}{\infty}\right)^{-\infty} = 0,5403023 - 0,8414709 \sqrt{-1}.$$

Este valor, recíproco del anterior, se representa geoméricamente por una recta simétrica, con respecto al eje real positivo, de la que corresponde á (E), é indica en la misma figura las posiciones de $-E$ y $-\frac{1}{E}$.

Después de considerar estos casos, entra en el general de estudiar la *graduación infinita sincategoremática*, y *a priori* presume que si á la unidad estéril para la generación potencial se le añade un elemento imaginario mixto infinitesimal y se somete el resultado á un exponente infinito, el desarrollo que se obtenga participará del carácter cuantitativo de (e) y cualitativo de (E). El algoritmo algebraico responde á esta presunción. Primeramente considera que el numerador del gérmen mixto infinitesimal sea $\sqrt{\sqrt{-1}}$, y como

$$\sqrt{\sqrt{-1}} = \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1}$$

dice el autor que representa la unidad imaginaria mixta más perfecta, como que es la que divide al ángulo recto entre el eje real positivo y el imaginario $\sqrt{-1}$ en partes iguales. Representa por (η) (eta) el resultado

$$\left(1 + \frac{\sqrt{\sqrt{-1}}}{\infty}\right)^{\infty}.$$

Efectuando el desarrollo por la fórmula del binomio y después de ver la ley del mismo, deduce que

$$\eta = \alpha + \beta \sqrt{\sqrt{-1}} + \gamma \sqrt{-1} + \delta \sqrt{-\sqrt{-1}} \quad (\text{A})$$

teniendo (α) (β) (γ) (δ) valores numéricos que calcula con doce decimales. Después de lo cual nos muestra el diagrama que corresponde á la síntesis geométrica de

$$\alpha, \quad \beta \sqrt{\sqrt{-1}}, \quad \gamma \sqrt{-1} \quad \text{y} \quad \delta \sqrt{-\sqrt{-1}}$$

y que representa el valor (η).

Es interesante cómo se reduce sencillamente el valor de η á la forma binomia propia, sustituyendo en la expresión (A)

$$\sqrt{\sqrt{-1}} = \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1}$$

y observando que

$$\sqrt{-\sqrt{-1}} = (\sqrt{\sqrt{-1}})^3.$$

También llega al mismo resultado desarrollando

$$\left(1 + \frac{1 + \sqrt{-1}}{\sqrt{2} \infty}\right)^\infty$$

equivalente á

$$\left(1 + \frac{\sqrt{\sqrt{-1}}}{\infty}\right)^\infty.$$

Determinase el módulo de (η) y el ángulo con el eje real positivo, cuyos valores son menores que los de (e) y (E), demostrando la razón de ello por artificios algebraicos.

El desarrollo de

$$\left(1 + \frac{\sqrt{\sqrt{-1}}}{\infty}\right)^\infty$$

es cuantitativo-cualitativo, esto es, sincategoremático, y se representa geoméricamente por una espiral. También el número (η) goza de la propiedad

$$\left(1 + \frac{p \sqrt{\sqrt{-1}}}{\infty}\right)^\infty = \eta^p.$$

También podemos concebir un número (η) regresivo ó dado por el desarrollo.

$$\left(1 + \frac{\sqrt{\sqrt{-1}}}{\infty}\right)^{-\infty} = \left(1 + \frac{1 + \sqrt{-1}}{\sqrt{2} \infty}\right)^{-\infty}$$

que da el siguiente resultado:

$$\eta^{-1} = 0,3748528 - 0,3203156 \sqrt{-1},$$

que se representa geoméricamente en prolongación de (η).

Estudia detenidamente las espirales á que da origen

$$\left(1 + \frac{\sqrt{\sqrt{-1}}}{\infty}\right)^{\pm p \infty},$$

en la cual (p) puede recibir todos los valores de 0 á ∞ y da á conocer algunos detalles erróneos ó mal interpretados por Rey en esta parte, y además, pone de acuerdo los resultados suministrados por el cálculo de

$$\left(1 \pm \frac{\sqrt{\pm \sqrt{-1}}}{\infty}\right)^{\pm \infty}$$

con su interpretación gráfica.

Entre las potencias de (η) y

$$\eta' = \left(1 - \frac{\sqrt{-\sqrt{-1}}}{\infty}\right)^{\infty}$$

fija la atención en $\eta^{\pm \sqrt{2}}$, que le proporciona una serie de transformaciones por las cuales llega á un resultado en el cual se ve claramente la independendencia con que la parte real é imaginaria influyen en el mismo. Sucesivamente, determina los valores de

$$\eta \sqrt{2} \quad \eta - \sqrt{2} \quad \eta' \sqrt{2} \quad \eta' - \sqrt{2},$$

que son iguales á

$$(e E) \quad \left(\frac{1}{E e}\right) \quad \frac{e}{E} \quad \frac{E}{e}.$$

Si los elementos real é imaginario que se toman para el numerador del quebrado infinitesimal que se une á la unidad son diferentes, cada uno de ellos influye en el desarrollo cuantitativo ó cualitativo, según

domine la parte real ó imaginaria, concluyendo esta consecuencia con un ejemplo que lo confirma.

Los párrafos (307), (308) y (309) estudian las formas evolutibles

$$\left(1 + \frac{\sqrt{-1}}{\infty} \frac{1}{\infty}\right)^{\infty} \quad \text{y} \quad \left(1 + \frac{\sqrt{-1}}{\infty} 1 - \frac{1}{\infty}\right)^{\infty},$$

cuyos *apéndices infinitesimales* expresan una oblicuidad infinitamente grande ó infinitamente pequeña, aproximándose á la línea recta positiva en el primer caso y al arco de círculo en el segundo. Somete al desarrollo estas dos expresiones, deduciendo que

$$\left(1 + \frac{(\sqrt{-1}) \frac{1}{\infty}}{\infty}\right)^{\infty} = e + \frac{\sqrt{-1}}{\infty},$$

ó sea la línea recta con *moción cualitativa infinitamente pequeña*, y

$$\left(1 + \frac{(\sqrt{-1}) 1 - \frac{1}{\infty}}{\infty}\right)^{\infty} = E + \frac{(\sqrt{-1})^{\infty}}{-\infty \sqrt{-1}}.$$

Discute en el párrafo (310) la expresión

$$\left(1 + \frac{-\sqrt{-1} \frac{1}{\infty} \sqrt{-1}}{\infty}\right)^{\infty},$$

que, según Rey, representa una oblicuidad infinitamente pequeña en el germen imaginario mixto; y después de varias consideraciones hace ver que, si el arco que mide $-\sqrt{-1}$ es el resultado de $(\sqrt{-1})^{-1}$ y no de $(\sqrt{-1})^3$, entonces es legítima la interpretación de Rey. Termina este capítulo con el desarrollo de

$$\left(1 + \frac{y \pm x \sqrt{-1}}{\infty}\right)^{\infty}$$

á que conduce el germen imaginario mixto infinitesimal

$$\frac{y \pm x \sqrt{-1}}{\infty}$$

al unirse á 1, rectificando algunos conceptos de Rey y Heredia, que cree equivocados.

Dedícase el capítulo V á las imaginarias exponenciales, dividiéndolas en puras y mixtas, ó sean de la forma $e^{x\sqrt{-1}}$ ó $e^{y+x\sqrt{-1}}$. Estudia el desarrollo de $e^{x\sqrt{-1}}$ y observa que es idéntico al de E^x , esto es, que se obtienen idénticos resultados por graduación de (e) con exponente imaginario, que por graduación de la cantidad imaginaria (E) con exponente real de igual módulo. Por medio de consideraciones sobre esta exponencial y ayudado del cálculo algebraico, aplicando la teoría de las series á las cantidades imaginarias, deduce el valor de

$$2\pi = 8 \left(1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \frac{1}{11} + \dots \right),$$

que, como es sabido, se obtiene en algoritmo de las cantidades reales de la serie

$$\text{arc. log. } x = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} - \dots$$

reemplazando, en vez de (x), la unidad. Finaliza esta tesis con los valores particulares, consecuencia de la fórmula fundamental,

$$\begin{aligned} e^{2\pi\sqrt{-1}} &= +1, & e^{\frac{\pi}{2}\sqrt{-1}} &= \sqrt{-1} \\ e^{\pi\sqrt{-1}} &= -1, & e^{\frac{3\pi}{2}\sqrt{-1}} &= -\sqrt{-1} \end{aligned}$$

De la igualdad

$$\sqrt{-1} = e^{\frac{\pi}{2}\sqrt{-1}}$$

se desprende

$$\left(\sqrt{-1}\right)^{\frac{1}{n}} = e^{\frac{\pi}{2n}\sqrt{-1}},$$

y poniendo el desarrollo de la exponencial en función de $\frac{\pi}{2n}$ se resuelve el resultado en un binomio de la forma $\alpha + \beta\sqrt{-1}$, cuyo módulo es igual á la unidad. Por razonamientos deduce que cuando la base es *imaginaria pura ó afecta* y se somete á exponente de la forma $\left(y\sqrt{-1}\right)$, el resultado es real, y el cálculo también lo prueba por las siguientes igualdades:

$$E^{y\sqrt{-1}} = \left(e^{\sqrt{-1}} \right)^{y\sqrt{-1}} = e^{-y} = \frac{1}{e^y}.$$

Así se deduce la extraña equivalencia

$$\left(\sqrt{-1} \right)^{\sqrt{-1}} = 0,2078795;$$

puesto que siendo

$$\sqrt{-1} = e^{\frac{\pi}{2}\sqrt{-1}},$$

se verificará

$$\left(\sqrt{-1} \right)^{\sqrt{-1}} = \left(e^{\frac{\pi}{2}\sqrt{-1}} \right)^{\sqrt{-1}} = e^{-\frac{\pi}{2}} = \frac{1}{e^{\frac{\pi}{2}}} = 0,2078795.$$

El artículo 2.º de este capítulo se dedica á *imaginarias exponenciales afectas*, esto es, de la forma $e^{y+x\sqrt{-1}}$; ésta se descompone del siguiente modo:

$$e^{y+x\sqrt{-1}} = e^y \times e^{x\sqrt{-1}} = M(\alpha + \beta\sqrt{-1});$$

y esto hace ver el doble aspecto *cualitativo-cuantitativo* del desarrollo y la independencia con que los términos real é imaginario del exponente influyen en el módulo y valor afectivo de la potencia respectivamente.

También

$$e^{y+x\sqrt{-1}} = \left(1 + \frac{y+x\sqrt{-1}}{\infty} \right)^\infty,$$

pues

$$e^{y+x\sqrt{-1}} = \left(\left(1 + \frac{1}{\infty} \right)^\infty \right)^{y+x\sqrt{-1}} = \left(1 + \frac{1}{\infty} \right)^{(y+x\sqrt{-1})\infty} = \left(1 + \frac{y+x\sqrt{-1}}{\infty} \right)^\infty.$$

Siguen varios párrafos dando á conocer la forma de la espiral, representación de estas exponenciales, según la afección de (x) é (y) , esto es, en los casos

$$e^{+y+x\sqrt{-1}}; e^{-y-x\sqrt{-1}}; e^{+y-x\sqrt{-1}}; e^{-y+x\sqrt{-1}};$$

teniendo también en cuenta la relación $\frac{y}{x}$ en cada uno de ellos. Las exponenciales imaginarias afectas pueden presentarse bajo la forma $E^{x+y\sqrt{-1}}$, que se reduce á las anteriores, en virtud de que $E = e^{\sqrt{-1}}$, pues

$$E^{x+y\sqrt{-1}} = (e^{\sqrt{-1}})^{x+y\sqrt{-1}}.$$

Manifiesta el autor que su teoría de las exponenciales afectas difiere esencialmente de la de Rey y Heredia, pues este último, en el caso de ser la base imaginaria, las interpretaba en el espacio; mientras que en la obra que estudiamos, las exponenciales, ya sean de base real ó imaginaria, son representadas en un plano, lo que está de acuerdo con el cálculo, no teniendo que dividir las en *planas* y *esféricas*, como Rey indicaba.

A aplicaciones trigonométricas de la teoría exponencial se dedica el último artículo del mismo capítulo: parte de

$$\begin{aligned} e^{x\sqrt{-1}} &= \alpha + \beta\sqrt{-1} \\ e^{-x\sqrt{-1}} &= \alpha - \beta\sqrt{-1}, \end{aligned}$$

de las que deduce por sencillos artificios,

$$\alpha^2 + \beta^2 = 1.$$

Interpretada geoméricamente la igualdad

$$e^{\pm x\sqrt{-1}} = \alpha \pm \beta\sqrt{-1}$$

da

$$e^{\pm x\sqrt{-1}} = \alpha \pm \beta\sqrt{-1} = \cos. (\pm \varphi) + \text{sen.} (\pm \varphi)\sqrt{-1};$$

de donde haciendo

$$x = 0, \quad x = \frac{\pi}{2}, \quad x = \pi, \quad x = \frac{3\pi}{2}, \quad x = 2\pi$$

resultan las igualdades fundamentales de trigonometría

$$\cos. 0 = 1, \quad \cos. \frac{\pi}{2} = 0, \quad \cos. \pi = -1, \quad \cos. \frac{3\pi}{2} = 0, \quad \cos. 2\pi = 1$$

$$\text{sen.} 0 = 0, \quad \text{sen.} \frac{\pi}{2} = 1, \quad \text{sen.} \pi = 0, \quad \text{sen.} \frac{3\pi}{2} = -1, \quad \text{sen.} 2\pi = 0.$$

De la misma relación, igualando las partes reales é imaginarias, se obtienen los valores del seno y coseno de un arco en función de la longitud del mismo, tomando el radio como unidad.

El capítulo VI trata de *logaritmos imaginarios*: define el logaritmo y

expone que su teoría no está desenvuelta en los tratados más voluminosos de Algebra con la amplitud y generalidad que á esta ciencia corresponde. Descártanse de ella toda clase de valores que pueda recibir la base, que no sean positivos y diferentes de la unidad, así como los números imaginarios, quitando de este modo á la teoría el doble caracter cualitativo y cuantitativo que tiene el Algebra en todas sus numerosas investigaciones.

Recuerda el autor lo que ha dicho al principio, de la diferencia entre la unidad absoluta (1) *inevoluble*; esto es, que elevada á cualquiera potencia produce siempre (1), y la positiva (+ 1) esencialmente *evoluble*. De aquí que el logaritmo de (1) es siempre cero, puesto que $\Delta^0 = 1$; pero el logaritmo de (+ 1) puede no ser cero, demostrándolo del modo que sigue:

$$\Delta^x = + 1 ,$$

tomando logaritmos naturales,

$$x \log. \Delta = \log. (+ 1) ;$$

pero

$$e^{2\pi\sqrt{-1}} = + 1 ;$$

luego

$$\log. (+ 1) = 2\pi\sqrt{-1} ,$$

y por lo tanto,

$$x \log. \Delta = 2\pi\sqrt{-1}$$

y

$$x = \frac{2\pi\sqrt{-1}}{\log. \Delta} ,$$

cuyo segundo miembro es el logaritmo de (+ 1) en el sistema de base (Δ).

La unidad involuble (1) no puede ser base de logaritmos, pues se tiene

$$(1^0)^\Sigma = 1^0 \times \Sigma = 1^0 = 1 .$$

Por lo contrario, la evoluble (+ 1) puede serlo en razón á que se tiene $(+ 1)^x = \psi$, y de aquí

$$x = \frac{\log. \psi}{2\pi\sqrt{-1}} .$$

Y la unidad inevitable es el logaritmo de la base en un sistema cualquiera, porque $\Delta^x = \Delta$ no se verifica más que para $x = 1$.

En el artículo 2.º, que trata de los *logaritmos naturales de cantidades positivas*, resuelve el problema de la construcción de una tabla de logaritmos por la resolución de la ecuación exponencial $e^y = M$. De ella se obtiene

$$e^y = \left(1 + \frac{y}{\infty}\right)^{\infty} = M, \quad \left(1 + \frac{y}{\infty}\right) = M^{\frac{1}{\infty}}, \quad \frac{y}{\infty} = M^{\frac{1}{\infty}} - 1,$$

$$y = \infty \left(M^{\frac{1}{\infty}} - 1\right), \quad M^{\frac{1}{\infty}} = \left\{1 + (M^{\frac{1}{\infty}} - 1)\right\}^{\frac{1}{\infty}},$$

que dará á conocer (y); y recíprocamente, si dado (y) se quiere hallar M , obtendremos

$$M = e^y = \left(1 + \frac{y}{\infty}\right)^{\infty} = 1 + y + \frac{y^2}{1.2} + \frac{y^3}{1.2.3} + \dots$$

Demuéstrase en el artículo 3.º que las cantidades negativas tienen logaritmos; esto es, que se puede resolver la ecuación $e^y = M$, porque se tiene

$$-M = M \times -1, \quad \log. (-M) = \log. M + \log. (-1);$$

pero como

$$e^{\pi \sqrt{-1}} = -1,$$

se deduce

$$\log. (-M) = \log. M + \pi \sqrt{-1};$$

de modo que el logaritmo de una negativa es un binomio imaginario, que su parte real es el logaritmo de la cantidad considerada como positiva y la imaginaria

$$3,14159265 \sqrt{-1};$$

de modo que con sólo ver un binomio imaginario se podrá conocer si es el logaritmo de una cantidad negativa.

Sigue á considerar los logaritmos naturales de las cantidades imaginarias, que también existen, pues es posible la solución de

$$e^y = A + B \sqrt{-1}.$$

Si

$$A = 0 \quad \log. B \sqrt{-1} = \log. b + \log. (\pm \sqrt{-1}),$$

siendo (b) el valor absoluto de (B); pero

$$e^{\frac{\pi}{2}\sqrt{-1}} = \sqrt{-1} \quad e^{\frac{3\pi}{2}\sqrt{-1}} = -\sqrt{-1};$$

luego

$$\log. \sqrt{-1} = \frac{\pi}{2} \sqrt{-1} \quad \log. (-\sqrt{-1}) = \frac{3\pi}{2} \sqrt{-1},$$

y por lo tanto,

$$\log. B \sqrt{-1} = \log. b + \frac{\pi}{2} \sqrt{-1},$$

si B es positiva;

$$\log. B \sqrt{-1} = \log. b - \frac{3\pi}{2} \sqrt{-1},$$

si B es negativa.

Luego las imaginarias monomias tienen logaritmos.

Las binomias también lo tienen, puesto que

$$A + B \sqrt{-1} = M (\alpha + \beta \sqrt{-1})$$

modulada factorialmente y

$$\log. (A + B \sqrt{-1}) = \log. M + \log. (\alpha + \beta \sqrt{-1});$$

supóngase

$$e^{x\sqrt{-1}} = \alpha + \beta \sqrt{-1}$$

como

$$e^{2\pi\sqrt{-1}} = 1 \quad e = (+1)^{\frac{1}{2\pi\sqrt{-1}}},$$

y por lo tanto,

$$(+1)^{\frac{x}{2\pi}} = \alpha + \beta \sqrt{-1} \quad (\text{verificándose } \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} = 1).$$

Discute los valores que toma $\alpha + \beta \sqrt{-1}$ para la variación de (x) desde 0 á 2π , pasando por $\frac{\pi}{2}$, π , $\frac{3\pi}{2}$, y deduce que los términos del binomio pasan por todos los estados de magnitud de que son susceptibles, y por lo tanto, que siempre habrá un valor de (x) que satisfaga la ecuación precedente, y por lo tanto la exponencial propuesta. A determinar

$$\log. (\alpha + \beta \sqrt{-1})$$

aplica la tan conocida serie

$$\log. (1 + x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{5} + \dots$$

de esta manera:

$$\log. (\alpha + \beta \sqrt{-1}) = \log. \alpha + \log. \left(1 + \frac{\beta}{\alpha} \sqrt{-1} \right)$$

si

$$\alpha \begin{matrix} = \\ > \end{matrix} \beta ;$$

y como del desarrollo resulta una expresión imaginaria mixta, y como debe ser pura, iguala á cero la parte real y obtiene lo restante imaginario para el logaritmo pedido, que es una serie poco convergente cuando es pequeña la diferencia entre (α) y (β). Para hallar el logaritmo buscado en este caso con mayor aproximación, divide la cantidad

$$\alpha + \beta \sqrt{-1}$$

por una potencia imaginaria de (e) que sea conveniente, y buscando el cociente

$$\alpha' + \beta' \sqrt{-1},$$

ya (β') diferirá más de (α') que (β) de (α), y puede aplicarse mejor la serie para hallar

$$\log. (\alpha' + \beta' \sqrt{-1}),$$

y sumándolo con el exponente de la potencia de (e), por la que se dividió

$$(\alpha + \beta \sqrt{-1}),$$

se tendrá

$$\log. (\alpha + \beta \sqrt{-1}).$$

Si el binomio fuera de una de las formas

$$-\alpha + \beta \sqrt{-1} \quad , \quad -\alpha - \beta \sqrt{-1} \quad , \quad +\alpha - \beta \sqrt{-1}$$

se divide por

$$\sqrt{-1} \quad , \quad -1 \quad , \quad -\sqrt{-1} ;$$

para reducirlo al caso anterior; se halla su logaritmo, y de éste se pasa al que se busca, sumándole con los correspondientes á

$$\sqrt{-1} \quad , \quad -1 \quad , \quad -\sqrt{-1} .$$

Puede resolverse también la cuestión inversa; dado

$$C + D\sqrt{-1} ,$$

que sea un logaritmo hallar el número. Entonces,

$$\begin{aligned} e^{c + D\sqrt{-1}} &= \left(1 + \frac{1}{\infty}\right)^{(c + D\sqrt{-1})\infty} = \left(1 + \frac{C + D\sqrt{-1}}{\infty}\right)^{\infty} = \\ &= 1 + \frac{C + D\sqrt{-1}}{1} + \frac{(C + D\sqrt{-1})^2}{1 \cdot 2} + \frac{(C + D\sqrt{-1})^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots \end{aligned}$$

También podía haberse puesto

$$\begin{aligned} e^c &= \left(1 + \frac{C}{\infty}\right)^{\infty} = 1 + C + \frac{C^2}{1 \cdot 2} + \frac{C^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots \\ e^{D\sqrt{-1}} &= \left(1 + \frac{D\sqrt{-1}}{\infty}\right)^{\infty} = 1 + D\sqrt{-1} - \frac{D^2}{2} - \frac{D^3}{1 \cdot 2 \cdot 3}\sqrt{-1} + \dots \end{aligned}$$

y multiplicar ordenadamente.

A la multiplicación de

$$\sqrt{-1} \times \sqrt{-1}$$

aplica logaritmos, y obtiene un resultado exacto, como era de presumir, pues tenemos

$$\log.(\sqrt{-1} \times \sqrt{-1}) = \log.\sqrt{-1} + \log.\sqrt{-1} = \frac{\pi}{2}\sqrt{-1} + \frac{\pi}{2}\sqrt{-1} = \pi\sqrt{-1} ;$$

pero

$$\pi\sqrt{-1} = \log.(-1),$$

luego

$$\sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = -1 .$$

Para determinar el logaritmo de un número en un sistema cualquiera, habrá que hallar (x) en la ecuación $\Delta^x = \psi$; de donde

$$x = \frac{\log. \psi}{\log. \Delta} = \log. \psi \frac{1}{\log. \Delta}$$

el valor de $\frac{1}{\log. \Delta}$ para $\Delta = 10$ es el módulo del sistema decimal con respecto al neperiano.

Si se quiere hallar la base conociendo número y logaritmo correspondiente, se saca fácilmente de $\Delta^\varepsilon = \psi$ que $\Delta = e^{\frac{x}{\varepsilon}}$, quedando el problema convertido en el de antes. Termina el artículo 5.º con varios ejemplos numéricos, aplicación de los problemas generales.

Generalizada de este modo la teoría de los logaritmos para números negativos é imaginarios, podrán resolverse toda clase de ecuaciones exponenciales que se verifiquen entre cantidades, cualesquiera que sea su cualidad y el grado de ellas, y el autor así lo hace poniendo un ejemplo como aplicación.

El artículo 7.º tiene por objeto demostrar que una cantidad negativa sometida á la extracción de una raíz cuyo índice sea positivo y mayor que la unidad, conduce necesariamente á cantidad imaginaria, pues

$$\begin{aligned} \sqrt[q]{-a} &= (-a)^{\frac{1}{q}} = (a \times -1)^{\frac{1}{q}} = a^{\frac{1}{q}} \times (-1)^{\frac{1}{q}} = a^{\frac{1}{q}} \times (e^{\pi\sqrt{-1}})^{\frac{1}{q}} = \\ &= a^{\frac{1}{q}} \times e^{\frac{\pi}{q}\sqrt{-1}} = M \times \left(\left(1 + \frac{1}{\infty} \right)^\infty \right)^{\frac{\pi}{q}} \sqrt{-1} = M \alpha + \beta \sqrt{-1} \end{aligned}$$

el término imaginario nunca puede ser nulo, pues si

$$q > 1, \quad \frac{\pi}{q} < \pi.$$

Por una transformación semejante se demuestra que las raíces del grado (q) de una cantidad imaginaria, son negativas ó imaginarias también. Después de algunas observaciones encaminadas á poner de manifiesto la falta de generalidad de las teorías de los logaritmos que contienen todos los tratados de Algebra, por confundir las dos clases de unidades, involuble (1) y evoluble (+ 1), hace consideraciones referentes al *principio fundamental y admitido*, que la base de un sistema no puede ser la unidad, lo que según las ideas expuestas en la obra que examinamos es un absurdo, que proviene de no distinguir las dos clases de uni-

dades antes citadas y por desechar como absurdos ciertos *valores afectivos que, sin embargo, son lógicos, verdaderos y reales á la luz de la más amplia interpretación*, y restringir el Algebra á un círculo estrecho como hoy acontece.

Otro error en que se cae siempre es el privar á esta ciencia de su carácter general, al decir que la base de un sistema de logaritmos ha de ser necesariamente positiva. La base es un dato como otro cualquiera de una operación, y debe, por lo tanto, ser su afección ó cualidad la que más nos convenga.

Discute la falta de razón con que los tratados de Algebra pretenden probar que la base no puede ser negativa, fundados en que los números no variarían de una manera continua, sino pasando bruscamente de positivos á negativos ó imaginarios, y concluye que una base negativa elevada á exponentes que variasen de una manera continua, no variaría de un modo discontinuo, sino que, por el contrario, de una manera *continua en ambos conceptos de cualidad y cantidad, puesto que pasa por todos los estados modulares y posiciones afectivas imaginables, es una verdadera evolución (sincategoremática) ó espiral*, copiando literalmente las palabras del autor. Pruébalo después por el cálculo, y termina diciendo que como la ecuación $b^y = -a$ es satisfecha por un valor imaginario de (y), también los números negativos tienen logaritmos, y si los algebristas lo niegan, es por considerar las imaginarias como símbolos de absurdidad.

Termina el capítulo VII y último de la primera sección, ó imaginarias binomias, con las diferentes expresiones que pueden afectar; la que usa más el Algebra es

$$A + B\sqrt{-1},$$

que según sea $B = 0$, $A = 0$, ó A y B diferentes de cero, se reduce á una cantidad real, un monomio imaginario ó imaginaria mixta. Infírese de aquí, según el autor, que siendo las cantidades reales caso particular de las imaginarias, bastaría esto para no considerar las últimas como absurdas, si no se hubiera ya demostrado su realidad y legitimidad. Se puede dar á

$$A + B\sqrt{-1}$$

la forma

$$M (a + \beta \sqrt{-1})$$

en que se encuentran separados el módulo y el coeficiente cualitativo. En

$$A + B \sqrt{-1} ,$$

A y B son las proyecciones sobre dos ejes, el real é imaginario, de la recta que representa

$$A + B \sqrt{-1} ;$$

y en

$$M (a + \beta \sqrt{-1}) ,$$

(M) es la longitud absoluta de la recta, (a) y (β) el coseno y seno del ángulo que esta recta forma con el eje fundamental.

Estas expresiones sólo comprenden las cantidades positivas, negativas é imaginarias de cierta clase, ó geoméricamente, las diversas posiciones que una recta puede tomar con respecto á otra fija, sin salir del mismo plano, que el autor llama *tético*, y además, no indican el orden positivo ó negativo que tienen con la afección típica, ni el número de períodos ó veces que haya coincidido con la base cualitativa en su evolución; esta falta de precisión en la forma algebraica de los valores cualitativo-cuantitativo es la que origina errores que el autor demuestra poniendo algunos ejemplos. En el artículo 2.º del capítulo que estudiamos, puesta

$$A + B \sqrt{-1} ,$$

bajo la forma trigonométrica

$$M (\cos. \varphi + \text{sen. } \varphi \sqrt{-1}) ,$$

prueba la razón en que consisten los absurdos á que se llega en los ejemplos del precedente artículo. También la forma trigonométrica tiene la ventaja de facilitar los procedimientos algorítmicos de la multiplicación, división, elevación á potencias y raíces de las cantidades cualitativas en virtud de las relaciones

$$\begin{aligned} (M (\cos. \varphi + \text{sen. } \varphi \sqrt{-1})) \times (M' (\cos. \varphi' + \text{sen. } \varphi' \sqrt{-1})) &= \\ &= M M' (\cos. (\varphi + \varphi') + \text{sen. } (\varphi + \varphi') \sqrt{-1}) ; \end{aligned}$$

$$M (\cos. \varphi + \text{sen. } \varphi \sqrt{-1}) : (M' (\cos. \varphi' + \text{sen. } \varphi' \sqrt{-1})) =$$

$$= \frac{M}{M'} (\cos. (\varphi - \varphi') + \text{sen.} (\varphi - \varphi') \sqrt{-1});$$

$$\left(M (\cos. \varphi + \text{sen.} \varphi \sqrt{-1}) \right)^{\pm q} = M^{\pm q} (\cos. (\pm q \varphi) + \text{sen.} (\pm q \varphi) \sqrt{-1});$$

$$\sqrt[\pm q]{M (\cos. \varphi + \text{sen.} \varphi \sqrt{-1})} = M^{\pm \frac{1}{q}} \left(\cos. \left(\pm \frac{\varphi}{q} \right) + \text{sen.} \left(\pm \frac{\varphi}{q} \right) \sqrt{-1} \right).$$

Las cantidades cualitativas también se pueden representar por su módulo afecto de un índice argumental, bajo la forma $M_{p\pi}$. Para conseguirlo establece que

$$A + B \sqrt{-1} = M (\alpha + \beta \sqrt{-1});$$

después convierte el factor cualitativo

$$\alpha + \beta \sqrt{-1}$$

á la expresión

$$\left(\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \right)_{p\pi} = 1_{p\pi};$$

el coeficiente de π se determina por la ecuación

$$(+1)^x = \alpha + \beta \sqrt{-1};$$

de donde

$$x = \frac{\log. (\alpha + \beta \sqrt{-1})}{\log. (+1)} = \frac{\log. (\alpha + \beta \sqrt{-1})}{2\pi \sqrt{-1}}.$$

El resultado, que será real y positivo puesto que

$$\log. (\alpha + \beta \sqrt{-1})$$

es imaginaria pura, será el valor de (p) , que podremos llevar á $M_{p\pi}$.

Aplica este procedimiento á varios casos particulares, y da el medio de pasar de $M_{p\pi}$ á

$$A + B \sqrt{-1},$$

esto es, de la forma argumental á la binomia.

Con este algoritmo argumental se vuelve á demostrar que

$$\sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = -1$$

por la igualdad:

$$\sqrt{-1} \times \sqrt{-1} = 1 \frac{\pi}{4} \times 1 \frac{\pi}{4} = (1 \times 1) \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{4} \right) \pi = 1 \frac{\pi}{2} = -1.$$

Siguen las cantidades imaginarias implícitas con varios radicales de segundo grado, esto es, de forma semejante á

$$\sqrt{\sqrt{-1}}, \quad \sqrt{-\sqrt{-1}}, \quad -\sqrt{-\sqrt{\sqrt{-1}}},$$

las cuales no tienen ventaja alguna para el cálculo algebraico, pues ni tienen separados los elementos real é imaginario puro, como la binomia

$$A + B \sqrt{-1},$$

ni están en ella explícitos los valores cuantitativos y cualitativos, como en $M_{p\pi}$.

Resulta de lo dicho que las operaciones de adición y sustracción sólo pueden quedar indicadas en esta clase de cantidades, si son desemejantes, y la *producción y graduación* es necesario efectuarlas con gran cuidado para no exponerse á cometer graves errores.

Lo más acertado es reducirlas á la forma binomia ó más conveniente de la argumental; y así, en un ejemplo, podemos verlo en los desarrollos á continuación.

$$\begin{aligned} \sqrt{\sqrt{-1}} &= \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1} \\ \sqrt{-\sqrt{-1}} &= -\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1} \\ -\sqrt{-\sqrt{\sqrt{-1}}} &= -1 \times \left(-1 \times (\sqrt{-1})^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} = -1 \times \sqrt{-1} \times (\sqrt{-1})^{\frac{1}{4}} \\ &= -1 \times \sqrt{-1} (0,923879 + 0,3826834 \sqrt{-1}) \\ &= 0,3826834 - 0,923879 \sqrt{-1}. \end{aligned}$$

Y para la forma argumental

$$\begin{aligned} \sqrt{\sqrt{-1}} &= \left(\left(1 \frac{\pi}{2} \right)^{\frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(1 \frac{\pi}{2} \right)^{\frac{1}{4}} = 1 \frac{\pi}{8} \\ \sqrt{-\sqrt{-1}} &= \left\{ 1 \frac{\pi}{2} \times \left(1 \frac{\pi}{2} \right)^{\frac{1}{2}} \right\}^{\frac{1}{2}} = \left(1 \frac{\pi}{2} \right)^{\frac{1}{2}} \times \left(1 \frac{\pi}{2} \right)^{\frac{1}{4}} = 1 \frac{\pi}{4} \times 1 \frac{\pi}{8} = 1 \frac{3\pi}{8}. \end{aligned}$$

Combina las monomias imaginarias

$$\sqrt{\sqrt{-1}} \quad \text{y} \quad \sqrt{-\sqrt{-1}}$$

por vía de suma y multiplicación y halla los resultados después de ponerlas bajo la forma de imaginarias binomias de segundo grado, que están completamente acordes con los obtenidos geoméricamente en la figura que acompaña. Idénticos resultados se obtienen valiéndose de las fórmulas trigonométricas.

Trata el artículo 6.º de *las imaginarias simétricas*

$$A \pm B \sqrt{-1}$$

consideradas como raíces de las ecuaciones.

Al teorema de que *toda ecuación tiene tantas raíces como unidades su grado y las imaginarias simétricas dos á dos*, añade y demuestra fácilmente, que las dos raíces simétricas que constituyen cada par, tienen iguales valores argumentales, siendo el uno positivo y el otro negativo, y por lo tanto, deben considerarse engendradas evolutivamente bajo un orden enteramente opuesto. Las raíces conjugadas pueden representarse argumentalmente por

$$M_{\pm p \pi}.$$

Las raíces cuadradas de las imaginarias simétricas tienen la misma forma, pero el principio no es cierto aplicándolo á imaginarias puras, como lo comprueban las igualdades que siguen:

$$\begin{aligned} \sqrt{-1} &= 1 \frac{\pi}{4} & -\sqrt{-1} &= 1 \frac{3}{4} \pi \\ 1 \frac{\pi}{8} &= \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1} & 1 \frac{3}{8} \pi &= -\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1} \end{aligned}$$

Resuelve en seguida la ecuación binomia

$$y^{16} - 1 = 0$$

manifiesta el cuadro que contiene todas las raíces y un diagrama en que da á conocer la interpretación geométrica de las mismas, así como reduce á la forma binomia la pluralidad de radicales dobles que contienen.

El último artículo de la primera parte es la resolución del tema *¿cuál es la verdadera suma algebraica de las imaginarias* $\sqrt{\sqrt{-1}}$ y

$\sqrt{-\sqrt{-1}}$? Hallan los algebraistas para suma, aplicando á cada uno de los sumandos, la fórmula

$$\sqrt{a \pm b\sqrt{-1}} = \sqrt{\frac{a + \sqrt{a^2 + b^2}}{2}} \pm \sqrt{\frac{a - \sqrt{a^2 + b^2}}{2}}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{-1} - \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{-1} = \frac{2}{\sqrt{2}} = \sqrt{2} .$$

Y el autor ha encontrado en el artículo 5.º de este capítulo

$$\sqrt{2} \cdot \sqrt{-1}$$

algebraica, geométrica y trigonómicamente.

¿Cuál de los dos resultados es el verdadero?

La incongruencia de estos resultados proviene del medio que se aplica para reducir á la forma binomial

$$\sqrt{-\sqrt{-1}} ,$$

según se use la doble fórmula algebraica antes indicada, ó el método seguido en el párrafo (403), pues por el primer medio se halla

$$\sqrt{-\sqrt{-1}} = \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{-1} ,$$

y por el segundo

$$\sqrt{-\sqrt{-1}} = -\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{-1} .$$

Ahora bien, la fórmula algebraica sólo da solución verdadera, según el autor, respecto á las imaginarias que tienen negativo el coeficiente de $\sqrt{-1}$, cuando se presentan como raíces de las ecuaciones, y en este caso es cierta la igualdad

$$\sqrt{\sqrt{-1}} + \sqrt{-\sqrt{-1}} = \sqrt{2} ,$$

y

$$\sqrt{\sqrt{-1}} + \sqrt{-\sqrt{-1}} = \sqrt{2}\sqrt{-1}$$

cuando $-\sqrt{-1}$ no tiene el carácter de raíz de una ecuación, sino que

se considera referido cualitativamente á la acción fundamental ó engendrado potencialmente bajo el orden positivo.

Si

$$-\sqrt{-1} = (\sqrt{-1})^{-1},$$

se tiene

$$\begin{aligned} \sqrt{-\sqrt{-1}} &= \sqrt{(\sqrt{-1})^{-1}} = \left[(\sqrt{-1})^{-1} \right]^{\frac{1}{2}} = (\sqrt{-1})^{-\frac{1}{2}} = \frac{1}{(\sqrt{-1})^{\frac{1}{2}}} = \\ &= \frac{1}{\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1}} = \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1}; \end{aligned}$$

y si

$$-\sqrt{-1} = (\sqrt{-1})^3,$$

entonces

$$\begin{aligned} \sqrt{-\sqrt{-1}} &= \sqrt{(\sqrt{-1})^3} = \left[(\sqrt{-1})^3 \right]^{\frac{1}{2}} = (\sqrt{-1})^{\frac{3}{2}} = \sqrt{-1} \times (\sqrt{-1})^{\frac{1}{2}} = \\ &= \sqrt{-1} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1} \right) = -\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1}, \end{aligned}$$

y de aquí

$$\sqrt{\sqrt{-1}} + \sqrt{-\sqrt{-1}} = \sqrt{2} \sqrt{-1}.$$

Aquí termina la primera sección *Imaginarias binomias ó planas* de la obra del Sr. Fola, y sentimos haber sido algo extensos, pero estudios de esta clase es preciso hacerlos con alguna detención si han de juzgarse investigaciones tan abstractas con suficiente base.



SEGUNDA SECCIÓN.



IMAGINARIAS TRINOMIAS.



CÚPASE el artículo primero del capítulo VIII, de los conceptos cualitativos del argumento, deduciendo de las consideraciones que ha expuesto en la primera parte de la obra, que existen argumentos positivos, negativos é imaginarios. De la comparación de la unidad positiva con la imaginaria $\sqrt{-1}$, se deduce el argumento $\frac{\pi}{4}$ (π es una circunferencia entera tomada como unidad). El argumento $-\frac{\pi}{4}$ será el negativo, dada la oposición que se atribuye á los signos $+$ y $-$.

Por medio de consideraciones geométricas basadas en los tres ejes rectangulares $O X$, $O Y$, $O Z$ y el movimiento de un radio, deduce la noción de los argumentos positivo, negativo é imaginario puro. También puede existir un argumento imaginario mixto afecto al binomio $\rho + \sigma\sqrt{-1}$, y entonces indica una posición del radio móvil en un plano eclíptico que forma con el ecuatorial ó de las x y un ángulo cuya tangente es $\frac{\sigma}{\rho}$.

De modo que, designando por (p) un coeficiente numérico, la expresión general del argumento será:

$$(\rho + \sigma\sqrt{-1}) p \pi \quad \text{ó} \quad (R + S\sqrt{-1}) \pi;$$

en donde si $S = 0$ se reduce á $R \pi$, argumento real; si $R = 0$ resulta $\pi S\sqrt{-1}$, imaginario puro, y si (R) y (S) tienen valores finitos cualesquiera positivos ó negativos, se obtienen todas las posiciones de un radio

móvil en el espacio. Los argumentos se someten al algoritmo del mismo modo que las cantidades á que afectan, y considerando π como unidad absoluta de los mismos, las operaciones sólo alteran sus coeficientes, poniendo el autor varios ejemplos de ello.

La síntesis de un argumento real y otro imaginario simple, produce un valor argumental imaginario binomio, como lo prueba la igualdad

$$R \pi + S \sqrt{-1} . \pi = (R + S \sqrt{-1}) \pi$$

que se puede transformar en

$$(\rho + \sigma \sqrt{-1}) p \pi,$$

según ya dijo.

En el artículo 3.º de *la logística geométrica de los argumentos* que son representados por arcos de círculo, hace notar que no puede efectuarse como la de las líneas rectas, según se desprende de la naturaleza de estos elementos geométricos que deben contarse á lo largo de arcos de círculo máximo que tienen su origen en el punto en que el radio real positivo encuentra á la superficie de la esfera de radio unidad, y como están situados en planos diferentes, no es posible hacer la síntesis de los mismos como con las líneas rectas que pueden trasladarse paralelamente á ellas sin perder su dirección.

Para sumar los arcos, será preciso rectificarlos, y esta rectificación la hace el autor en un plano que toque á la esfera en el extremo del radio real positivo, punto que llama *nexus* común de los arcos y las rectas. Sobre este plano, y en las tangentes á los arcos respectivos, se tomarán longitudes iguales al desarrollo de los mismos, y sumando, como se ha dicho en la primera parte de la obra, las rectas que resultan, se obtendrá en magnitud y dirección la suma. Esta última y el radio real positivo, determinarán un plano que cortará á la superficie esférica en una circunferencia máxima, y llevando en ella, á partir del *nexus*, una longitud igual á la suma rectilínea hallada precedentemente, se tendrá la suma de los arcos en magnitud y posición cuando tengan el mismo origen.

Si cada uno de los arcos sumandos principia donde el anterior termina, la síntesis geométrica será el arco de circunferencia máxima que

une los extremos libres. Dedúcese de aquí *que un lado de un triángulo esférico es la suma sincategoremática de los otros dos.*

Ahora el autor pregunta ¿cuál será el valor de esta suma referida al origen común ó *nexus* de los arcos?

A esta pregunta, contesta de la siguiente manera. Si se representara el arco real positivo (ua) por a y el perpendicular ab en su extremo por $\sqrt{-1} b$, se cometería un gran error, pues los arcos representados por $\sqrt{-1} b$, son los perpendiculares al ecuador y situados en el meridiano principal (plano XZ), de modo, que $a + \sqrt{-1} b$ no puede representar la suma de (a) y $\sqrt{-1} b$, es decir, que no existe armonía entre los arcos y las rectas; y continúa con el razonamiento que sigue:

Puesto que $ub = ua + ab$, ab es la diferencia entre los arcos (ub) y (ua) ó la suma de ub y ($-ua$). Como estos dos parten del *nexus* tendrán por suma un arco que partirá también de (u) y será equivalente al (ab). Se tienen, pues, las dos igualdades

$$ub = uc + cb$$

$$ub = uc + ua$$

resultando la equivalencia de los arcos (cb) y (ua): equivalencia que, según el autor, resulta de la compensación ó neutralización de sus diferencias cualitativas y cuantitativas, en virtud de la cual influyen igualmente, en ambos conceptos, al combinarse con otros arcos para la generación algorítmica.

Únicamente atendiendo á esta equivalencia, es como pueden trasladarse los arcos en la superficie de la esfera, lo cual no puede hacerse paralelamente, como sucede con las rectas en un plano.

Trata el artículo 4.º de la expresión general de las cantidades cualitativas: recuerda algunos conceptos emitidos en la primera parte de la obra sobre el binomio $a + b\sqrt{-1}$, que no tiene *absoluta universalidad para representar* con precisión la cantidad y sus diferentes modos de existencia, pues, en primer lugar, el módulo en el binomio se le ha supuesto puramente aritmético y el coeficiente (p) del argumento ($p\pi$) real y positivo.

Continúa con consideraciones geométricas en los párrafos siguientes

y en el último de éstos establece que, siendo infinitas y en todas direcciones, á partir de un punto del espacio, las posiciones que puede tener una recta, no puede servir $a + b\sqrt{-1}$ para representarlas todas, pues esta forma binomial sólo interpreta las rectas situadas en el plano que forman los ejes de coordenadas a y $b\sqrt{-1}$ y que, por lo tanto, el álgebra debe poseer una forma más amplia que la imaginaria $a + b\sqrt{-1}$ puramente analítica, pero absoluta y universal para que pueda representar la cantidad bajo todos los aspectos con que se presente al espíritu.

Para obtener dicha forma absoluta ó general, ya se sabe la expresión general del argumento

$$(\rho + \sigma\sqrt{-1}) p \pi,$$

que aplicándolo como índice de cualidad al módulo M , tenemos:

$$M_{(\rho + \sigma\sqrt{-1}) p \pi}$$

que es la fórmula pedida.

Según en esta forma sean los valores de $\rho \pi$, $\sigma \pi$, resultarán: un valor real puramente aritmético ó cuyo argumento es nulo; cantidades cuyo argumento es real y que son las imaginarias binomias $a + b\sqrt{-1}$; otras cuyo argumento es imaginario puro, y finalmente, las que tengan el argumento imaginario mixto.

Las cantidades reales, como accidentes de las imaginarias, están comprendidas en la forma $M_{p \pi}$, que contiene $M_{p \pi}$ como caso particular; pero

$$\begin{aligned} M_{p \pi} &= M(+1)^p = M\left(e^{2\pi\sqrt{-1}}\right)^p = M\left(e^{2\pi p\sqrt{-1}}\right) = \\ &= M\left(z + \beta\sqrt{-1}\right) = A + B\sqrt{-1}. \end{aligned}$$

Cuando $p =$ entero, A es positivo y B se anula.

Si $p =$ entero $+$ $\frac{1}{2}$, A negativo y B se anula también.

El artículo 5.º del capítulo *Representación geométrica de las rectas en el espacio*, conduce á las siguientes conclusiones:

(M) representa el valor líneal de una recta, considerada aisladamente en cuanto á su posición; $M_{\mu \pi}$ indica una recta en el plano ecuatorial,

y los casos particulares M_{π} y $M_{\frac{\pi}{4}}$, equivalentes á $+M$ y $+M\sqrt{-1}$, representan los ejes de las (x) y de las (y); $M_{s\sqrt{-1}\pi}$ representa una recta en el plano meridiano principal; el valor particular $M_{\frac{\pi}{4}\sqrt{-1}}$ simboliza el eje de las (z), y por fin, la fórmula completa $M_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})\pi}$ es la verdadera representación analítica de una recta en el espacio, cuyo módulo es (M); el ángulo que forma con el eje de las (x) y que está situada en un plano cuyo ángulo diedro con el ecuatorial tiene por tangente $\frac{\sigma}{\rho}$. Termina el artículo insistiendo en la corroboración del aforismo de Pascal: *Los números imitan al espacio aunque son de naturaleza tan diferente.*

Si se divide el valor algebraico ó cuantitativo cualitativo

$$M_{(R + s\sqrt{-1})\pi}$$

por el módulo M , se hallará:

$$1_{(R + s\sqrt{-1})\pi},$$

ó sea la unidad *calificada* argumentalmente bajo la forma más general.

La forma particular $1_{R\pi}$, designa unidades imaginarias de primer orden, ó vectores unitarios ecuatoriales; $1_{s\sqrt{-1}\pi}$ designa unidades imaginarias de segundo orden, ó vectores unitarios meridianos, y finalmente, $1_{(R + s\sqrt{-1})\pi}$, representa unidades imaginarias de tercer orden ó vectores unitarios eclípticos.

Si el coeficiente del argumento es igual á 1, tenemos los casos siguientes:

$$1_{\pm\pi} \quad 1_{\pm\sqrt{-1}\pi} \quad 1_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})\pi},$$

que representan: la primera de ellas, la evolución periódica del radio que parte siempre de 1 en sentido ascendente ó descendente; la segunda, la evolución en el orden imaginario puro, positivo ó negativo, moviéndose el vector unitario de una manera progresiva ó regresiva; la tercera, la

evolución del radio que recorre la circunferencia de un círculo situado en cualquiera de los innumerables planos eclípticos del espacio.

$$1_{\pm \pi} \quad 1_{\pm \sqrt{-1} \pi} \quad 1_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \pi}$$

expresan momentos efectivos de la unidad, coincidentes con 1.

De igual modo deduce que

$$1_{-\frac{\pi}{1}}, \quad 1_{\pm \sqrt{-1} \frac{\pi}{2}}, \quad 1_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{2}},$$

significan posiciones de la unidad cualitativas coincidentes con -1 .

Se tiene

$$1_{\frac{\pi}{4}} = (1_{\pi})^{\frac{1}{4}} = (+1)^{\frac{1}{4}} = \sqrt{\sqrt{-1}},$$

por consiguiente, $1_{\frac{\pi}{4}}$ es verdadero símbolo de la imaginaria pura de

primer orden en el plano ecuatorial.

Después sigue el artículo en que se considera la interpretación de estas expresiones para valores particulares del coeficiente del argumento, terminando con la consecuencia de que en la síntesis aditiva ó subtractiva no implica alteración alguna que el coeficiente de π aumente ó disminuya en un número entero, pero que no sucede lo mismo en los algoritmos productivo y gradual.

Trata el artículo 4.º del desarrollo de

$$\left(1 + \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{\infty}\right)^{\infty}$$

recordando en los primeros párrafos los resultados análogos obtenidos en la primera parte de la obra. Por medio de las potencias sucesivas

$1_{-\frac{\pi}{4}}$ y desarrollando la expresión anterior por la fórmula del binomio

obtiene

$$\left(1 + \frac{1 - \frac{\pi}{4}}{\infty}\right)^{\infty} = z + \beta_{-\frac{\pi}{4}}$$

valor equivalente á

$$E^{-1} = \alpha - \beta \sqrt{-1},$$

en virtud de que,

$$1 \frac{\pi}{4} = \sqrt{-1} \quad 1 - \frac{\pi}{4} = -1,$$

cuya representación es el radio unidad, próximo infinitamente á la posición primitiva, que gira en el plano ecuatorial describiendo un arco descendente de 57°..... 17'..... 44''.

Halla después el desarrollo de

$$\left(1 + \frac{1}{\infty} \frac{\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}}{\infty} \right)^{\infty}$$

que es igual á

$$0,540302 \dots + 0,84147 \dots \sqrt{-1} \frac{\pi}{4},$$

valor que designa por la letra H y que representa la evolución del radio unidad en el plano meridiano principal, en sentido progresivo, hasta describir un arco igual en magnitud á (E) .

El cálculo de

$$\left(1 + \frac{1}{\infty} \frac{-\sqrt{-1} \frac{\pi}{4}}{\infty} \right)^{\infty}$$

conduce á lo mismo que

$$\left(1 + \frac{1}{\infty} \frac{\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}}{\infty} \right)^{-\infty},$$

y por lo tanto, será igual á

$$\frac{1}{\left(1 + \frac{1}{\infty} \frac{\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}}{\infty} \right)^{\infty}} = \frac{1}{H}.$$

Entre las diversas expresiones á que conduce la potencia

$$\left(1 + \frac{1}{\infty} \frac{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}}{\infty} \right)^{\infty}$$

constituyendo su base la unidad aumentada en un elemento infinitésimo imaginario puro de tercer orden ó eclíptico, considera como más importante

$$\left(1 + \frac{1 \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{-1} \right) \frac{\pi}{4}}{\infty}\right)^{\infty},$$

pues

$$1 \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1} \right) \frac{\pi}{2}$$

es la unidad imaginaria pura más perfecta, pues es la media entre las de primero y segundo orden imaginarias; representa el desenvolvimiento por ε , é indica, en una figura, las posiciones correspondientes á

$$\left(\varepsilon\right), \quad \left(\frac{1}{\varepsilon}\right), \quad \left(-\varepsilon\right), \quad \left(-\frac{1}{\varepsilon}\right).$$

Demuestra analíticamente que en las nuevas formas obtenidas, tan sólo existe desarrollo cualitativo, ó lo que es igual, que los módulos de

$$\varepsilon^{\pm 1}, \quad E^{\pm 1}, \quad H^{\pm 1}$$

son siempre la unidad, y á igual deducción se llega por consideraciones geométricas.

Las propiedades de los números H y ε , dentro de sus órdenes evolutivos ó planos meridiano y eclíptico, respectivamente, son las mismas que las del número E dentro del ecuatorial, esto es, que se verificará:

$$H^{\varepsilon} = \left(1 + \frac{x \sqrt{-1} \frac{\pi}{4}}{\infty}\right)^{\infty}$$

$$\varepsilon^{\varepsilon} = \left(1 + \frac{x (\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}}{\infty}\right)^{\infty},$$

lo cual prueba análogamente á lo hecho en la primera parte de la obra con la igualdad

$$E^x = \left(1 + \frac{x\sqrt{-1}}{\infty}\right)^\infty.$$

Del algoritmo de la graduación, han resultado cantidades de las formas:

$$\alpha \pm \beta \frac{\pi}{4} \quad \alpha \pm \beta \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \quad \alpha \pm \beta (\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}$$

á las cuales llama imaginarias de primero, segundo y tercer orden ó ecuatoriales, meridianas y eclípticas, siendo las dos primeras casos particulares de la última.

Exponenciales imaginarias puras de segundo orden es el título del artículo 5.º de este capítulo. Principia recordando ideas de la primera parte de la obra é interpretación de

$$e^{x\sqrt{-1}} = \alpha + \beta \sqrt{-1} = \alpha + \beta \frac{\pi}{4}$$

en que el exponente de (*e*) es imaginario puro.

Si fuese imaginario puro de segundo orden,

$$x \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

y de tercero,

$$x (\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4};$$

por analogía se podría inferir que obrando sobre la misma base (*e*) había de producir idénticos resultados dentro de sus correspondientes planos meridiano y eclíptico.

Por medio del análisis también se confirma lo deducido *a priori*. Se tiene, en efecto,

$$e^{x\sqrt{-1} \frac{\pi}{4}} = \left\{ \left(1 + \frac{1}{\infty}\right)^\infty \right\}^{x\sqrt{-1} \frac{\pi}{4}}$$

y también

$$e^{x(\rho + \sigma\sqrt{-1})\frac{\pi}{4}} = \left\{ \left(1 + \frac{1}{\infty} \right) \right\}^{x(\rho + \sigma\sqrt{-1})\frac{\pi}{4}};$$

y efectuando los desarrollos en serie de los segundos miembros, se deduce en seguida, teniendo en cuenta las fórmulas halladas precedentemente, que

$$e^{x\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}} = H^x \quad e^{x(\rho + \sigma\sqrt{-1}) \cdot \frac{\pi}{4}} = \varepsilon^x.$$

De las cuales se deduce

$$2\pi \cdot \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} = H^{2\pi} = 1_{\sqrt{-1} \cdot \pi}$$

$$e^{2\pi(\rho + \sigma\sqrt{-1})\frac{\pi}{4}} = \varepsilon^{2\pi} = 1_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})\pi}.$$

De estas dos ecuaciones deriva el autor una serie de igualdades que corresponden á distintas posiciones del vector unitario en el plano ecuatorial, meridiano y eclíptico, según los valores particulares del exponente, y termina el artículo con los valores de las mismas exponenciales con exponente negativo.

Los logaritmos naturales de las cantidades cualitativas forman el objeto del artículo 6.º de este capítulo. En él halla el logaritmo de

$$M_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})p\pi}$$

poniendo esta expresión de la siguiente manera:

$$M \times \left(1_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})\frac{\pi}{4}} \right)^{4p},$$

y por lo tanto, se deduce que

$$\log. M_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})p\pi} = \log. M + 4p \log. 1_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})\frac{\pi}{4}},$$

quedando, por lo tanto, reducido el problema á la determinación de

$$\log. 1_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})\frac{\pi}{4}},$$

ó resolución de la ecuación

$$e^x = 1_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}},$$

y según lo que ha dicho en el párrafo (486)

$$x = \frac{\pi}{2} (\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}.$$

Por lo tanto, se ve que el logaritmo de

$$M_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}}$$

ha conducido á una cantidad compuesta de dos términos, el uno real y el otro imaginario puro de tercer orden; esto es, de la forma

$$A + B_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}},$$

que, como casos particulares, comprende á

$$A + B\sqrt{-1} \quad \text{y} \quad A + B_{\sqrt{-1} \frac{\pi}{4}}.$$

El módulo de la expresión anterior es

$$\sqrt{A^2 + B^2} = M$$

y aplicando principios antes establecidos, se podrá convertir en

$$M \left(\alpha + \beta_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}} \right),$$

que comparada con

$$M_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}},$$

nos dará la igualdad

$$M \left(\alpha + \beta_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}} \right) = M_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}}.$$

Y por lo tanto, dividiendo por (M)

$$\alpha + \beta_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}} = 1_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}}$$

en donde la incógnita es (p) y por logaritmos, después de sencillas transformaciones, se obtiene

$$p = \frac{q}{2\pi} < 1,$$

siendo (q) puramente aritmético.

Termina este capítulo con la transformación inversa que nos conduce de

$$M_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})\pi} \quad \text{á} \quad A + B_{(\rho + \sigma\sqrt{-1})\frac{\pi}{4}}.$$

El capítulo X, *Naturaleza é interpretación de las imaginarias trinomias ó esféricas*, se ocupa de la forma sintética ó proyectiva de las imaginarias clasificadas por las notaciones siguientes:

$$A, B\sqrt{-1}, C_{\sqrt{-1}\frac{\pi}{4}}, A+B\sqrt{-1}, A+C_{\sqrt{-1}\frac{\pi}{4}}, B\sqrt{-1}+C_{\sqrt{-1}\frac{\pi}{4}}, \\ A + B\sqrt{-1} + C_{\sqrt{-1}\frac{\pi}{4}};$$

las tres primeras representan los ejes ortogonales, la cuarta y quinta son llamadas ecuatoriales y meridianas, y las dos últimas son las de tercer orden, la primera de las cuales es pura ó segunda meridiana, por hallarse en el plano de las ($y z$), perpendicular al ecuador, y la segunda mixta trinomia ó esférica, porque determina todas las rectas del espacio, dadas por sus proyecciones sobre los tres ejes.

Trata el artículo 2.º del producto del segundo eje del espacio por el tercero, deduciendo que es un vector unitario cuya dirección forma con el eje real positivo un ángulo de $127^{\circ}..... 16'..... 45''$, y tiene su situación en un plano eclíptico, determinado por dicho eje real y la bisectriz del ángulo recto que forman los factores. Discute el resultado obtenido y saca en consecuencia que es lógico, tanto bajo el punto de vista algebraico como geométrico. Se ocupa después de los productos del primer eje por el segundo y tercero del espacio, y hace notar lo conveniente que es en los cálculos, para evitar dudas y errores, hacer uso de la indicación argumental en la multiplicación, dejando para la síntesis las notaciones

$$-1, \quad \pm\sqrt{-1}.$$

Así, para multiplicar los ejes segundo y tercero negativos, lo efectuaremos del siguiente modo:

$$1 - \frac{\pi}{4} \times 1 - \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} = 1 - (-1 - \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4} = 1 \left(-\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{-1} \right) \frac{\pi}{\sqrt{8}}$$

Los elementos de cualidad

$$B \sqrt{-1} \quad \text{y} \quad C \sqrt{-1} \frac{\pi}{4}$$

son completamente heterogéneos, así como cada uno de ellos lo es con respecto á la cantidad real A , y su síntesis es análoga á

$$A + B \sqrt{-1} \quad A + B \sqrt{-1} \frac{\pi}{4}$$

comprendidas en la forma general

$$A + B_{(\rho + \sigma \sqrt{-1})} \frac{\pi}{4}$$

por lo tanto, el módulo de

$$B \sqrt{-1} + C \sqrt{-1} \frac{\pi}{4} \quad \text{es} \quad \sqrt{B^2 + C^2}$$

así como $\sqrt{A^2 + B^2}$ lo era de $A + B \sqrt{-1}$ y en general de

$$A + B_{(\rho + \sigma \sqrt{-1})} \frac{\pi}{4}$$

Geoméricamente esto se deduce fácilmente, pues la suma de los términos que componen los binomios citados en el párrafo anterior, siempre es la diagonal del paralelogramo rectángulo construido sobre la representación geométrica de los mismos, cuya diagonal, según el teorema pitagórico, es igual al módulo.

Obtiene después de

$$B \sqrt{-1} + C \sqrt{-1} \frac{\pi}{4}$$

su modulación factorial

$$M \left(\beta \sqrt{-1} + \gamma \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \right)$$

haciendo para abreviar

$$M = \sqrt{B^2 + C^2} \quad \gg \quad \frac{B}{M} = \beta \quad \gg \quad \frac{C}{M} = \gamma,$$

de modo que se tiene

$$\sqrt{\beta^2 + \gamma^2} = 1.$$

La reducción de

$$B\sqrt{-1} + C\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \text{ á } M_{\left(\rho + \sigma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}\right)}$$

que equivale en lenguaje ordinario á separar módulo y argumento, la obtiene por las ecuaciones que siguen:

$$M\left(\beta\sqrt{-1} + \gamma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}\right) = M_{\left(\rho + \sigma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}\right)}$$

$$\beta\sqrt{-1} + \gamma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} = 1_{\left(\rho + \sigma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}\right)}$$

debiendo verificarse que

$$\beta^2 + \gamma^2 = \rho^2 + \sigma^2 = 1$$

y como las relaciones $\frac{\gamma}{\beta}$ y $\frac{\sigma}{\rho}$ tienen siempre los mismos límites en cantidad y cualidad, indicando los *infinitos grados ó matices por los cuales pasa la cualidad imaginaria pura á que dentro de su orden corresponden las dos expresiones equivalentes*

$$\beta\sqrt{-1} + \gamma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \text{ y } 1_{\left(\rho + \sigma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}\right)}$$

de estas consideraciones deduce que $\frac{\sigma}{\rho} = \frac{\gamma}{\beta}$, lo cual geoméricamente equivale á decir, que son iguales la tangente del ángulo diedro que forma con el ecuatorial el plano eclíptico en que se halla el vector

$$1_{\left(\rho + \sigma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}\right)}$$

y el ángulo rectilíneo correspondiente á aquél y formado por

$$\beta\sqrt{-1} + \gamma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

cuyo coseno es β y cuyo seno es γ .

De las condiciones

$$\sigma^2 + \rho^2 = \beta^2 + \gamma^2 \quad \gg \quad \frac{\sigma}{\rho} = \frac{\gamma}{\beta}$$

se deduce

$$\rho = \beta \quad \gg \quad \sigma = \gamma$$

por lo tanto,

$$\beta \sqrt{-1} + \gamma \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} = 1_{(\beta + \gamma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}}$$

y por multiplicación

$$M \left(\beta \sqrt{-1} + \gamma \sqrt{-1} \frac{\pi}{4} \right) = M_{(\beta + \gamma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}}$$

que resuelve la transformación factorial en argumental.

Para la reducción contraria, basta leer las igualdades:

$$1_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \cdot \frac{\pi}{4}} = \rho \sqrt{-1} + \sigma \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

$$M_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}} = M_{\left(\rho \sqrt{-1} + \sigma \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \right)} = B \sqrt{-1} + C \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

haciendo

$$B = M_{\rho} \quad \gg \quad C = M_{\sigma}$$

Las cantidades imaginarias puras de tercer orden se conducen en la adición y substracción lo mismo que las de primero

$$A + B \sqrt{-1}$$

pero no sucede igual en la producción y graduación cuyas operaciones no pueden efectuarse sobre ellas con arreglo á los procedimientos algebraicos sin incurrir en errores, para evitar lo cual es preciso antes modularlas argumentalmente. Y tomando como ejemplo la cantidad

$$\beta \sqrt{-1} + \gamma \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

con módulo igual á la unidad que, como se sabe, es equivalente á

$$1_{(\beta + \gamma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}}$$

la multiplica por sí misma y dará

$$1_{(\beta + \gamma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{2}} = -1$$

producto verdadero; pero si intentamos hallar el valor de

$$\left(1(\beta + \gamma\sqrt{-1}) \frac{\pi}{4}\right)^2$$

multiplicando

$$\beta\sqrt{-1} + \gamma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \text{ por } \beta\sqrt{-1} + \gamma\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

considerando la multiplicación como siempre distributiva formando los cuatro productos parciales.

$$-\beta^2 + \beta\gamma \frac{\pi}{4(1+\sqrt{-1})} + \beta\gamma \frac{\pi}{4(1+\sqrt{-1})} - \gamma^2$$

cuya suma es igual

$$-\beta^2 + 2\beta\gamma \frac{\pi}{4(1+\sqrt{-1})} - \gamma^2$$

se verá que este último se convierte en

$$-1 + 2\beta\gamma\alpha' + 2\beta\gamma\beta' \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{-1}\right) \frac{\pi}{4}$$

teniendo presentes las relaciones $\beta^2 + \gamma^2 = 1$, y lo que halló en el párrafo (499); y como este trinomio nunca puede quedar reducido á su primer término teniendo (β) y (γ) valores finitos, porque los términos reales é imaginarios 2.º y 3.º no pueden destruirse, resulta que se obtiene un producto que no es el verdadero como antes. Pasa á la demostración geométrica deduciéndose de una manera clara lo anteriormente expresado.

En resúmen, que cuando los vectores que representan las imaginarias están todos en el mismo plano con el eje real, la multiplicación es *distributiva*, pero en caso contrario, esta propiedad no tiene lugar, y que las demostraciones analítica y geométrica estando conformes dan más valor á la verdad enunciada y manifiestan la armonía tan completa que existe entre ambas ciencias.

Llega por fin á las imaginarias trinómicas ó esféricas, esto es, de la forma

$$A + B\sqrt{-1} + C\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

sobre ellas hace las mismas consideraciones que con las imaginarias puras de tercer orden, esto es, que no se prestan bajo la forma que

tienen más que para los algoritmos *aditivo* y *sustractivo*, pero en la *producción y graduación*, suponiendo la primera *distributiva*, y lo mismo la segunda, que es de ella un caso particular, se hallaría un absurdo en los resultados que se obtuviesen.

Por lo tanto, para efectuar operaciones con las cantidades imaginarias trinomias de un modo riguroso, se hace preciso *modularlas argumentalmente*.

De esta parte se ocupa el artículo que sigue, deduciendo para módulo $\sqrt{A^2 + B^2 + C^2} = M$, y de una manera ya bastantes veces repetida, se llega á la *modulación factorial*

$$M \left(\alpha + \beta \sqrt{-1} + \gamma \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \right).$$

Para la modulación cualificada se tendrá:

$$\begin{aligned} A + B \sqrt{-1} + C \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} &= A + \sqrt{B^2 + C^2} \sqrt{\rho + \sigma \sqrt{-1}} \frac{\pi}{4} = \\ &= M \left(\alpha + \beta \sqrt{\rho + \sigma \sqrt{-1}} \frac{\pi}{4} \right) \end{aligned}$$

en virtud del párrafo (493); y esta última cantidad se reduce por los párrafos (494 y 495) á la forma argumental

$$M_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \rho \pi}$$

Y siguiendo el orden inverso se pasará de esta última imaginaria, modulada por cualificación, á la trinomia.

La expresión

$$A + B \sqrt{-1} + C \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

representa una recta en el espacio, cuyas proyecciones, sobre los tres ejes coordenados, son A , B , C , y la modulada

$$M_{(\rho + \sigma \sqrt{-1}) \rho \pi}$$

representa la misma recta, pero da á conocer el ángulo que su plano eclíptico forma con el ecuatorial, y el que la recta forma con el eje principal.

Si sobre los tres ejes principales se toman, á partir del origen, las distancias

$$A, \quad B\sqrt{-1}, \quad C\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

la suma sincategoremática de las tres, será la diagonal del paralelepípedo construido sobre ellas. Dinámicamente consideradas estas rectas, su suma será la resultante de las tres fuerzas que, dirigidas á lo largo de los ejes, tengan por magnitudes (A) (B) y (C) .

La trinomia

$$A + B\sqrt{-1} + C\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

contiene como casos particulares, cuando $B = 0$, $C = 0$, las cantidades reales.

Si $A = 0$, $C = 0$, las imaginarias puras de primer orden ecuatoriales; si $A = 0$, $B = 0$, imaginaria pura de segundo orden ó meridiana; si $C = 0$, imaginaria mixta de primer orden ó ecuatorial; si $B = 0$, imaginaria mixta de segundo orden ó meridiana; si $A = 0$, imaginaria pura de tercer orden ó segunda meridiana.

Si (A) , (B) , (C) tienen valores diferentes de cero, positivos ó negativos, que pueden ser muy pequeños ó muy grandes los unos respecto de los otros, se obtendrán distintas posiciones de rectas en el espacio que se aproximarán más ó menos á cada uno de los ejes principales, según las relaciones que tengan entre sí los valores de (A) , (B) y (C) .

La recta representada por $A + B\sqrt{-1} + C\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$, según los signos de (A) , (B) y (C) , estará situada en cada uno de los ángulos triedros que forman los planos coordenados, que son en número de ocho, é igual número son las combinaciones que se pueden hacer con los signos de (A) , (B) y (C) .

En las imaginarias binomias planas se ha visto que la diagonal que parte del origen es la suma de las rectas representadas por las magnitudes tomadas sobre los ejes, y la otra diagonal del rectángulo formado es la diferencia entre las mismas ó síntesis subtractiva. Y ahora se ocurre preguntar ¿si la diagonal OP es la suma de las cantidades representadas por OX , OY , OZ , las otras tres diagonales del paralelepípedo, qué representarán? La contestación es fácil, pues conforme á la síntesis admitida para las rectas en un plano, sea aditiva ó subtractiva, resulta

que cada diagonal es la diferencia entre la arista concurrente que sirve de eje y la suma de las otras dos, paralelas á los ejes restantes.

Trazando por el origen O paralelas á las diagonales y descomponiéndolas en dirección de los ejes, y teniendo en cuenta los signos que corresponderían á las proyecciones, obtendríamos iguales resultados.

Respecto á la conjugación y simetría de las trinomias esféricas, tenemos que

$$a + b\sqrt{-1} - c\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \quad - a - b\sqrt{-1} + c\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

son conjugadas, esto es, cuando todos los términos son iguales, pero con signos cambiados y

$$a + b\sqrt{-1} - c\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \quad a - b\sqrt{-1} + c\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

son imaginarias simétricas, es decir, cuando la parte real es la misma y sólo se diferencian en los signos de los términos imaginarios.

Si á la unidad *inevitable* 1 se le suma el elemento infinitésimo imaginario de tercer orden

$$\frac{x + y\sqrt{-1} + z\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}}{\infty}$$

y se somete á una graduación infinita, producirá, como tésis final, una imaginaria trinomia, y á semejante resultado conducen las consideraciones geométricas. Después de varios desarrollos de cálculos bastante complicados por su escritura más que por la dificultad que presentan, y que por brevedad omitimos, deduce que

$$\left(\frac{1 + x + y\sqrt{-1} + z\sqrt{-1} \frac{\pi}{4}}{\infty} \right)^\infty = A + B\sqrt{-1} + C\sqrt{-1} \frac{\pi}{4},$$

y designa esta expresión por la letra hebrea π (*aleph*).

Como las variables (x) , (y) , (z) pueden recibir infinitos valores, lo mismo sucederá al anterior desarrollo, pero sólo tiene en consideración el que se origina para

$$\left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{\sqrt{3}}\sqrt{-1} + \frac{1}{\sqrt{3}\sqrt{-1}} \frac{\pi}{4} \right)^\infty,$$

pues el numerador del quebrado infinitésimo representa la unidad trinomía imaginaria más perfecta. Pasa luego á la determinación del valor de π (*aleph*); en este caso hallando valores numéricos para los coeficientes hasta doce cifras decimales, é interpreta geoméricamente el resultado diciendo *que representa una recta en longitud igual á 1,781312174110 radios, y situada de tal suerte en el plano eclíptico, perfectamente mediador entre los ejes segundo y tercero positivos del espacio, que forma con el radio real positivo un ángulo de 46°..... 46'..... 54'',5088.*

Obtiene después, de otra manera, el precedente valor, dando al trinomio numerador la forma

$$\alpha + \beta (\rho + \sigma \sqrt{-1}) \frac{\pi}{4},$$

comprobándose de esta manera ambos algoritmos.

Las diversas potencias de π (*aleph*) son radios vectores de una espiral ó curva sincategoremática que se desenvuelve en el plano eclíptico correspondiente; hace después un detenido estudio de esta espiral según los valores del exponente y las cualidades positivas ó negativas de (x) , (y) , (z) , y las ramas de esta curva estarán situadas en distintos planos eclípticos, mediadores entre las direcciones $\pm X$, $\pm Y$, $\pm Z$, combinadas entre sí.

Análogamente á lo dicho en las imaginarias planas, trata, en el artículo 2.º del capítulo que examinamos, de la exponencial

$$e^{x+y\sqrt{-1}+z\sqrt{-1}} \cdot \frac{\pi}{4} = e^x \times e^{y\sqrt{-1}} \times e^{z\sqrt{-1}} \cdot \frac{\pi}{4},$$

cuyo producto es igual al valor de π (*aleph*).

Demuestra á continuación que toda expresión imaginaria, sea común ó exponencial, puede ponerse bajo la forma anterior, aplicando el procedimiento á tres ejemplos numéricos, discutiendo la representación de la exponencial

$$e^{x+y\sqrt{-1}+z\sqrt{-1}} \cdot \frac{\pi}{1},$$

según sean los valores de las cantidades (x) , (y) , (z) .

De lo anteriormente expuesto se desprende que toda cantidad trinomía esférica tiene su correspondiente logaritmo neperiano, que es, en general, otra imaginaria eclíptica ó de tercer orden, ó de la forma

$$y \sqrt{-1} + z \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}.$$

Si la base del sistema de logaritmos fuese diferente de (e), se demuestra y halla de la misma manera el logaritmo de una imaginaria trinomia. Indica á continuación el problema inverso, ó sea hallar el anti-logaritmo de una expresión trinomia imaginaria, conforme con lo que se expone en el párrafo 552; y por último, determina la base de un sistema, conociendo la cantidad y el logaritmo.

De este último problema se infiere que el logaritmo de una imaginaria trinomia puede ser otra imaginaria de la misma ó diferente forma, y hasta cantidad real, según sea el valor de la base.

En resumen, *que exceptuando la unidad inevoluble 1, toda cantidad puede ser base de un sistema de logaritmos, y que toda cantidad real ó imaginaria de un orden puede tener su correspondiente logaritmo, y que determinada la base éste es único, generalizándose de este modo una de las teorías más importantes de las ciencias exactas.*

Para conclusión del artículo, se propone hallar el producto de

$$\sqrt{-1} \times 1_{\sqrt{-1}} \cdot \frac{\pi}{4},$$

esto es, del eje segundo y tercero del espacio, normales entre sí y con el eje principal, lo cual consigue por medio de los logaritmos y artificios de cálculo semejantes á otros que ya se han usado en el resto de la obra, y encuentra, para producto, la expresión

$$-0,6057000 + 0,5264000 \sqrt{-1} + 0,5264000 \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}.$$

En el artículo 4.º del presente capítulo, hace el autor consideraciones sobre la función gradual Δ^e , demostrando que, si en vez de reducir las á exponenciales de base (e) la modulamos por cualificación, es imposible llegar á un resultado operando con los módulos y argumentos siguiendo las reglas que establece antes.

Como caso particularísimo y curioso, y lo es en efecto, deduce que $\sqrt{-1} \sqrt{-1}$ es la cantidad real 0,2078795.

En las imaginarias planas se ha hallado

$$e^{\pm \varphi \sqrt{-1}} = \cos. \varphi \pm \text{sen. } \varphi \sqrt{-1},$$

siendo (φ) un ángulo cuyo arco correspondiente, rectificado, tiene (x) por longitud. En las imaginarias exponenciales puras de segundo y tercer orden, se tienen fórmulas análogas, esto es, que las expresiones trigonométricas

$$\cos. \varphi \pm \text{sen. } \varphi \sqrt{-1} \quad , \quad \cos. \varphi \pm \text{sen. } \varphi \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} ,$$

$$\cos. \varphi \pm \text{sen. } \varphi_{(\rho + \sigma \sqrt{-1})} \frac{\pi}{4}$$

corresponden respectivamente á las algebraicas

$$\alpha \pm \beta \sqrt{-1} \quad , \quad \alpha \pm \beta \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \quad , \quad \alpha \pm \beta_{(\rho + \sigma \sqrt{-1})} \frac{\pi}{4}$$

y por lo tanto, á las exponenciales

$$e^{\pm x \sqrt{-1}} \quad , \quad e^{\pm x \sqrt{-1} \frac{\pi}{4}} \quad , \quad e^{\pm x_{(\rho + \sigma \sqrt{-1})} \frac{\pi}{4}}$$

que representan vectores unitarios geoméricamente, algebraicamente y bajo la forma exponencial situados en los planos ecuatorial, meridiano y eclíptico.

Una recta cualquiera en el espacio que pasa por el origen de coordenadas, podrá representarse por una de las siguientes formas algebraicas:

$$M_{(\rho + \sigma \sqrt{-1})} \pi \quad , \quad M \left(\alpha + \beta \sqrt{-1} + \gamma \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4} \right)$$

y

$$A + B \sqrt{-1} + C \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

y la última equivale (designando con Hamilton por (i) (j) (K) los tres vectores unitarios normales entre sí 1, $\sqrt{-1}$, $\sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$)

á $x i + y j + z K$.

Terminase la obra presentando la tesis: *¿Existen expresiones algebraicas imaginarias é irreducibles de más de tres términos?* Por el contenido de las teorías desarrolladas, se vé que la combinación algorítmica entre cantidades *cualitativo-cuantitativas simbolizadas* por

$$A + B \sqrt{-1} + C \sqrt{-1} \cdot \frac{\pi}{4}$$

no engendran más que otras de la misma naturaleza.

Plantea la cuestión de otra manera, y pregunta:

¿Puede haber alguna forma fundamental distinta de las tres típicas

$$1, \quad \sqrt{-1}, \quad 1_{\sqrt{-1}} \cdot \frac{\pi}{4}?$$

Después de algunos fundados razonamientos, deduce que es tan imposible una forma algebraica y elemental distinta de

$$1, \quad \sqrt{-1}, \quad 1_{\sqrt{-1}} \cdot \frac{\pi}{4},$$

como aumentar el número de los tres ejes ortogonales del espacio; que no existe en Álgebra polinomio imaginario é irreducible de más de tres términos, como no hay supersolidez en el espacio; la noción geométrica de la perpendicularidad corresponde á la del imaginarismo puro en Álgebra; la oblicuidad corresponde al imaginarismo mixto; que el producto ternario de factores imaginarios no es el último de la combinación factorial, y como consecuencia de todo ello, queda más brillante la verdad del gran aforismo de Pascal: *Los números imitan al espacio, aunque son de naturaleza tan diferente.*

Concluye la obra con un apéndice que trata de la historia crítica de las cantidades imaginarias, ocupándose del concepto primitivo de las mismas formado por los célebres geómetras Bernouilli, Euler, Moivre, Lagranje, y posteriormente por Buée, Argand, hasta la época más próxima en que se dedicaron á su estudio Gauss, Cauchy, Marie, Rey y Heredia, Valles, Honel y otros analistas, entre ellos Mr. Français; discute algunos puntos cuya interpretación ha dado lugar á dudas, justificando la teoría que desarrolla en su libro con profusión de notas y datos que muestran el concienzudo exámen que ha hecho del asunto.

Ahora nos resta decir nuestra opinión del libro cuyo juicio crítico hemos tratado de hacer, y resumiendo, debemos manifestar que es de gran mérito, en primer lugar, dedicarse á un estudio que, entre tantos como pueden hacerse en las ciencias matemáticas, es quizás el más árido por su índole; que el Sr. Fola lo ha llevado á cabo con buen éxito, pero que nunca debemos olvidar al eminente Rey y Heredia, que aunque en pequeños detalles tenga algunos errores, ha sido la base fundamental del libro que nos ocupa.

También nos parece, aunque respetemos la opinión de la Academia

de Ciencias exactas, que la obra no se presta para la enseñanza, por su elevado estilo y nuevo tecnicismo, que si bien bajo el punto de vista filosófico quizás sea más adecuado que el que actualmente se usa en la matemática, no creemos que la juventud que se dedique á estudiar las cantidades imaginarias pueda hacerlo con verdadero resultado en obras escritas como la presente, cuyo lenguaje les ha de ser ininteligible, pues á nosotros, que estamos hace tiempo dedicados á este género de estudios, se nos han presentado grandes dificultades para entender muchos párrafos, no sucediéndonos lo propio con obras que tratan de la misma teoría, como acontece con las de Rey y Heredia, Domínguez Hervella, cuyo estilo se acomoda más para los principiantes; y el primero de estos autores, para evitar dificultades, acompaña la obra con un vocabulario de los términos técnicos que no son usuales.

Igual sucede con las obras de autores extranjeros que conocemos y el autor cita en sus notas, en donde la dificultad estriba en comprender las ideas, pero nunca en el lenguaje, y opinamos que siguiendo esta senda sencilla es como podrán las imaginarias llegar á formar parte de la enseñanza desde los primeros pasos de la ciencia matemática; pero prescindiendo de lo dicho, no queda duda que el Sr. Fola ha llevado á término un trabajo de mucho mérito, en nuestra humilde opinión.

FIN.

ENSAYOS

DE

LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.

ACUERDOS

TOMADOS EN

LAS CONFERENCIAS

DE

MUNICH, DRESDE, BERLIN Y VIENA,

PARA LA UNIFICACIÓN

DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

EN LO QUE SE REFIERE

Á SUS CUALIDADES MECÁNICAS,

POR

J. BAUSCHINGER,

Profesor de la Escuela Politécnica

DE

MUNICH,

TRADUCIDOS DIRECTAMENTE DEL ALEMÁN Y ANOTADOS

POR

el Teniente coronel Comandante de Ingenieros

DON MANUEL CANO Y DE LEÓN,

C. de la Academia de Ciencias de la Habana.

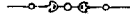


MADRID

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS

—
1894.

INTRODUCCIÓN.



Es principio universalmente reconocido por cuantos se ocupan en la aplicación de los materiales de construcción, que los ensayos á que estos materiales se someten, para el estudio de sus condiciones mecánicas, sólo pueden ser de utilidad incontestable cuando se ejecutan con sujeción á métodos convenidos, único medio de que los resultados obtenidos en materiales de distintas procedencias, y aun los de ensayos hechos por experimentadores también distintos, sean comparables entre sí. Los métodos establecidos para la recepción y exámen del cemento Portland, por la Liga alemana de los fabricantes de aquel producto, cuyo origen data de 1876, surgieron de la necesidad, ya aceptada entonces, de unificar los referidos métodos para la debida comparación, y el Congreso de la Unión de los ferrocarriles alemanes dió un paso más en igual sentido, cuando en 1879 recomendó, para que se adoptasen por todas las administraciones coaligadas, las *Condiciones de recepción de los ejes, llantas de las ruedas, y carriles de hierro maleable y de acero fundido* (1); pero como estos primeros pasos se daban aisladamente por colectividades especialistas, compuestas sólo de personas con profesiones técnicas determinadas, ora fabricantes de los productos, ora compradores, resultaba siempre que en sus acuerdos, por mas que se les quisiera revestir de cierto caracter de independenciancia, no se podía prescindir de tener en cuenta los intereses personales que se ocupaban en el asunto; y esta cir-

(1) *Die Eigenschaften von Eisen-und-Stahl.*—VII Supplementband zum *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.*—Wiesbaden, 1880.

cunstancia por sí sola hacía desmerecer el laudable trabajo de los que lo tomaban sobre sí, y servía de arma para las censuras de los demás cuyos intereses eran contrarios.

Por otra parte, las convenciones acordadas no podían abarcar, dada su naturaleza, más que un grupo determinado de materiales, y aun dentro de éstos, se podían tomar sólo grupos definidos por sus aplicaciones; así es que para aparentar que se habían tenido en cuenta todas las circunstancias que se podían presentar en la práctica, los acuerdos no se concretaban á establecer métodos de ensayo, sino que se establecían también las condiciones á que debían responder los respectivos materiales cuando á aquellos ensayos se sujetasen.

Estas fueron las razones, sin duda, que dieron lugar á que en el otoño de 1884 se congregaran en Munich los hombres más eminentes de las distintas profesiones técnicas, para intentar la unificación de los métodos de ensayo de los materiales más importantes empleados en la construcción y en la maquinaria, limitándose, empero, á la convención de los métodos en sí, y dejando completamente á un lado la calificación y clasificación de los materiales.

Se consiguió llegar á un acuerdo definitivo en una série de importantes cuestiones, y pasaron otras, para su estudio y ponencia, á una Comisión permanente, la cual, primero por escrito, y verbalmente luego, en dos sesiones celebradas en Munich el 21 y 22 de Septiembre de 1885 (1), expuso los resultados obtenidos en su labor, que se discutieron en una segunda Conferencia celebrada en Dresde el 20 y 21 de Septiembre de 1886, donde quedaron aprobadas en su mayor parte, no sin que muchos temas dudosos ó no resueltos todavía pasaran á una segunda Comisión permanente para su nuevo estudio y presentación en una tercera Conferencia.

Esta se reunió en Berlin en los días 19 y 20 de Septiembre de 1890, resolvió una parte de aquellos temas, y aplazó los restantes, que aumentados con un cierto número de otros

(1) El informe detallado de los debates de la «Conferencia de Munich y de la Comisión permanente nombrada por aquélla», está publicado en el cuaderno XIV de las *Mittheilungen aus dem Mechanisch.—Technischen Laboratorium der K. Technischen Hochschule in München.*—Munich, 1886.

nuevos, encomendó al estudio de una nueva Comisión permanente para que informase en la cuarta Conferencia, que en Viena tuvo lugar en los días 24 y 25 de Mayo de 1893.

En esta Conferencia tampoco se llegó á un acuerdo, mas que en una parte de los temas sujetos á discusión, y los restantes, juntamente con crecido número de otros nuevos, se pasaron á una cuarta Comisión permanente, á cuya presidencia se encargó también la exposición en una Memoria de todos los acuerdos tomados hasta la fecha, así como también los temas pendientes de resolución, análogamente á lo que se hizo en el folleto *Acuerdos de las Conferencias de Munich y Dresde, etc.*

El deseo expresado en este folleto de que contribuyese á mantener vivo el interés para los fines que se proponían las Conferencias, despertándole también en aquellos círculos que hasta entonces se mantenían alejados de ellas, se ha conseguido plenamente: no sólo se ha aumentado el número de los adheridos en aquellos países que ya se hallaban representados (Alemania, Austria-Hungría, Suiza y Rusia), sino que se han afiliado nuevos miembros, procedentes de otros, tales como Francia, América, Noruega, Holanda, Italia y España, y así las Conferencias han adquirido un caracter verdaderamente internacional.

Con objeto de fomentar aún más este beneficioso desarrollo, repetiremos una vez más en este trabajo que cada nueva Conferencia es un Congreso libre de hombres que se reúnen para cambiar sus opiniones respecto de la manera más adecuada de examinar, en cuanto á sus propiedades mecánicas se refiere, todos los materiales que han de servir para un objeto determinado. Si en las discusiones se pasa á una votación nominal, que da lugar á lo que pudiera llamarse tomar un acuerdo con caracter general, éste no tiene otro objeto que el de determinar el método de ensayo que se considera más indicado por la mayoría de los congregados.

Con arreglo al primer acuerdo de la Conferencia de Munich, las discusiones son completamente libres y las decisiones no tienen nunca caracter obligatorio; ni hay tampoco dificultad en volver sobre una cuestión ya resuelta en

Conferencias anteriores, someterla á otra discusión y proceder de nuevo á su votación nominal.

Los métodos de ensayo no pueden permanecer siempre los mismos; es preciso que se desarrollen, en virtud de los nuevos y crecientes conocimientos sobre las cualidades de los materiales que aplicamos en la tecnología, con las mejoras que se van introduciendo en la fabricación de los mismos; con el auxilio de las nuevas materias, etc., etc.; y, por lo tanto, es preciso que todos aquellos que se ocupan en el examen de los materiales, ya sea por interés científico abstracto, ya porque producen ó consumen tales materiales, se reúnan de cuando en cuando, y siempre en mayor número; que cambien sus opiniones; que se instruyan y se dejen instruir, y que, fundándose en sus observaciones, convengan en los métodos de ensayo que unánimemente, ó por lo menos por mayoría de votos, consideren los más acertados.

Dados los estrechos lazos que, por virtud de las actuales condiciones de comunicación, existen entre todos los países civilizados é industriales, las Convenciones tendrían muy escaso valor si se limitasen á una sola nacionalidad, mientras que serán de inestimable importancia si se les da el carácter internacional, razón por la que ha existido gran interés en que las Conferencias, que en su principio se limitaron á formarse con elementos alemanes y de algún otro país limítrofe, se desarrollen en la forma y manera que se va consiguiendo.

Por Decreto del Presidente de la República francesa, de 9 de Noviembre de 1891, se creó en Francia una Comisión de métodos de ensayos de los materiales de construcción, la que, como su nombre lo indica, debe perseguir exactamente los mismos fines que han ocupado á las Conferencias y á sus Comisiones permanentes. Indudablemente tienen aquellas Comisiones nacionales dos grandes ventajas: poseen, desde luego, gran autoridad dentro del Estado respectivo, y en segundo lugar, les es más fácil que á las Ligas particulares obtener los recursos pecuniarios que necesitan los ensayos experimentales; pero, en cambio, pierden el carácter internacional, que sólo pueden emplearlo por su unión con otros de igual índole y pertenecientes á otros países, sin que nunca

adquieran las cualidades antes enumeradas, privativas de las Conferencias.

Podrían hermanarse unas y otras ventajas si las Comisiones permanentes que funcionan entre dos Conferencias consecutivas estuviesen organizadas de tal modo que llamasen á su seno, á la vez que delegados de las autoridades tecnológicas y sociedades científicas, á los representantes de la industria particular.

En virtud de estas consideraciones se encomendó á la presidencia elegida por la Conferencia de Viena para la cuarta Comisión permanente, gestionar lo conveniente á fin de conseguir, en lo posible, que las autoridades tecnológicas y los centros directivos envíen delegados á esta Comisión para tomar parte en sus trabajos.

En la siguiente exposición se han recopilado los acuerdos aceptados hasta ahora, empleando *letra ordinaria* para ellos; para el breve razonamiento de las mismas, los caracteres de *bastardilla*, y para las cuestiones aún no resueltas y temas en estudio por la nueva Comisión, *letra de mayor tipo*.

I.

Disposiciones generales.

1. Las máquinas que se utilicen para el examen tecnológico de los materiales, deben disponerse de tal modo que se pueda comprobar su exactitud fácilmente.

Su construcción debe ser tal, que no haya que temer efectos bruscos en la carga. Esta propiedad es común á las máquinas que funcionan por la presión hidráulica y á las que trabajan por la de los tornillos.

No es indispensable para los usos prácticos que la organización de las máquinas esté dispuesta para que funcionen automáticamente.

2. La disposición que se adopte para sujetar la pieza de prueba ha de obedecer al principio de que la tracción ó la presión se distribuya con la posible uniformidad sobre la sección de aquella pieza.

Para esto se requiere:

α) En los ensayos por presión:

a Libertad y ligereza de movimiento en todos sentidos de una de las dos placas de presión.

b Superficies de presión en las piezas de prueba, en lo posible, planas y paralelas entre sí. Para esto se procederá, siempre que el material lo permita, á planear dichas superficies, ya sea empleando la máquina de cepillar, ya sea el torno.

β) En los ensayos por tracción:

La mayor libertad y ligereza de movimiento de la varilla de prueba para que su ajuste al aparato, al empezar la operación, sea perfecto.

Según se ha podido experimentar, cumplen satisfactoriamente con esta condición:

Para hierros redondos, los apoyos esféricos y especialmente con envuelta esférica no dividida.

Para hierros planos, los taladros de sujeción con pasadores, uno por cada lado; ó bien extremos fresados con las cuñas correspondientes.

El uso de las cuñas de acero, mordientes, que se agarran á las piezas de prueba, debe rechazarse.

3. No es posible recomendar con preferencia un aparato tipo que sirva para ejecutar estos ensayos; sin embargo, se reconoce que existen una série de aparatos usuales que responden más ó menos perfectamente al objeto especial á que se destinan.

4. Los experimentadores deberán añadir, á los resultados que publiquen, una breve reseña de los métodos de ensayo que hayan empleado y de las máquinas usadas, para de esta manera poner de manifiesto los datos que han de servir para aquilatar el mérito y valor de los resultados obtenidos.

5. Como complemento á los resultados de los ensayos se darán á conocer, en cuanto sea posible, además de la procedencia de la pieza de prueba, las observaciones microscópicas ó químicas, ó ambas á la vez; así como también algunos datos relativos á la fabricación de la pieza, y demás caracteres físicos, químicos y tecnológicos que se puedan adquirir.

Este complemento de los resultados de los ensayos sólo rara vez podrá añadirse cuando se trate de pruebas ejecutadas con un fin práctico; no obstante esto, conviene cumplir con esta disposición para dar el mayor alcance posible á los ensayos. Cuando se trate de ensayos científicos, debe observarse en absoluto.

6. Con respecto á la necesaria y suficiente precisión de las máquinas, instrumentos y resultados de los ensayos, deberá observarse lo siguiente:

a Por interés de la ejecución rápida y práctica de los ensayos se recomienda que no se persiga la exactitud en las mediciones de resistencia y de deformación más allá del punto conveniente, teniendo en cuenta los defectos inevitables y la imperfección de los materiales.

b Tratándose de ensayos científicos conviene, naturalmente, procurar el mayor grado de exactitud.

c Es de gran conveniencia, que al publicar los datos de los ensayos de resistencia, se consigne también el grado de precisión alcanzado, ó

cuando menos que se suministren los antecedentes necesarios para poderlo deducir.

En consideración á los resultados de las experiencias hechas hasta el presente, se puede, asimismo, sentar el principio siguiente:

d Siempre es suficiente, en el supuesto de que se empleen barras de prueba de las dimensiones fijadas más adelante en II M y IV, que para los metales se fijen los resultados que se expresan á continuación:

Para los esfuerzos en el límite de dilatación ó de rotura, en décimas de kilogramo por milímetro cuadrado.

Para la dilatación de rotura, en décimas por ciento.

Para disminución de sección, en enteros por ciento.

Mayores aproximaciones en tales resultados son inseguras, y por lo tanto carece de objeto buscar más decimales; pues para que la exactitud de los resultados se aproxime en lo posible á estos valores límites, hay que medir muy exactamente las longitudes y las secciones en décimas de milímetro.

7. La influencia del tiempo en los resultados de las pruebas de las resistencias, no puede, según Fircher y Hartig, desconocerse; no obstante, está fuera de duda, por experiencias hechas desde entónces, que no hay motivo suficiente para fijar la observación en la velocidad de dilatación que resulta al examinar nuestros materiales. (Véanse los ensayos de Bauschinger en el cuaderno XX de sus *Mittheilungen* etc.)

8. Los materiales deben ensayarse con relación á la resistencia que han de oponer estáticamente en su aplicación.

La cualidad de un material en sí es la suma de sus propiedades mecánicas: mientras no se conozca la dependencia de estas cualidades entre sí, de modo que conociendo una ó algunas de ellas puedan deducirse las demás (y de esto aún nos hallamos muy lejos), no serán suficientes las observaciones sobre algunas propiedades para poder juzgar del resultado del material de que se trate, con relación á sus distintas aplicaciones. Es, por consiguiente, necesario examinar los materiales desde el punto de vista de la aplicación que se pretenda hacer (1).

(1) El razonamiento detallado y extenso de esta observación se encuentra en el cuaderno XIV de las *Mittheilungen*, antes citado.

9. Los materiales que en su aplicación hayan de resistir esfuerzos de choque, deberán sujetarse, para determinar su constitución, á las pruebas de percusión.

10. Estas pruebas habrán de efectuarse valiéndose de un aparato destinado á estos ensayos de percusión.

a Sin embargo, deberá prescindirse de construir un aparato de percusión especial, debiendo establecer sólo disposiciones bien estudiadas en lo que se refiere á las partes que puedan tener influencia en los resultados del ensayo, exigiéndose sobre todo que sea de hierro la armadura del martinete.

Se ha creído conveniente tomar en consideración los martinetes existentes, los que en su mayoría responden, en lo que á sus órganos y disposiciones principales se refiere, á las condiciones que se establecen á continuación:

b Todo martinete debe comprobarse.

No puede asegurarse, en absoluto, que martinets contruídos, observando cuantas medidas de precaución se recomiendan, den resultados exactos. Influencias que no se pueden prever los modifican en algunas ocasiones.

c En consonancia con lo acordado por la Unión de ferrocarriles alemanes, debe fijarse, como peso para el pilón, el de 1000 kilogramos. Muy excepcionalmente se tolerará el peso de 500 kilogramos.

d La masa del pilón podrá ser de fundición ó de acero fundido ó forjado. Su figura deberá elegirse de tal modo que su centro de gravedad esté en el punto más bajo posible.

Es preciso fijar guías de acero forjado para el movimiento del pilón, que debe estar centrado exactamente por medio de colas de milano ó cuñas con el eje de su caída, poniendo señales de comprobación para evitar toda causa de error.

El eje de caída del pilón debe coincidir con el de las guías del mismo, marcándose muy especialmente en el yunque sobre que bate aquél.

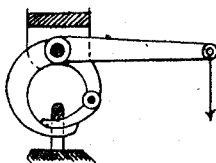
e La relación entre la longitud de las guías del pilón y la distancia entre ellas ha de ser mayor que la de 2 á 1.

Las guías deben, como ya se ha dicho, construirse de metal, con carriles de vía férrea, por ejemplo, disponiéndose de tal modo que el pilón no tenga mucho juego. Deben lubricarse con grafito, que es la materia más recomendable.

f Los martinetes se dispondrán de manera que el pilón se mantenga con seguridad á la altura que se desee. El mecanismo para el disparo de esta pieza debe cumplir con la condición de que al soltarse no produzca rozamientos en el plano de resbalamiento.

El punto de suspensión del pilón ha de estar en la vertical del centro de gravedad; y entre el gatillo del disparo y el pilón deberá interponerse una pieza corta y movable; por ejemplo, una cadena ó cuerda.

El disparo representado en la figura adjunta, que es el adoptado oficialmente en Rusia, se puede recomendar muy especialmente.



g Si la altura de caída está dada, se recomienda el disparo automático.

h Las piezas de apoyo del cuerpo de prueba deben fijarse sólidamente sobre el yunque.

Estas piezas deberán, siempre que sea posible, formar cuerpo con el yunque.

i El peso del yunque ha de ser, por lo menos, décuplo de el del pilón.

Después de haberse demostrado, por los ensayos comparativos verificados con un martinete balístico y otro usual, que el yunque, con un peso cuádruplo de el del pilón, da resultados satisfactorios (1), puede admitirse como seguro que con un yunque de peso décuplo que el del pilón, los resultados que se obtengan siempre serán comparables.

(1) Véase KICK: *La ley de las resistencias proporcionales.*

k Los cimientos se construirán siempre de modo que no sean elásticos, para lo cual se formarán con un cuerpo de mampostería, cuyas dimensiones se determinarán por las condiciones del terreno sobre que han de sentarse.

l La superficie inferior del pilón se hará siempre plana, y para acomodar el aparato á todos los casos que se presenten en los ensayos en que las piezas tengan formas distintas, tales como ejes, llantas, muelles, etc., se emplearán suplementos de la forma necesaria, con la superficie superior plana. Estos suplementos tendrán el menor peso posible.

Se recomienda un mismo pilón, con superficie plana, para martinete normal, habida consideración á lo que con ello se simplifican las operaciones preparatorias, y á la facilidad de comprobación del peso del pilón; operación necesaria, según se manifiesta después en los acuerdos o y p.

m Respecto á la forma de las piezas de apoyo y de los suplementos, no se ha llegado todavía á ningún acuerdo, en atención á las experiencias que faltan por ejecutar; recomendándose, no obstante, que en la publicación de los resultados de ensayos, ó al extender los certificados de los mismos, se den á conocer exactamente las formas empleadas.

n Los martinetes, hasta 6 metros de altura de caída, merecen más confianza que los de altura mayor, y se recomienda que en la construcción de aparatos nuevos de esta clase no se pase de aquella altura. Para mayores instalaciones es conveniente adoptar un pilón de 1000 kilogramos.

Los martinetes con caída hasta de 6 metros, pueden instalarse más fácilmente en lugares cerrados, y sobre todo pueden construirse con mayor esmero que los de caída mayor, además de que estarán menos expuestos á sufrir alteraciones en sus órganos.

o El trabajo del choque se determinará en función del peso efectivo del pilón y de la carrera de caída.

El peso del pilón se dispondrá de tal modo que el efectivo resulte en cifras redondas, v. gr., 500 ó 1000 kilogramos.

Únicamente podrán obtenerse resultados comparables cuando se consideren en el cálculo ó se neutralicen las pérdidas por rozamiento.

p Para hallar el peso efectivo del pilón pueden utilizarse los siguientes procedimientos:

a) Se interpone entre el pilón y la cuerda de tracción una potente báscula de muelle, y se lee el peso efectivo durante el lento descenso del pilón. De este modo se obtiene el peso del pilón, menos el rozamiento, y en cambio, al subir el pilón, se obtiene el peso del mismo más el rozamiento.

b) Se determina el peso del pilón deduciéndolo del efecto producido por un golpe dado, desde una altura determinada, sobre un cilindro normal de cobre, fabricado con el mejor material del que se emplea en las máquinas de vapor, y perfectamente centrado, el cual deberá tener un peso dado y conocido, afectando una figura especial que aún no se ha determinado.

q Estos cilindros normales de cobre deben servir también para comparar los martinets entre sí y para comprobarlos.

El taller de ensayos mecánico-tecnológicos de Charlettenburgo ha ejecutado ya estos ensayos comparativos é indudablemente se hallará dispuesto á reanudarlos si de él se solicita.

r Los martinets, en los que la resistencia por rozamiento sea mayor del 2 por 100 del trabajo útil, deberán desecharse.

Para pruebas de choque, destinadas á servir de tipo, deberán emplearse aparatos tan perfectos como sea posible, desechando todos los que estén mal contruídos ó mal conservados.

Respecto de la ejecución de los ensayos se han acordado las siguientes prevenciones:

s El martinete normal está destinado especialmente á examinar piezas enteras tal como se emplean; por ejemplo, carriles, ejes, llantas, muelles, etc.

El examen, con el martinete, de cuerpos de ensayo confeccionados expresamente, es de gran valor, pero no se puede aceptar para esto la construcción de un martinete más pequeño, ni disposiciones especiales para la ejecución de esta clase de experimentos, puesto que ante todo hay que exigir un caracter eminentemente científico en los ensayos.

t La exacta verticalidad de las guías y la colocación del pilón entre éstas deberá comprobarse. En el yunque habrá de señalarse con una línea de comprobación el punto que corresponda á la vertical del centro de gravedad de aquél, y antes de cada golpe habrá de asegurarse que el punto de la pieza de ensayo que ha de recibir el choque se halla exactamente en dicha vertical, así como también que la pieza de prueba está apoyada de tal modo que no hay que temer que, á consecuencia del choque, sufra rotura ni torsión alguna.

u Puesto que el efecto útil de un martinete depende, dentro de muy latos límites, del producto de la carrera por el peso efectivo del pilón, sin depender de la magnitud de cada uno de los factores aisladamente, es de recomendar que los resultados de los ensayos se refieran á la tonelada métrica como unidad, así como también que se elijan para efecto útil solamente números que sean divisibles por 500.

La escala de alturas en el martinete se dividirá en medias toneladas métricas en vez de hacerlo en metros.

v Se recomienda que el martinete lleve una escala movable de modo que el cero pueda correrse siempre en uno ú otro sentido para ponerlo en correspondencia con la altura de la pieza de ensayo.

w Por ahora se considera bastante la aproximación en milímetros de las medidas de las flechas producidas por el choque para las luces de 1 metro á 1^m,50 entre los apoyos.

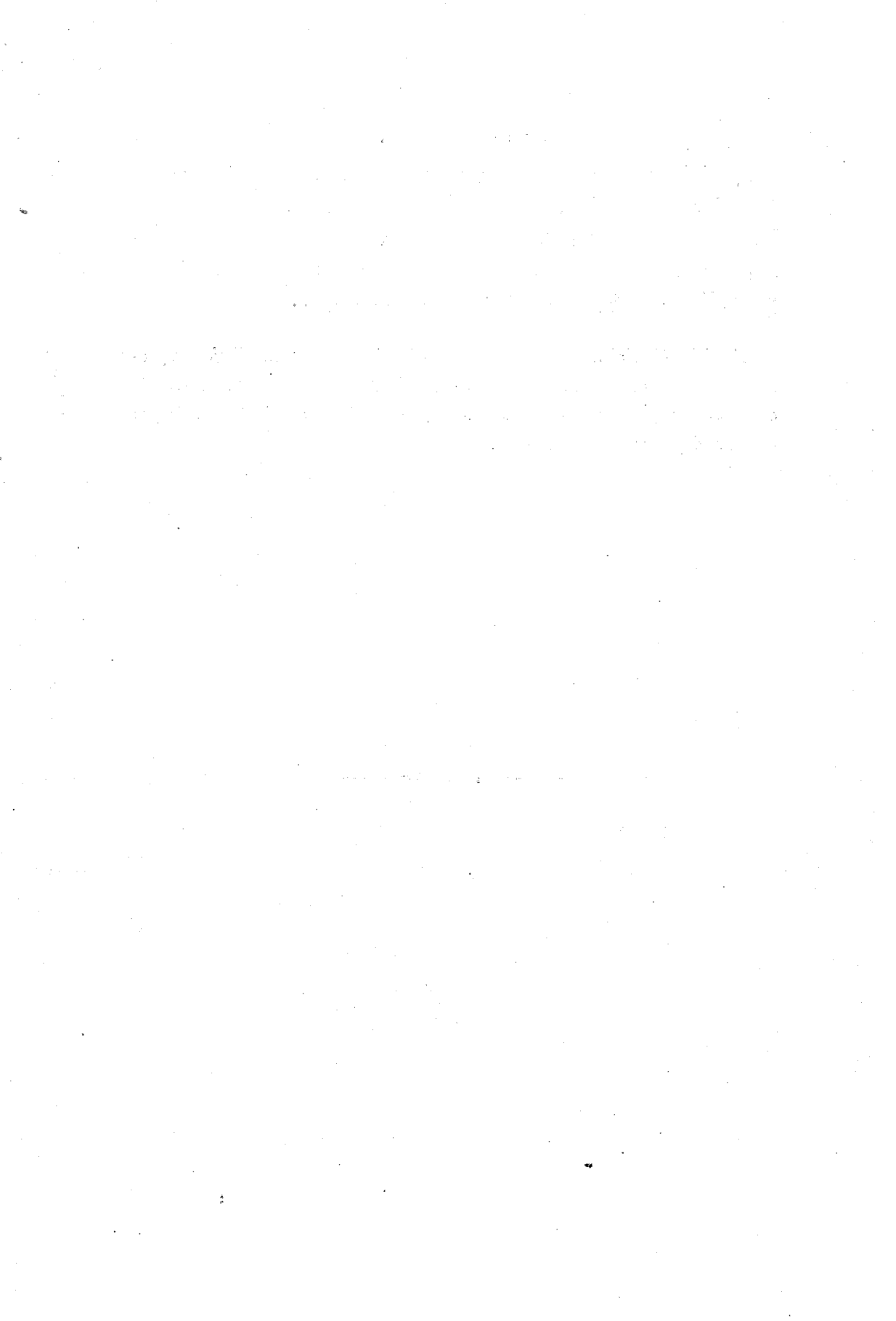
x En interés de la comparación entre los ensayos se recomienda que, al publicar los resultados, se verifiquen todos los detalles de la operación (v. gr., la continuidad de los golpes, si la operación sufrió interrupciones, etc.), así como también los fenómenos que se produjeron durante la prueba.

y La comisión permanente deberá estudiar y examinar las

proposiciones que se vayan presentando referentes á la construcción de martinets, coleccionando muy cuidadosamente los estudios que se publiquen referentes á la ejecución de ensayos de choque, para utilizarlos en el establecimiento de un procedimiento tipo para los referidos ensayos.

A dicha Comisión permanente se le entregó en Viena un dibujo, proyecto del ingeniero Schmitz, de aquella capital, que representa un martinete que parece responder á todas las condiciones fijadas, con el encargo de que emita el informe correspondiente.





II.

Ensayos del hierro forjado^(*) y del acero.

A.—CARRILES.

1. Los ensayos de los carriles deben verificarse, tanto en lo que se refiere á la seguridad del movimiento como en lo que tiene relación con el choque, por medio de aparatos tecnológicos apropiados. (*Martinete normal*, I, § 10.)

2. Si se desean mayores datos con respecto á la constitución del material, se procederá á ejecutar los ensayos de tracción y los de esfuerzo cortante.

3. También se someterán los carriles á los ensayos de flexión (con carga estática) en dos sentidos; con objeto de conocer la elasticidad en cuanto á la flexión permanente y la flexibilidad con cargas mayores á las correspondientes al límite de elasticidad.

La llamada prueba de calidad ó de esfuerzo cortante en el ensayo de los carriles no puede ser decisiva por sí sola, según la opinión general de la Conferencia de Munich. Las contradicciones puestas de manifiesto por Tetmajer entre los resultados de esta prueba y los prácticos recogidos en los carriles de las líneas finlandesas, suizas y francesas, hablan decididamente en contra de aquellos. Si estas contradicciones provienen, por una parte, de los choques que el carril recibe, y por otra, de que el ensayo del esfuerzo cortante se refiere á una pequeña parte de la sección, es evidente que hay que dar más importancia á los ensayos de choque y de torsión, pero con la precisa condición de que estos ensayos han de ejecutarse con aparatos apropiados, y especialmente los primeros con los martinets tipos. Sin embargo,

(*) Se comprende en esta denominación de hierro forjado al hierro maleable obtenido por fusión y al hierro dulce,

como estas últimas pruebas no ponen en evidencia de manera tan concreta la textura especial del material como el ensayo del esfuerzo cortante, especialmente si éste va acompañado del análisis químico, deberá conservarse una y otra prueba mientras se deseen obtener los datos que proporciona la última; y esto durará largo tiempo, dada la escasez de ensayos que se han hecho en este sentido.

4. Para el ensayo del esfuerzo cortante ó transversal de los carriles deberán disponerse las piezas de prueba en forma de hierro plano, tomándolas de las capas exteriores de los carriles.

Como concausa de la poca confianza que inspiran los ensayos del esfuerzo cortante en los carriles, debe mencionarse la circunstancia de que hasta ahora se sacaban las piezas de prueba, en forma de hierro redondo, del centro de la cabeza del carril, de manera que las fibras exteriores situadas en la superficie, sobre las que se apoyan las ruedas, y las del pie del patín, no entraban en el ensayo, cuando justamente éstas son las que más trabajan y las que en el acero fundido contienen las burbujas de sílice, tan perniciosas, que se depositan en las capas exteriores de los bloques de fundición.

Por otra parte, hay que hacer observar que el acero con manganeso tiene una zona de ampollas en el interior del bloque, que si bien puede influir en la prueba del esfuerzo cortante, no tiene influencia en el carril en sí, y por tanto en aquella prueba pueden surgir fenómenos que den lugar á conclusiones falsas (1).

5. La investigación de procedimientos de examen, apropiados para el estudio del desgaste de carriles y llantas, es equivalente á la investigación de los procedimientos de ensayo en general de este mismo desgaste. En todo caso hay que tener en cuenta:

a Que con un sólo procedimiento no puede quedar determinado dicho desgaste.

b Que su estudio debe hacerse en circunstancias, en lo posible, análogas á las que influyen sobre el material en el uso á que está destinado.

(1) Para más detalles véase *Mitteilungen der Eidgenössischen Festigkeitsanstalt*, cuaderno 3, págs. 42-53.

A causa de las dificultades que encierra esta cuestión se desiste, por ahora, de continuar su estudio.

6. La investigación de la influencia que en el desgaste ejercen cada una de las diferentes clases de llantas sobre los carriles, debe remitirse á un campo de estudio muy especial, que afecta principalmente á las administraciones de ferrocarriles.

B.—EJES.

1. Los ejes se ensayarán al choque, así en el centro como en los muñones.

2. Se sujetarán también al ensayo del esfuerzo transversal si se desea conocer más especialmente la naturaleza del material.

3. No es necesario someter los ejes al ensayo de flexión.

C.—LLANTAS.

1. Las llantas se someterán, como los carriles y los ejes, al ensayo de choque.

2. El del esfuerzo transversal también se practicará como en aquellos, únicamente en el caso en que se desee conocer el material más detenidamente.

3. El ensayo del batido á martillo no es necesario.

D.—ENSAYO DE PIEZAS.

1. Es conveniente reunir la mayor cantidad posible de material para el establecimiento de reglas para ensayos de piezas. (Ensayo de todas las piezas de cada entrega.)

2. En los acuerdos para el establecimiento de martinets y demás máquinas de ensayos de resistencia se tomará en consideración la posibilidad de ejecutar ensayos de piezas.

3. En tal concepto, se atenderá, no solamente á los ejes, sino á todos los materiales de construcción de hierro y acero.

Los ensayos de piezas, esto es, el método con el cual pueda examinarse de una manera breve en lo posible, por ejemplo, con un sólo golpe, cada una de las piezas de una remesa ó entrega, de modo que no sufran perjuicio, es indudablemente de gran utilidad en su adopción, puesto que habría de proporcionar un grado de seguridad en la recepción mucho mayor que el método usual de someter á ensayo un cierto número de piezas de cada entrega ó de cada serie.

El ensayo de cada pieza está en uso hace mucho tiempo en cuanto á muelles, cadenas, tubos, cilindros de vapor, calderas de vapor, etc., y en Austria, donde también se ha aplicado para los ejes, se han conseguido con él buenos resultados; pero no puede desconocerse que su empleo tiene muy importantes dificultades, así para el fabricante como para el consumidor, pero que podrán, tal vez, vencerse en el porvenir.

Los únicos ensayos de piezas que se han hecho en la recepción de ejes lo fueron en Witkowitz, y su resultado condujo á la abolición de esta clase de ensayo; pero, sin embargo de ello, es de desear que no se abandone esta clase de experiencias.

E.—HIERRO DULCE PARA PUENTES.

1. El hierro dulce, destinado á la construcción de puentes, se someterá á los ensayos de tracción ó de esfuerzo transversal.

2. Igualmente se someterá al ensayo de flexión con carga estática por medio de aparatos mecánicos de efecto lento, tanto en frío como en caliente. La flexión tendrá lugar alrededor de una cuchilla de 25 milímetros de diámetro constante.

Las disposiciones convenientes para que respondan á las condiciones que deben exigirse á este aparato se consignan más tarde en el artículo **N**.

3. Los ensayos de compresión y de rotura no necesitan efectuarse, pues con las pruebas antes mencionadas queda el material caracterizado suficientemente.

F.—HIERRO MALEABLE OBTENIDO POR FUSIÓN PARA PUENTES.

1. Esta clase de hierro se someterá, como el hierro dulce, al ensayo del esfuerzo cortante ó transversal.

2. Asimismo se le someterá al ensayo de flexión con carga estática por medio de un aparato de efecto lento, con cuchilla de 25 milímetros de diámetro, haciéndose la operación en frío y en caliente; todo análogamente á lo que se ha dicho en el párrafo 2 del artículo anterior.

G.—HIERRO DULCE PARA CONSTRUCCIÓN DE CALDERAS.

1. Para las tres clases principales de hierro dulce que se aplican á la construcción de calderas de vapor, se procederá á los ensayos siguientes:

a Para planchas:

- 1.º Ensayo de esfuerzo cortante.
- 2.º Idem de flexión.
- 3.º Idem de forjado y taladrado.

b Para hierro de ángulo:

- 1.º Ensayo de esfuerzo cortante.
- 2.º Idem de flexión.
- 3.º Idem de forjado y taladrado.

c Para hierro de roblones:

- 1.º Ensayo de esfuerzo cortante.
- 2.º Idem de flexión y de forja.

2. El ensayo relativo á la facilidad de soldarse los hierros de ángulo, no es necesario ejecutarlo, pero sí es conveniente.

3. En los ensayos de flexión en caliente se manifiesta también el grado de resistencia á la rotura, á la temperatura del rojo, y no hay, por consiguiente, necesidad de efectuar un ensayo especial.

H.—HIERRO MALEABLE OBTENIDO POR FUSIÓN PARA CALDERAS DE VAPOR.

Hierro de fusión; plancha de hierro de fusión (material Bessemer, Martin ó Thomas) en lo que se refiere á su aplicación para las calderas de vapor, fijas, de locomotora ó marinas; en substitución del hierro forjado dulce ó plancha de hierro.

Este material deberá someterse á los siguientes ensayos y examen de sus caracteres:

1. El ensayo de esfuerzo cortante.

2. El ensayo de flexión en frío y al rojo. Las piezas de ensayo han de tener las aristas biseladas, y para planchas de más de 6 milímetros de espesor se practicará el ensayo de flexión alrededor de una cuchilla de 25 milímetros de diámetro, hasta alcanzar un ángulo determinado, valiéndose de una disposición mecánica, de efecto lento, dispuesta convenientemente.

Por medio de este ensayo puede juzgarse del valor del material en lo relativo á su elaboración, esto es, á la facultad de trabajarlo. La cuchilla, de 25 milímetros de diámetro constante, es cómoda para su empleo y está de acuerdo con las prescripciones generalmente admitidas.

3. El ensayo de flexión con el hierro templado se verifica de la manera siguiente:

Se toman las piezas de ensayo, previamente biseladas las aristas, y se calientan al rojo cereza (550° á 650° centígrados), se templan seguidamente en un baño de agua, á 25° centígrados, y luego se someten al ensayo como se indica en el párrafo 2.

La experiencia aconseja que en la construcción de calderas de vapor no se use el hierro de fusión más que con tal grado de ductilidad que la dureza que pueda adquirir por el temple sea muy insignificante y no presente ningún inconveniente para el ulterior trabajo del material. Si éste no resiste un esfuerzo cortante mayor de 38 á 42 kilogramos por milímetro cuadrado y 20 por 100 de dilatación, cumple probablemente con aquella condición; pero es más seguro examinarlo directamente.

4. El ensayo de forja (ensayo de aplanamiento) se efectuará siempre al rojo.

El ensayo con el taladro es innecesario, puesto que el agujerear las planchas de hierro de fusión debe evitarse, á causa de las grietas peculiares que se presentan alrededor del taladro.

5. *Adición.*—A las fábricas ó constructores que utilizan el hierro de fusión en la práctica se les recomienda que examinen también el material con respecto á la facilidad de soldarlo.

A la introducción general de este ensayo en la práctica, se oponen, ante todo la dificultad de ejecutarlo, y además, la dependencia que en el resultado tienen la destreza y experiencia de los operarios encargados de la operación y la circunstancia de que, si bien el hierro de fusión se deja soldar, no se obtiene jamás un resultado tan ventajoso que no sea preferible la costura con roblones.

Las planchas de hierro de fusión arrolladas y onduladas, según el procedimiento privilegiado de Fox, se obtienen ciertamente por soldadura, lo mismo que los hervidores usuales y los tubos para conducción de gas, fabricados con esta clase de hierro; pero hay que tener en cuenta que estos tubos se someten todos á los ensayos de prueba de piezas.

El hierro de fusión maleable no se puede templar, ó se hace en muy pequeño grado y á temperaturas mucho más bajas; pero esta condición ya se evidencia en el ensayo de flexión con temple.

El ensayo de las planchas de hierro de fusión recocido puede suprimirse, habiendo para ello las siguientes razones:

Las planchas de palastro no siempre se utilizan en estado recocido á causa de su elevado coste.

El arrollado se verifica con pequeño diámetro y en caliente.

Para el doblado de los bordes á mano se calienta el palastro, sólo parcialmente.

Los fondos curvos no se recuecen, y únicamente se hace con los fondos planos, á causa de los vicios que toman.

La existencia de alargamientos no puede determinarse por este ensayo.

Es difícil determinar la temperatura del recocido, y esto es tanto más sensible cuanto que aquella desempeña un papel muy importante en el proceso. Las mediciones de la temperatura harían los ensayos muy engorrosos, y al fin sólo se trata en todo caso de examinar el material en el estado de entrega.

Con respecto al ensayo del material en estado recocido, puede dejarse sentado que, á causa de la aparición de esfuerzos interiores en las planchas de hierro de fusión, sólo pueden obtenerse resultados comparables si el ensayo se verifica en aquel estado, que puede considerarse como el estado natural; además de que un mismo material, elaborado en planchas de poco espesor, da resultados distintos que en planchas de mayor grueso; y, final-

mente, que mediante la comparación de pruebas del material, en estado recocido y no recocido, pueden hacerse constar defectos que provengan de la falta de esmero en la fabricación.

No es indiferente el sitio de donde hay que tomar las piezas de ensayo de las planchas para calderas, ya hayan ó no estado en uso; sobre esto y sobre el modo cómo hay que efectuar las experiencias, debe observarse lo siguiente:

A Planchas planas no trabajadas:

Las piezas de prueba, en forma de barras longitudinales ó transversales, se tomarán de planchas ya cortadas por los lados y testers, y de planchas no cortadas, esto es, de las llamadas «planchas en crudo».

Al formar las piezas de prueba de planchas en crudo se desechará de los cantos exteriores, cuando menos, una zona de 30 milímetros.

El corte de las piezas de prueba puede hacerse valiéndose de la tijera común, para palastro, ó con el auxilio de una sierra de hierro.

Las que procedan de planchas curvadas, si están cortadas con tijera, se enderezarán en frío con auxilio de la prensa ó con mazos de madera, cobre ó plomo; cuidando, en las varillas destinadas al ensayo del esfuerzo cortante, de cepillarlas 5 milímetros por cada lado, con objeto de hacer que desaparezcan los desperfectos ocasionados por la tijera.

Las piezas de ensayo procedentes de planchas para calderas, supuesto también que se hayan cortado con tijera, se trabajarán como en el caso anterior, en lo que se refiere á su aplanado y cepillado. El recocido se efectuará si se pide expresamente.

B Planchas ya trabajadas total ó parcialmente y que han estado montadas:

1. Si mediante el ensayo han de hacerse constar las propiedades que tenía la plancha antes de emplearse, se tomarán las piezas de prueba de aquellos sitios en que el material no haya adquirido, á consecuencia del trabajo, espesores desiguales, y que hayan permanecido rectas á ser posible.

Si únicamente se puede disponer de una parte de plancha curva, se separarán de ella, con auxilio del berbiquí, del torno ó de la sierra circular, las piezas de prueba.

Si se dispone de planchas planas podrán sacarse las piezas de prueba por medio de la tijera.

En uno y otro caso se tratarán dichas piezas como se ha explicado anteriormente.

2. Si lo que se desea evidenciar por el ensayo son las cualidades mecánicas que han adquirido las planchas después de trabajadas, entonces no hay reglas generales, ni para el sitio de donde hay que sacar las piezas de prueba, ni tampoco respecto al procedimiento que se ha de seguir para cortarlas; pero se tomarán en consideración las bases enumeradas anteriormente.

J.—ALAMBRES.

Los alambres se someterán:

1. A la prueba de esfuerzo cortante.
2. A la de torsión con máquinas especiales.
3. A la de flexión por ensayos repetidos, en sentidos opuestos, hecha también con máquinas especiales alrededor de una cuña de 5 milímetros de diámetro.

Con la imposición del empleo de una cuña de diámetro determinado desaparece la detestable costumbre de fijar el alambre en un tornillo de ajustador, moviéndolo de un lado para otro para doblarlo sobre las aristas de las tenazas del mismo.

El aparato usado en América para el ensayo de alambres, sobre el que informó en la Conferencia de Viena el ingeniero Sr. Henning, de New-York, pasó á la Comisión permanente para que informe ampliamente en la próxima Conferencia.

K.—CABLES.

Los cables se someterán:

1. Al ensayo de esfuerzo cortante.
2. Al de su resistencia contra golpes y choques en sentido longitudinal.

El ensayo de flexión para los cables podría tener valor únicamente en el caso de establecerse como ensayo de duración, pero esto es difícil de ejecutar prácticamente, y además es innecesario, puesto que ya se había ensayado cada uno de los alambres componentes á la flexión repetida en sentido opuesto.

I.—MEDICIONES EN EL ENSAYO DEL ESFUERZO CORTANTE.

1. En este ensayo hay que medir:
 - a La resistencia á la tracción.
 - b La contracción en el punto de rotura.
 - c La dilatación después de la rotura (véase artículo **M**, párrafo I).
 - d Los límites de elasticidad y de proporcionalidad.
2. Se recomienda que se recoja la mayor suma posible de valores unitarios para la formación del diagrama de trabajo, á no ser que este mismo diagrama resulte por el empleo de aparatos adecuados.
3. Al formar el diagrama se concederá especial importancia á dejar consignada la velocidad con que se ha formado.
4. En la formación del diagrama se determinarán, tan exactamente como sea posible, los cinco puntos siguientes:
 - a Límite de proporcionalidad.
 - b Límite de dilatación.
 - c Principio del estrechamiento.
 - d Carga máxima (caída de la balanza).
 - e Límite de rotura.
5. El contenido del diagrama de trabajo ha de extenderse hasta el límite de rotura.

Únicamente tiene valor práctico el trabajo que ejerce la varilla hasta el principio del estrechamiento; á partir de este punto, casi todo el trabajo se encuentra en el punto estrechado. No obstante, es este último trabajo tan insignificante en la mayor parte de los materiales, que la prolongación del diagrama hasta la rotura no puede ocasionar ningún error notable, y por consiguiente, se continúa aceptando este límite, habida consideración á las dificultades que ofrece la determinación del momento de carga máxima.

Además es de desear que se estudie separadamente la parte del diagrama que corresponde á la marcha del estrechamiento; por cuanto es posible que se puedan hallar relaciones entre la dilatación local que aparece después de iniciado el estrechamiento y el trabajo que este proceso ha requerido.

M.—FORMA DE LAS VARILLAS EN EL ENSAYO DE ESFUERZO CORTANTE.

1. Las varillas de hierro redondo se confeccionarán de cuatro tipos distintos, esto es, de 10, 15, 20 y 25 milímetros, según la necesidad y posibilidad. La longitud de la parte cilíndrica, llamada longitud de uso, excederá de la longitud sobre que se ha de medir la dilatación, por lo menos en 10 milímetros por cada extremo. Esta longitud de medición l deberá tomarse proporcionalmente á la raíz cuadrada de la magnitud f de la sección, con objeto de obtener la dilatación independiente de la figura y magnitud de la sección, y se determinará la longitud de medición tomando por base la varilla de ensayo, aceptada ya universalmente, de 200 milímetros de longitud de medición, ó sean 220 milímetros de longitud de uso en

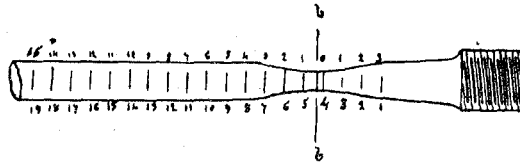
$$l = 11,3 \sqrt{f}.$$

La dilatación se medirá en dos lados opuestos de la varilla, de tal manera, que por cada lado alcance la medición hasta el punto extremo de la rotura en cada uno de los fragmentos; se sumarán dos á dos las longitudes parciales de cada lado y de ambas sumas halladas se sacará el promedio.

Si la rotura tiene lugar fuera del tercio central de la longitud de medición, se desechará el ensayo, ó bien se seguirá un procedimiento análogo al que se describirá luego; el cual, claro está que supone que en la varilla se ha marcado, no solamente la longitud de uso y la de medición sinó también una graduación en centímetros.

Si suponemos que la rotura ha tenido lugar, como se indica en la figura adjunta, entre las cuarta y quinta divisiones, partiendo de la hipótesis de que las deformaciones de las secciones longitudinal y transversal se han efectuado de un modo simétrico con respecto al eje de rotura, y numeramos las divisiones como se representa en la figura, esto es, to-

mando como origen el eje de rotura, se puede, sin acudir á ulteriores operaciones, medir la longitud entre las divisiones 1 y 5, y además, también $0b + b1$, ó bien la longitud entre las divisiones 1 y 10 y además igualmente $0b + b1$, según se haya de determinar la dilatación correspondiente á 10 ó 20 centímetros. En cambio hacia la derecha solamente puede medirse la longitud entre las divisiones 0 y 3, completándola con la longitud equivalente por la izquierda entre las divisiones 3 y 5 ó 3 y 10, según que la dilatación se haya de medir con relación á una longitud primitiva de 10 ó de 20 centímetros. De este modo se habrá medido



la varilla aproximadamente como si la rotura se hubiese efectuado en la parte central.

Aquella división de la longitud de uso, así como este método de medición para hallar la dilatación, se practicarán igualmente en dos lados opuestos de la varilla.

2. La longitud de uso y de medición de varillas de hierros planos se tomarán en relación con las magnitudes de la sección y tan grandes como para los hierros redondos; por lo tanto según la fórmula

$$l = 11,3 \sqrt{f}.$$

También la división de las varillas y la medición de la dilatación, después de la rotura, se efectuará como en las varillas de hierro redondo.

Se recomienda para las varillas de hierro plano medir la dilatación, tanto en las dos caras estrechas como en una de las anchas, y por separado el promedio de las dos primeras mediciones y el resultado de la última.

3. En los casos en que pueda elegirse libremente el ancho y el grueso del hierro plano, se fijará para aquél el de 30 milímetros y para éste el de 10 milímetros, admitiéndose, en general, como tipo normal la sección de 30×10 milímetros.

En vez de la anchura normal, antes usada, de 50 milímetros, se fija ahora la de 30 milímetros, en consideración á las máquinas de prueba pequeñas, que especialmente están en uso en los establecimientos metalúrgicos, las que no pueden desarrollar una fuerza superior á 50 toneladas.

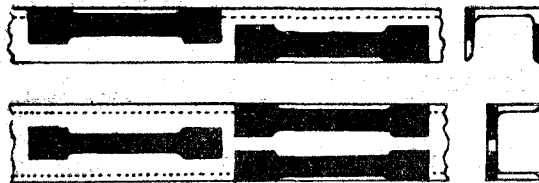
4. Cuando el grueso no se puede variar, por ejemplo, en los palastros, se dará á las varillas, cuyo grueso no exceda de 24 milímetros, una anchura de 30 milímetros; á partir del espesor de 25 milímetros en adelante se tomará el grueso como anchura de la varilla y el nuevo grueso se fijará en 10 milímetros.

Para no perder en este último caso la capa del laminado, deberán ensancharse las varillas de prueba en el grueso, formando de esta manera las cabezas de sujeción.

Excepcionalmente podrán tomarse por límites, en vez de los anteriormente fijados de 24 y 25 milímetros, 16 y 17 para aquellos casos en que únicamente se disponga de aparatos de menos fuerza de la necesaria para los primeros.

5. De los hierros de pequeñas dimensiones, ya sean planos, de ángulo, de T sencilla ó doble, de U, zorés, etc., se cortarán las varillas de prueba de 30 milímetros de anchura de sección, en sentido longitudinal de aquellos. Cuando se trate de hierros de mayores dimensiones que permitan cortar más de una varilla en sentido transversal, estas piezas de prueba se cortarán en los hierros de ángulo de sus dos ramas; en los de U, de sus dos ramas y de su base; en los de T sencilla ó doble, de su nervio y tablas, de manera que en definitiva resulte sometida á prueba toda la sección de aquellos hierros.

La figura siguiente da una idea de la manera de ejecutar esta operación en un hierro en U.



6. La capa del laminado, como principio general de que no hay que prescindir en ningún caso, se conservará.

N.—ENSAYOS DE FLEXIÓN.

La máquina de efecto lento con que debe efectuarse el ensayo de flexión (véase en o, E 2) ha de cumplir con las siguientes condiciones:

Pueden usarse aparatos de presión central entre dos apoyos ó por presión en un extremo con apoyo en el otro.

Los aparatos deberán poder aplicarse con facilidad y rapidez.

El punto que ha de sufrir la flexión en mayor grado ha de ser bien visible.

La flexión ha de poder ir aumentando de una manera continuada y lenta.

En la flexión sobre una cuña ha de ser el diámetro tan pequeño como sea posible.

Las piezas de ensayo han de afectar una sección rectangular con una relación entre anchura y grueso de 3 á 1 y tener sus aristas redondeadas.

En los hierros de roblones y cuadrados las secciones deberán permanecer intactas.

Los ensayos en caliente se ejecutarán con tanta velocidad como sea posible.

Para los ensayos en frío no tiene importancia la velocidad en la ejecución.

Para determinar la deformación no se reconoce como suficiente el ángulo de flexión, sino que se debe tomar también en consideración el radio en la parte convexa. Este puede determinarse, ó bien por plantillas ó bien por mediación directa de la tensión en la parte dilatada.

La comisión permanente ha de investigar todavía, deducido de la ejecución de los ensayos de comparación pendientes, el método más apropiado y más sencillo, é introducir en sus estudios los ensayos sobre piezas averiadas.

Queda también confiado al estudio de la Comisión permanente el tema así enunciado:

Investigación de los medios y procedimientos más convenientes para poder explicar la conducta, á veces de todo punto anormal, que ofrece el hierro de fusión, maleable, que se evidencia con harta frecuencia por roturas inesperadas, á pesar de que los ensayos de cualidad del material, tomado de los extremos de las varillas de prueba, ofrecen resultados normales. Es preciso pedir á las autoridades, administraciones, etc., que en tales ocasiones se sirvan poner á disposición de la Conferencia los materiales correspondientes para examinarlos detenidamente desde todos los puntos de vista, incluso el del análisis químico.



III.

Ensayos de la fundición.

1. Las piezas de ensayo para el examen del hierro fundido se harán de la forma de varillas prismáticas, de 110 centímetros de longitud (100 centímetros de longitud de medición) y de sección cuadrada de 3 centímetros de lado. Deberán ir provistas de suplementos de 25×25 milímetros de sección, de los cuales se cortarán, si el caso lo requiere, dados de 25 milímetros de lado para ensayos de compresión.

Mayores dimensiones en la sección serían de desear, así para los ensayos de flexión como para las piezas de ensayos de tracción; pero se han aceptado aquéllas para guardar consonancia con los ensayos de Wachler, que constituyen los fundamentos de esta clase de estudios.

2. Estas varillas de ensayo se fundirán en posición ligeramente inclinada, con una inclinación ascendente de la caja del molde de 10 centímetros por metro de longitud.

Las varillas de Wachler están fundidas verticalmente; pero se ha observado con este procedimiento que algunas clases de hierro se enfrían demasiado pronto si se llena el molde en sentido ascendente, y para llenar el molde desde su parte superior falta experiencia.

También depende, probablemente, de la manera de hacer la fundición, de la destreza del fundidor y del moldeador, así como de la naturaleza del hierro fundido.

3. La altura de presión, medida como altura de la cabeza perdida en el punto de inversión, ha de ser de 20 centímetros.

4. El hierro fundido se verterá en moldes de arena seca.

5. En los ensayos hay que determinar:

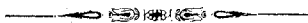
a La resistencia á la flexión y trabajo hasta la rotura de tres varillas de prueba.

b La resistencia á la tracción, examinada en piezas de ensayo obtenidas de las mismas varillas rotas que han sufrido ya la prueba anterior. Con este objeto se confeccionarán de cada una de las barras anteriores dos varillas redondas, de 20 milímetros de diámetro y 200 milímetros de medicion.

c La resistencia á la compresión probada en cubos de 3 centímetros de lado (2,5 centímetros), también fabricados con las piezas rotas del ensayo *a*, formando dos cubos de cada barra. La presión se efectuará paralelamente á la longitud de la barra.

6. Las varillas para el ensayo de flexión y los cubos destinados á determinar la resistencia á la compresión, conservarán la película de fundición.

Los objetos fabricados especialmente con hierro fundido, como, por ejemplo, los cojinetes para puentes, tubos para conducciones de agua, etcétera, se someterán á pruebas especiales correspondientes al objeto á que se les destina.



IV.

Ensayos de cobres, bronces y otros metales y aleaciones.

1.—COBRES.

Para determinar la bondad del cobre en forma de planchas, chapas, barras y alambres, se consideran necesarios los ensayos siguientes:

A Cobre en planchas, chapas y barras.

- 1.º Ensayo de esfuerzo transversal.
- 2.º Ensayo de flexión en frío.
- 3.º Ensayo de flexión en caliente.

B Cobre en alambre.

- 1.º Ensayo de esfuerzo cortante ó transversal.
- 2.º Ensayo de flexión.
- 3.º Ensayo de torsión.

Estado del material.

Los ensayos se efectuarán en el estado de recepción del material, ó bien para los del material *A* en estado recocido.

Para determinar las cualidades del material en estado natural, hay que recocer las piezas de ensayo, y para conseguirlo, se procederá, después de haber separado las piezas de prueba correspondientes y antes de trabajarlas definitivamente, á caldearlas en un horno hasta una temperatura de 600° á 700° centígrados (pero no más allá), dejándolas después enfriar al aire hasta que desaparezca el caldeo, acabándolas de enfriar en agua que esté á la temperatura de 15° centígrados.

Piezas de ensayo.

Las piezas de prueba se separarán de la principal en frío con sierra, lima ó máquina útil, teniendo cuidado en evitar todo lo posible que haya

que enderezarlas posteriormente. De cualquier modo que sea, si hay que enderezarlas, se hará con sumo cuidado y se emplearán en esta operación exclusivamente mazos de madera ó de cobre.

Si el ensayo ha de tener lugar en estado de reblandecimiento no habrá inconveniente en calentar las piezas para enderezarlas, las que una vez que afecten la forma definitiva se deberán calentar de nuevo para establecer el estado de reblandecimiento que se desea en el ensayo.

Forma y fabricación de las piezas de prueba.

La longitud de medición l se tomará para las barras de prueba, como hemos dicho para las de hierro y acero (véase o en II, **M 1**) según la fórmula

$$l = 11,3 \sqrt{f}.$$

Puesto que la fabricación de las piezas de prueba tiene una gran influencia en el resultado de los ensayos, es preciso que la última mano que se dé á aquellas, para que adquieran la forma definitiva, se verifique con la mayor precaución, poniendo especial cuidado en que las herramientas de acero de las máquinas no interrumpan nunca su marcha dentro de la longitud definitiva de la pieza, y que las últimas virutas que se corten sean tan ténues como sea posible. Las varillas se separarán en sentido longitudinal y por último se lijarán con papel de esmeril fino.

En las piezas para los ensayos de flexión en frío y en caliente se redondearán con la lima las aristas de la parte que ha de sufrir la flexión.

Se recomienda asimismo que se redondeen las aristas á 1 milímetro de radio en las piezas de hierro plano destinadas á los ensayos del esfuerzo cortante.

Ejecución de las pruebas.

El ensayo del esfuerzo cortante y la medición de la dilatación, tienen lugar como se ha dicho para el hierro dulce y el acero.

El ensayo de flexión en frío se verificará sobre una cuña cuyo diámetro sea igual al grueso de la plancha, chapa, barra ó alambre, y no se ejecutará á una temperatura inferior á 10° centígrados.

En los ensayos de planchas, chapas y barras, en los cuales las piezas

hayan sufrido una flexión hasta de 180°, se continuará la flexión hasta que las caras interiores lleguen á ponerse en contacto.

Los ensayos de alambres, en cuanto á la flexión, se ejecutarán como las del alambre de hierro y acero.

El ensayo de flexión en caliente debe practicarse con piezas caldeadas al horno hasta el rojo cereza. Estas piezas se doblarán hasta la aparición de grietas ó hasta que estén en contacto sus caras interiores.

El ensayo de torsión se verificará con arreglo á las prescripciones establecidas para el mismo ensayo de los alambres de hierro y acero.

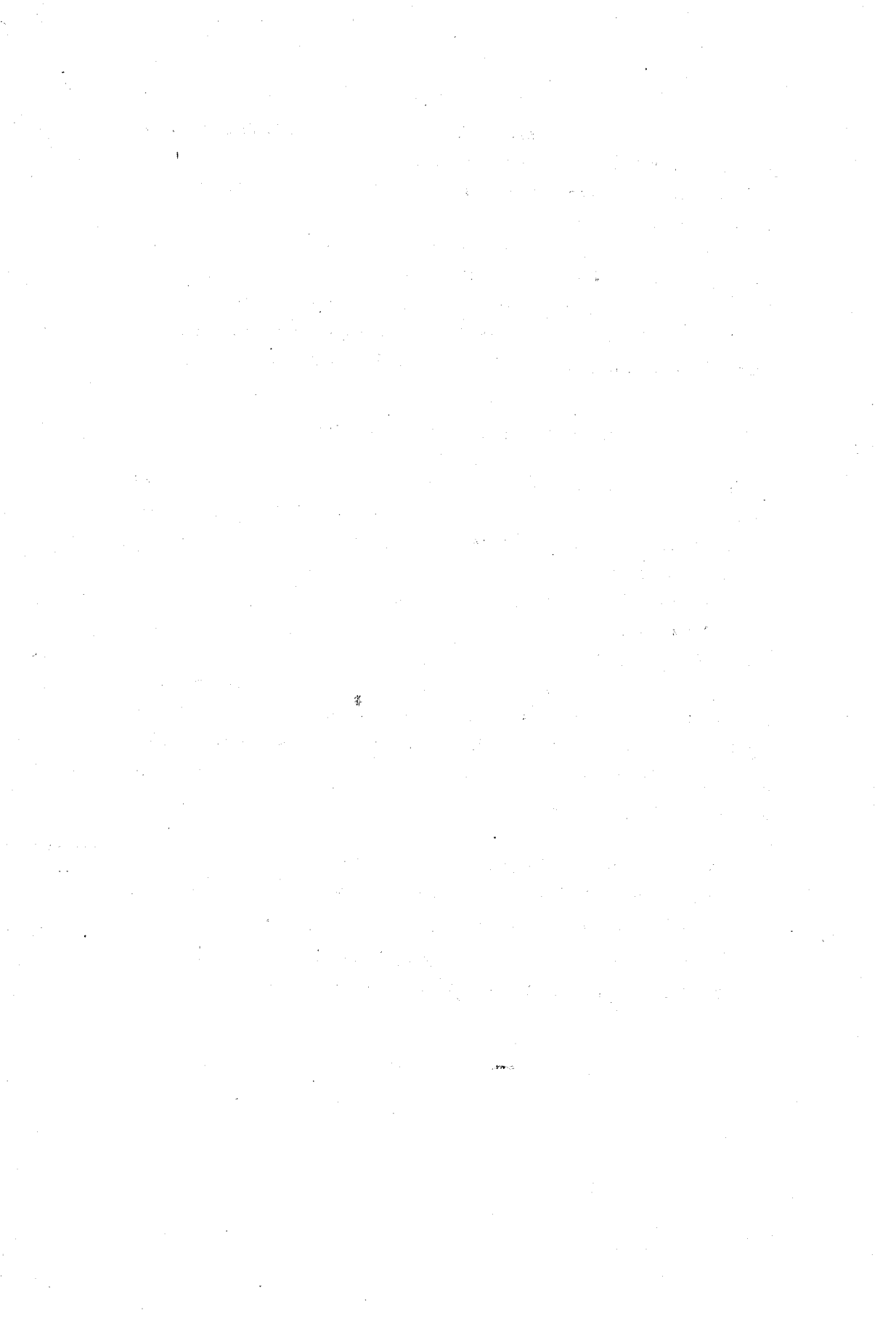
2.—METALES Y ALEACIONES VARIAS.

Para determinar la bondad de los metales y aleaciones que tienen su aplicación en la construcción de máquinas, obras, ferrocarriles y buques, se consideran necesarios los siguientes ensayos:

- 1.º Ensayos de esfuerzo cortante.
- 2.º Ensayos de compresión.
- 3.º Ensayos de flexión.
- 4.º Ensayos de flexión en frío y en caliente.

Según las propiedades de los materiales que hayan de examinarse se asimilarán los ensayos á los correspondientes descritos para el hierro fundido, ó á los de cobre, observando las disposiciones dadas en su lugar. En el primer caso se recomiendan los ensayos 1.º á 3.º, y en el segundo los ensayos 1.º, 2.º y 4.º

La evaluación de la prueba de batido (Stanchprobe) y el establecimiento de disposiciones especiales para su ejecución no solamente en lo referente al ensayo del cobre, bronce y otros metales y aleaciones, sino también al hierro y al acero, se ha resuelto pase á la subcomisión para su estudio.



V.

Ensayo de maderas.

1. Son datos principales para el informe técnico de las maderas, en cuanto es posible:

Indicación de la región forestal y del punto preciso en que ha crecido el árbol del que se ha sacado la madera que se quiere examinar.

Situación del árbol con relación á los próximos, es decir, si estaba en la espesura del bosque ó en sitio más claro ó despejado.

Parte del árbol de que procede.

Edad del árbol y época de su corta.

2. Para razonar un informe técnico sobre maderas se necesitan, á causa de la gran diversidad de caracteres que presentan las plantas y aun las piezas sueltas, tres ensayos por lo menos.

3. De toda pieza de prueba se describirán los caracteres exteriores apreciables á la vista; esto es:

A De la sección longitudinal, ó mejor de la superficie de hendidura, se especificarán los caracteres siguientes:

a Si las fibras están en línea recta ó no.

b Existencia y naturaleza de los nudos.

B Con respecto á la sección transversal, se indicará:

c En maderas no resinosas, de poros circulares y en todas las variedades de pino:

α El ancho medio radial de las capas ó anillos.

β Si este ancho aumenta ó disminuye.

γ Si la disposición de los anillos es concéntrica ó excéntrica.

δ En las maderas de pino, cuál es la relación aproximada, en lo que se refiere á los anillos, entre la madera de otoño y la de primavera.

4. En cada pieza de ensayo se determinará no sólo el peso específico correspondiente al grado de humedad que tenga en el momento en que se examine, sino el que corresponde también al estado de sequedad entre 101° y 105° centígrados.

Igualmente se indicará el grado de humedad que tenga la pieza de ensayo en el momento de efectuarlo, con relación al grado de sequedad absoluta.

5. Sirven de medida para determinar la resistencia y bondad de la madera los ensayos de compresión y de flexión.

a. La prueba de compresión se efectuará con cuerpos prismáticos de 10×10 centímetros de sección y 15 centímetros de longitud, con caras perfectamente paralelas, centrando las piezas exactamente.

b. El ensayo de flexión se ejecutará con piezas prismáticas de 10×10 centímetros de sección y 160 centímetros de longitud, entre apoyos que estén á 150 centímetros de distancia.

La fuerza se aplicará valiéndose de una pieza jinete, montada sobre la de ensayo, de 2 centímetros de grueso y 20 centímetros de longitud, debiéndose evitar que los demás elementos auxiliares tengan alguna influencia perturbadora de la operación.

La flexión se continuará hasta la rotura.

Las roturas parciales de haces de fibras aislados no se considerarán como rotura de la pieza, así como tampoco las desgajaduras de la superficie.

c. La tensión de la flexión, en el momento de la rotura, se medirá por la fórmula de la flexión, supuesta verdadera hasta dicho instante.

d. Para medir la bondad ó la calidad del material sirve la prueba de flexión por su trabajo desarrollado sobre la pieza de las dimensiones señaladas, expresándose aquel trabajo por el diagrama de flexión, continuado hasta el valor máximo de la fuerza de flexión.

6. Para el examen de troncos enteros, cuyas capas aisladas son de diferente naturaleza, con objeto de hallar un término medio que corresponda á todo el tronco, se tomarán por lo menos dos piezas de la región central del tronco y dos de las capas exteriores, cortándose estas últimas de tal modo que sus aristas exteriores correspondan á la perifería del tronco.

7. En los ensayos de flexión y de bondad del material, se presentarán dibujos de la posición de los anillos con relación á la dirección de la fuerza.

La flexión se efectuará para la altura en dirección radial y en sentido de dentro á fuera.



VI.

Ensayos de los materiales de construcción naval.

1. Los materiales de hierro dulce para construcciones navales, tales como planchas y chapas, hierro de ángulo, barras labradas y hierro en roblones, se examinarán:

- a* Por el ensayo de tracción.
- b* Por el de flexión en frío.
- c* Por el de flexión al rojo ó por el de la forja.

2. Los materiales de hierro y acero de fusión para la misma clase de construcciones, tales como las chapas y planchas, hierros de ángulo, barras labradas y hierro de roblones, se ensayarán:

- a* Por la tracción.
- b* Por la flexión en frío.
- c* Por la flexión al rojo ó por la forja.
- d* Por el temple y flexión.

e Se recomienda á todas las fábricas que hagan uso en la práctica del hierro de fusión, que examinen también este material desde el punto de vista de la facilidad de soldarse.

La ejecución del ensayo de resistencia se verificará con barras normales y en el mismo estado en que se encuentre el material que se presente á la recepción.

Las piezas que hayan de utilizarse en los ensayos de flexión se prepararán exactamente de la misma manera que se ha indicado para los ensayos de las planchas de calderas (véase en II, **G** y **H**).

El ensayo de temple y flexión se ejecutará del mismo modo que en las planchas de calderas, sin más diferencia que la flexión se habrá de producir con un aparato de efecto lento y un radio de la superficie interior dependiente del espesor de la plancha.

THE HISTORY OF THE UNITED STATES

The history of the United States is a story of growth and change. From the first settlers to the present day, the nation has evolved through various stages of development. The early years were marked by exploration and the establishment of colonies. The American Revolution led to the birth of a new nation, and the subsequent years saw the expansion of territory and the growth of industry.

The American Revolution was a pivotal moment in the nation's history. It was a struggle for independence from British rule, and it resulted in the adoption of the Constitution. The Constitution established a system of government that has lasted to this day.

The American Civil War was another major event in the nation's history. It was a conflict between the North and the South over the issue of slavery. The war ended in 1865, and it led to the abolition of slavery and the Reconstruction era.

The American Civil War was a defining moment in the nation's history. It was a struggle for freedom and equality, and it resulted in the passage of the Civil Rights Act. The Civil Rights Act was a landmark piece of legislation that protected the rights of African Americans.

The American Civil War was a defining moment in the nation's history. It was a struggle for freedom and equality, and it resulted in the passage of the Civil Rights Act. The Civil Rights Act was a landmark piece of legislation that protected the rights of African Americans.

The American Civil War was a defining moment in the nation's history. It was a struggle for freedom and equality, and it resulted in the passage of the Civil Rights Act. The Civil Rights Act was a landmark piece of legislation that protected the rights of African Americans.

VII.

Ensayos de las piedras.

A. — DE LAS ROCAS EN GENERAL.

Las rocas se examinarán según los principios convenidos respecto de su resistencia al barreno, esto es, resistencia á la explotación de la cantera.

Este examen se efectuará de la manera siguiente:

1. Métodos de ensayo.

Los ensayos para determinar la resistencia al barreno, se practicarán:

a Mediante un aparato de choque, ó bien

b Mediante una perforadora rotatoria.

Como aparato de choque, se recomienda el que ha aplicado el ingeniero de minas, sajón, Sr. Hausser, en Zankerrode, para sus ensayos sobre la resistencia de las rocas al barreno, que se halla representado y descrito en la revista *Deutschen-Berg-und Hüttenmannischen Zeitung*, 1882, números 33 y 34. Con este aparato ú otro análogo, ó con el auxilio de una perforadora de rotación, se obtiene el trabajo en kilográmetros que se ha invertido en barrenar un espacio determinado.

2. Determinación del trabajo más favorable antes de proceder á los ensayos, propiamente dichos, de resistencia.

Puesto que para una roca dada y para determinado diámetro de perforación, son de gran influencia en el desarrollo mínimo de trabajo:

a El momento de caída en el ensayo de choque, ó bien la presión y la velocidad empleados para el avance de la perforadora rotatoria; y luego,

b La figura y ángulo del corte del cortafrío ó de los dientes del taladro; y

c El número de aplicaciones de la barrena en la perforación ó choque.

Se recomienda la investigación, por medio de pruebas preliminares, de las combinaciones pertinentes más adecuadas.

Sirva de punto de partida, como dato, que para un agujero de 25

milímetros, taladrado á golpe, el momento de caída más conveniente está entre 6 y 9 kilográmetros; y que en la perforación rotatoria, la presión más conveniente fluctúa entre 30 y 130 atmósferas.

Asimismo se tendrá presente que el ángulo de la cuña en las barrenas de golpe está comprendido entre 70° y 110°, y la relación de aplicación entre $\frac{1}{30}$ y $\frac{1}{6}$ del círculo completo, y que en las perforadoras rotatorias usuales el diámetro más favorable del agujero producido por la barrena está comprendido entre 40 y 80 milímetros.

3. Disposiciones especiales convenidas.

Fijado ya, mediante estas pruebas preliminares, el método de trabajo más adecuado para una roca dada, se elegirá como tipo para barrenado de choque el agujero de 25 milímetros de diámetro, correspondiente al que resulta abierto á dos manos. Sin embargo, para examinar si la luz del agujero tiene influencia, y, en caso afirmativo, hasta qué punto la tiene en el trabajo de barrenado, por unidad de espacio de barrenado, se emplearán también mayores calibres, y se recomiendan para ello las dimensiones de 35, 45 y 65 milímetros, correspondientes á los valores medios de los barrenos abiertos á cuatro y á seis manos, y de los barrenos de las perforadoras de choque.

Si en el barrenado de choque se examinan estos calibres mayores, servirá de guía la ley de las resistencias proporcionales aplicada á ellos, no sin haber hallado empíricamente el momento de caída más apropiado al obligado agujero de 25 milímetros.

Para las perforadoras rotatorias no puede recomendarse ningún calibre tipo, en consideración á los diferentes modelos existentes de aquellas máquinas. Sin embargo, será conveniente procurar, en lo posible, asimilarse á los calibres de las perforadoras de choque, de 45 y 65 milímetros.

4. Ensayos múltiples.

Para los efectos de la información es conveniente que las rocas examinadas en cuanto á su resistencia al barrenado, lo sean también en lo que se refiere á su resistencia á la compresión, á la elasticidad y al esfuerzo cortante.

5. Tabla de perforación.

Para consignar los resultados de los ensayos, se fija la siguiente tabla tipo:

Tabla modelo de perforación.

1	Descripción de la roca, en lo que se refiere á su naturaleza geológica y mineralógica.
2	Clasificación de la roca desde el punto de vista minero (fuerte, muy fuerte, fuertísimo).
3	Textura de la roca (por ejemplo, de grano grueso ó fino; disposición de las capas en sentido paralelo, perpendicular ú oblicuo, con respecto al eje del taladro).
4	Peso específico de la roca.
5	Luz del barreno á choque.
6	Luz del agujero y calibre de la herramienta en la perforación rotatoria.
7	Cortafriós rectilíneos ó curvilíneos, en la perforación por golpe.
8	Ángulo del corte con la perforación por choque.
9	Número de las aplicaciones en la perforación por choque.
10	Caída del choque en esta perforación.
11	Altura media de caída en la perforación por choque.
12	Número de golpes dados para alcanzar la profundidad observada del agujero, en la perforación por choque.
13	Número y figura de los dientes en la perforación rotatoria.
14	Indicación de las presiones y de las velocidades, con las que han trabajado las máquinas perforadoras rotatorias.
15	Profundidad taladrada.
16	Trabajo de perforación, calculado ó indicado en kilográmetros, por metro cúbico de espacio perforado. (Para las perforadoras rotatorias se contará únicamente el espacio anular.)

B.—PIEDRA DE CONSTRUCCIÓN.

a Piedra de construcción natural.

1. Con la clasificación petrográfica y geológica se indicará también

la cantera y el banco de que ha sido arrancada la piedra que se debe examinar.

Del propio modo se consignará la época de su arranque y el tiempo que haya permanecido en depósito.

En el caso de presentar la piedra húmeda en la cantera, se efectuará el arranque en la estación seca.

Toda vez que es más difícil á los encargados del ensayo comprobar la exactitud de los datos presentados referentes á la naturaleza mineralógica de la piedra, se recomienda se prescinda de esta comprobación mientras no se exija expresamente, haciéndolo constar de una manera ú otra en el certificado de ensayo.

Por otra parte, es también conveniente que si se hallan errores patentes en la clasificación mineralógica se comuniquen al peticionario del ensayo, á fin de que se puedan corregir oportuna y convenientemente.

Por causas parecidas se recomienda, en casos dados, prescindir de la comprobación de los datos que se refieren al banco y á la cantera de donde proceden las muestras que se han de ensayar, consignándose entonces en el certificado las expresiones: «según declaración, tomado de la cantera..... banco.....»

2. Se recomienda á los encargados del ensayo que se informen, antes de proceder al mismo, de la aplicación que piensa dar al material, el remitente de las muestras (construcciones, aceras, machaqueo, etc.), procediendo luego al ensayo en consonancia, sin sujetarse estrictamente á la petición, redactada muchas veces sin tener en cuenta aquella aplicación.

3. Las piedras destinadas á la construcción, bien sea en cimientos ó en muros, se estudiarán con relación á su resistencia á la compresión, preparándose para ello las muestras en forma de cubos, con las caras de presión ó asiento perfectamente cepilladas, y colocándose entre las placas sin interposición alguna de otros cuerpos. Una de las placas deberá tener movimiento libre en todos sentidos y direcciones.

La resistencia á la compresión se examinará según sea la aplicación que deba darse á la piedra, perpendicular ó paralelamente al yacimiento, ó en ambas direcciones, y para cada una se ensayará, por lo menos, sobre tres piezas de prueba.

Estas serán, en lo posible, grandes, correspondientes á las resisten-

cias de la piedra y del esfuerzo máximo de la máquina. Sin embargo, para piedras menos fuertes bastará una magnitud de 10 centímetros de lado.

4. También deberán comprobarse, valiéndose de piezas prismáticas, las contracciones correspondientes á las presiones progresivas de intervalo en intervalo, con objeto de poder trazar con arreglo á los datos obtenidos el diagrama del trabajo. Por medios análogos se practicarán los ensayos de tracción y flexión.

5. Los cuerpos de ensayo se utilizarán en estado perfectamente seco á 30° centígrados, hasta obtener el peso constante.

6. Se hallará el peso específico después de seca la piedra á 30° centígrados.

7. El ensayo de resistencia á las heladas se comprobará con piezas de una magnitud conveniente, puesto que la permeabilidad y la acción de las heladas depende de la magnitud de la superficie expuesta á una y otra, fijándose por este motivo y por la relación que hay con los cuerpos de ensayo de cemento, una longitud de arista de 7 centímetros.

Únicamente para piedras muy duras se tolerarán excepcionalmente dimensiones menores, sobre todo teniendo en cuenta que no suelen tales piedras ofrecer dudas por lo que á las heladas se refiere.

8. El ensayo de resistencia á las heladas, consiste:

a En la determinación de la resistencia á la compresión de las piedras saturadas de agua y su comparación con las mismas piedras en estado de sequedad.

b En la determinación de la resistencia á la compresión de las piedras secas, después que hayan resistido veinticinco heladas y deshielos sucesivos, comparando el resultado con la resistencia á la compresión de las mismas piedras en estado de sequedad.

c En la determinación de la pérdida de peso de las piedras que han sufrido veinticinco heladas, considerando en esta operación las partes componentes separadas mecánicamente por causa de dichas heladas, así como también las solubles en una cantidad de agua determinada.

d Para el exámen de las piedras heladas se acudirá al microscopio para observar si se han formado grietas ó erosiones.

9. Para el ensayo de resistencia á las heladas se utilizarán:

Seis piezas para el ensayo de compresión en estado de sequedad, de

las cuales se aplicarán la mitad á la compresión paralela al yacimiento, y la otra mitad á la compresión perpendicular al mismo, si es que estos ensayos no se han verificado ya. (Véase antes el número 3.)

En tales pruebas puede admitirse, con relación á la proporcionalidad, que las piezas sean mayores de 7 centímetros de lado, empleándose:

Seis piezas de ensayo para la compresión en estado de saturación, pero no heladas, aplicando aquella fuerza igualmente que antes, es decir, en tres paralelamente al yacimiento, y en las otras tres en sentido perpendicular.

Seis piezas para los ensayos de heladas, las cuales se someterán la mitad á compresión paralela y la otra mitad á compresión normal al yacimiento.

10. En la ejecución de las pruebas de heladas se tendrán en cuenta los siguientes detalles:

a Para la admisión del agua se sumergirán los cubos, primeramente sólo 2 centímetros y se acabarán de sumergir luego lentamente.

b Para la inmersión se empleará agua destilada á la temperatura de 15° á 20° centígrados.

c Los cuerpos de ensayo saturados se expondrán á una temperatura de — 10° á — 15° centígrados.

d La duración de la influencia del frío será cada vez de cuatro horas, exponiendo el cuerpo de ensayo en estado de saturación perfecta.

e El deshielo tendrá lugar en una determinada cantidad de agua destilada á la temperatura de 15° á 20° centígrados.

11. El ensayo de las piedras, con respecto á las influencias atmosféricas, puede suprimirse si se han sometido á los ensayos de resistencia á las heladas; en cambio está indicada la observación atenta de los correspondientes fenómenos de la naturaleza; así como el acopio de las experiencias que se hayan podido hacer con materiales ya empleados. En especial se estudiará la influencia:

a Del sol, en sus efectos de agrietar y resquebrajar las piedras;

b Del aire, por la acción del ácido carbónico;

c De la lluvia y humedad, en cuanto al desgaste y descomposición de las piedras;

d De la temperatura.

b Piedra artificial.

α α Ladrillos y barros cocidos.

1. Para el ensayo de ladrillos, en general, se elegirán siempre los menos cocidos.

2. Los ladrillos se someterán á examen para la resistencia á la compresión en piezas aproximadamente cúbicas, que se obtendrán por superposición de dos medias piezas unidas por una tenue capa de cemento Portland puro, igualándose las superficies de compresión por otras capas del propio cemento en las mismas condiciones.

Se someterán á este ensayo lo menos seis piezas.

3. Se determinará el peso específico de los ladrillos.

4. Como comprobación de la uniformidad del material, se determinará su porosidad.

Con este objeto se secarán primeramente y se sumergirán después en agua, hasta la saturación. Para ello se tomarán 10 piezas, se secarán por completo sobre una plancha de hierro y se pesarán, teniéndolas después de esta operación durante veinticuatro horas en agua, de tal modo, que el nivel de ésta alcance hasta la mitad de las caras del ladrillo. Después de esto, se tendrán durante otras veinticuatro horas completamente sumergidas, hecho lo cual se secarán superficialmente y se pesarán de nuevo, determinándose así, por término medio, la cantidad de agua que admiten.

La porosidad se calculará por unidad de volumen; pero se indicará siempre el peso de agua absorbida en unidades por ciento.

5. El ensayo de resistencia á las heladas se verificará de la manera siguiente:

a Cinco de los ladrillos saturados anteriormente se someterán en este estado á la prueba de compresión.

b Los otros cinco se colocarán en un armario frigorífico que permita llegar á una temperatura por lo menos de -15° centígrados, y en él se conservarán por espacio de cuatro horas, pasado el cual se extraerán y se deshelerán en agua destilada á 20° centígrados. Las partículas que acaso se desprendan permanecerán en las vasijas correspondientes hasta que se termine toda la operación, que debe repetirse 25 veces, sacándose entonces las referidas partículas, que después de secadas se pesarán, refiriéndose su peso al del ladrillo.

Con auxilio del microscopio se observará si en los ladrillos se han producido grietas ó erosiones.

c Después de verificadas las pruebas de la helada se procederá al ensayo de compresion de los ladrillos. Con este objeto se secarán previamente éstos, y los resultados obtenidos se compararán con los que hayan dado los ladrillos secos. (Véase en 2.)

d El ensayo de los ladrillos á las heladas no da ningún punto de partida para determinar la resistencia absoluta del material á las mismas; siendo solamente este examen de un valor relativo para prejuzgar su mayor ó menor susceptibilidad á la destrucción por las heladas.

6. Para el ensayo de los ladrillos, en lo que se refiere al contenido en sales solubles, se someterán á esta prueba cinco ladrillos, elegidos entre los menos cocidos, que aún no hayan estado en contacto con el agua. De estos ladrillos se tomarán únicamente fragmentos de la masa interior, cortándose para ello los ladrillos en tres sentidos por sus planos diametrales, y de los trozos obtenidos se romperán las esquinas correspondientes al interior del ladrillo, haciéndose la operación con los pequeños fragmentos desprendidos.

Para proceder á ella se pulverizarán éstos hasta que todo el polvo obtenido pueda pasar por un tamiz de 900 mallas por centímetro cuadrado, separándose luego el polvo más fino por otro cedazo de 5000 mallas por igual unidad superficial, sometiéndose el polvo que quede entre uno y otro tamiz al ensayo propiamente dicho.

Consiste éste en tomar 25 gramos de este material y formar con ellos una legía, diluyéndolos en 250 gramos de agua destilada, que se hará hervir por espacio de una hora, cuidando de substituir constantemente el agua que se evapore. Filtrese y lávese el producto, deduciéndose después por evaporación la cantidad de sales solubles, que se indicará en unidades por ciento del peso del ladrillo. Conviene é importa analizar químicamente estas sales.

El análisis en averiguación de las materias que contiene el ladrillo; tales como el carbonato de cal, sulfuro de silicio, sulfatos, etc., deberá hacerse con la arcilla en crudo, para lo cual deberán facilitarse ladrillos sin cocer, cuya masa se reblandecerá en agua, y de ella se separarán

las partes más gruesas, pasándola por un tamiz de 400 mallas por centímetro cuadrado.

La arena así obtenida se examinará con el microscopio y se tratará por el ácido clorhídrico para hallar sus componentes mineralógicos. Si se encuentra carbonato de cal, sulfuro de silicio y yeso, entonces se tomarán algunos fragmentos del ladrillo cocido, por ejemplo, los que han sobrado del ensayo de las sales solubles, y se examinan con la marmita de Papin en lo que se refiere al perjuicio que puedan ocasionar aquellas substancias al material.

En dicha marmita se colocan los fragmentos de manera que sólo se hallen expuestos á la acción del vapor, que no habrá de pasar de un cuarto de atmósfera de presión, durando esta experiencia unas tres horas. Las erosiones que se presenten se examinarán con el microscopio.

66 Tejas.

Entre los caracteres que en las tejas deben especificarse, están:

1. Sus dimensiones.
2. El peso específico que se determinará en la masa pulverizada que haya quedado entre dos tamices de 900 y 4900 mallas por centímetro cuadrado.

Esta determinación se efectuará con auxilio de un aparato volumétrico.

3. El peso de la unidad de volumen se determinará por medio de piezas saturadas de agua y en virtud del agua desalojada, esto es, por la vía hidrostática. En el caso en que, á consecuencia de la saturación del agua, puedan presentarse mayores pérdidas por disolución de sales, por ejemplo, el peso de la unidad de volumen se determinará con un aparato volumétrico, revistiendo previamente los cuerpos con parafina.

4. El ensayo de la capilaridad, así como
5. La determinación de las sales solubles, y
6. El examen del contenido de los cuerpos perjudiciales, como las partículas de cal viva, etc., se efectuará de un modo análogo al explicado para los ladrillos.

7. El ensayo de la capilaridad de la superficie y el de la permeabilidad de las piezas, se efectuará de la manera siguiente:

Se tomarán los fragmentos de tal magnitud, que puedan absorber de

20 á 25 centímetros cúbicos de agua, se secarán después y se revestirán sus bordes con cera.

Por otra parte, se tomarán tubos cilíndricos de 10 centímetros cuadrados de sección libre, y se revestirán igualmente con una capa de cera. Inmediatamente se observará:

a El tiempo invertido en absorber 10 centímetros cúbicos de agua, que, mediante una pipeta, se echará en el tubo de 10 centímetros cuadrados de sección libre.

b El tiempo que transcurre hasta que, mediante la introducción de 10 á 15 centímetros cúbicos más de agua, se presenta en la cara inferior la humedad en forma de gotas de rocío.

c El tiempo que pasa hasta que se empiezan á desprender gotas de la cara inferior, efecto de continuar añadiendo más agua de 10 en 10 centímetros cúbicos; así como la cantidad de agua que va desprendiéndose en caso de permeabilidad de la teja.

8. La resistencia á la rotura de las tejas se ensaya de la manera siguiente:

Se marcan en la cara inferior, con cemento Portland, dos fajas de un centímetro de ancho, dejando entre ellas un espacio libre de 20 centímetros. En el centro de la cara superior, y en sentido del ancho de la teja, se señala del propio modo una faja igual, y se colocan después las tejas de modo que se apoyen por las fajas inferiores, cargando el peso sobre la faja superior.

C.—MATERIALES NATURALES Y ARTIFICIALES PARA ADOQUINADOS

Y MACHAQUEO.

1. Datos referentes á la clasificación petrográfica y geológica y á la procedencia de los mismos.

2. Datos referentes al objeto á que se destinan, análogamente á lo que se dijo al tratar de las piedras naturales para construcción (*B* α).

3. Se determinará el peso específico de las piezas de prueba.

4. Para todos los materiales destinados á los firmes se procederá á los ensayos de resistencia á las heladas, del mismo modo ya indicado para las piedras naturales en *B* α , números 7 á 10, á menos que su em-

pleo deba tener lugar en regiones libres de aquellas ó en espacios cerrados.

5. El ensayo de la piedra para aceras se llevará á cabo en consonancia con el uso á que se le destina, investigando su susceptibilidad al desgaste, recomendando para ello el procedimiento publicado por el señor Bauschinger, en el cuaderno XI de sus *Mittheilungen*.

Para todas las piezas cocidas se hallará la uniformidad del desgaste desde la capa exterior de cocción hacia el interior de la pieza, por repetición del ensayo en una misma pieza.

Por otra parte, no debe limitarse el estudio á una sola pieza, sino que es necesario hacerlo sobre varias de calidad inferior, media y superior de una misma partida.

6. Solamente podrá formarse un juicio concreto y exacto sobre el valor de una piedra destinada á machaqueo ó adoquinado, cuando puedan observarse los efectos en trozos de calle empedrados con aquella y que hayan estado espuestos al servicio permanente y uniforme, con relación al ancho de la calle, para deducir el resultado por metro cuadrado. Es muy conveniente que tales secciones de prueba se construyan por los Municipios de una manera uniforme y en diversos puntos (1).

7. Con objeto de hallar más rápidamente que lo que permite el establecimiento de secciones de ensayo, el valor de nuevos materiales que se presenten con destino al empedrado con grava ó adoquines, y con el de no aumentar fuera de ciertos límites el número de secciones de prueba, se necesita un procedimiento expedito para el ensayo de la piedra, y éste puede ser el empleo de tambores de rotación, donde los materiales se hallen expuestos al desgaste y á la rotura. En Francia hace algún tiempo que están en uso estos tambores, en unión de otros aparatos destinados al mismo objeto (2).

Para aumentar el efecto del choque, está indicado que los tambores de referencia tengan su diámetro de 0^m,3 y una altura de 0^m,5, con una velocidad de rotación relativamente grande.

Hay que llamar la atención sobre la conveniencia de no encomendar

(1) Consúltese sobre esta materia la importante obra del profesor DIETRICH, *Die Baumaterialer der Steinstrassen*.

(2) Todos se hallan descriptos en la citada obra del profesor Dietrich.

la confección de la grava de prueba al peticionario de los ensayos, á fin de conseguir los verdaderos datos.

El examen comparativo entre los resultados obtenidos con este procedimiento, que tiene indudable preferencia sobre los de barreno de variación continua y los que se obtengan en las secciones de prueba, es cuestión que sólo puede resolver la práctica prolongada.

8. Además del ensayo en el tambor de rotación, se requiere especialmente para el ensayo de los materiales en que nos ocupamos, la ejecución del de la resistencia á la compresión, puesto que los adoquines, y aun la grava, están expuestos á este esfuerzo. Se someterán, pues, á la prueba correspondiente uno y otro material, disponiéndolos en forma de cubos, labrados regularmente, con 5 á 7 centímetros de lado.

9. Los adoquines se ensayarán también, en lo que se refiere á su susceptibilidad para admitir pulimento.

10. Asimismo parece necesario extender el ensayo de los materiales para grava ó adoquines á piezas tomadas entre las de calidad inferior, media y superior de una misma partida; pues en esta clase de materiales más que en otras, si cabe, es indispensable la uniformidad en el conjunto.

11. El ensayo de asfaltos sólo puede efectuarse de un modo concluyente, por el establecimiento de secciones de prueba. Para formar un prejuicio sobre aquellos resultados, puede acudirse á:

- a* La determinación de la cantidad y calidad de los principios bituminosos que contiene, ya sean naturales ó artificiales.
- b* La determinación de los caracteres físicos y químicos del residuo.
- c* El ensayo de la densidad específica, por medio de la aguja normal de Vicat de 1 centímetro cuadrado de sección circular.
- d* El ensayo del desgaste de las piezas de prueba sometidas al roce.
- e* El ensayo de la resistencia á las heladas, de dichas piezas de prueba.

D.—MEDIOS DE CONSERVACIÓN DE LAS PIEDRAS NATURALES Y ARTIFICIALES.

1. El estudio de la conservación de estos materiales, ya sean naturales ó artificiales, se efectuará mediante pruebas de tracción.

Los resultados alcanzados hasta ahora en los ensayos de substancias conservadoras, han patentizado en general que obran en sentido de aumentar la resistencia ó cuando menos de disminuir la tendencia á debilitar dicha resistencia, cuando aquellos materiales están expuestos repetidamente á las heladas.

Puesto que todos los medios de conservación se reducen á lociones superficiales que no penetran completamente en la masa de la piedra, parece indicado que la determinación de la resistencia debe efectuarse en piezas con escasa sección, con tanto más motivo, cuanto que en éstas es mayor la relación entre la superficie y la masa, y por lo tanto, se hace más patente el efecto de la conservación.

2. Para la forma que debe darse á los cuerpos de ensayo, se elije la alemana normal de sección mínima, igual á 5 centímetros cuadrados.

Las piedras naturales que necesitan acudir á la conservación, son todas blandas y se hace, por lo tanto, muy fácil darles la forma normal. Cuando se trate de piedras artificiales se pueden fabricar las piezas de ensayo en los moldes mismos usados para los cementos.

Los aparatos alemanes empleados para la tracción pueden usarse asimismo para las piedras (1).

3. Para cada una de las séries de ensayo bastan tres cuerpos de prueba. En caso que se presentaran fenómenos muy anormales, se aumentará la série de ensayos con cinco cuerpos más.

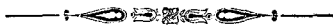
4. El método de ensayo para la resistencia á las heladas, que se ha descrito en VII B z y VII B 6 para las piedras naturales y artificiales, deberá emplearse también en el estudio de los medios de conservación, recomendándose además la aplicación de los métodos que tienden á patentizar la duración del efecto de conservación.

Prácticamente será bastante verificar la repetición de las primeras séries de ensayos, después de uno, tres y cinco años.

5. Puesto que pueden existir medios de conservación cuya acción sea

(1) Estos aparatos se hallan descritos en la obra CANO Y DE LEÓN: *Los materiales hidráulicos*.

menos perceptible con relación al aumento de resistencia, pero en cambio más en el aislamiento contra los efectos destructores de algunos agentes atmosféricos, por consecuencia de la obturación de los poros; resulta indicada para el estudio de dichos medios conservadores la determinación de la porosidad aparente, que se podrá hallar por la determinación de la capilaridad en unidades de peso por ciento, entre la cantidad de agua absorbida y peso del cuerpo de prueba tipo, medida aquélla antes y después de someterse el cuerpo á la acción de la substancia conservadora. Según la naturaleza de los medios de conservación, debe alterarse y variar racionalmente el método que se emplee, puesto que también la manera de usar una substancia conservadora dada puede influir notablemente en los resultados que produzca.



VIII.

Ensayos de los morteros hidráulicos.

A. — GENERALIDADES.

1. Cuando se trate de la aplicación de los morteros hidráulicos para un objeto determinado, se procederá al ensayo de aquellos entre los cuales haya de establecerse la elección con relación al objeto concreto á que se destine, y se tendrán en cuenta los materiales accesorios con que debe mezclarse el producto hidráulico (arena, sílice, escorias, etc.), ejecutándose las pruebas con estricta dependencia del objeto á que se destina el material y con los cuerpos adicionales de que se disponga. Tales ensayos podrán substituirse por los llamados normales.

Los buzones y los tubos de conducción de aguas deberán ensayarse siguiendo el método del profesor Bauschinger (1).

2. Las resistencias á la tracción y á la compresión, del cemento en mortero, tal como se determina ahora con arreglo á los métodos establecidos, no dan por sí solas los datos bastantes para caracterizar la duración de las obras, antes al contrario, deben tenerse en cuenta otros datos muy importantes, como son la resistencia á las influencias atmosféricas, su fragilidad, permeabilidad, resistencia á la adhesión, invariabilidad de volumen, caracteres todos que tienen en la duración de la obra especial trascendencia.

Puesto que las resistencias de los morteros ya alcanzadas al presente no se pueden aprovechar por completo, no parece sea necesario, desde el punto de vista práctico, que se busquen medios para aumentar aquella resistencia.

B. — NOMENCLATURA.

1. *Cales hidráulicas.*—Se llaman así los productos obtenidos por cal-

(1) *Mitteilungen ans dem mech. techn. Laboratorium des techn. Hochschule in Munchen.*—Cuaderno VII.

cinación de las calizas más ó menos ricas en arcilla (ó ácido silícico) y que por el agua se apagan reduciéndose á polvo total ó parcialmente.

Según las condiciones locales se encuentran en el mercado en terrón sin hidratar ó hidratadas y convertidas en polvo.

2. *Cementos romanos*.—Estos son los productos procedentes de margas calizas calcinadas hasta un grado que no llegue á la vitrificación y que no se apagan con el agua, siendo necesario acudir á medios mecánicos para reducirlos á polvo.

3. *Cementos Portland*.—Son los productos obtenidos de margas calizas ó de mezclas artificiales calcinadas hasta un principio de vitrificación, y molidas después hasta conseguir un polvo fino. En su composición contienen, por una unidad en peso de factores hidráulicos, lo menos diecisiete unidades de arcilla; no alterándose el nombre del producto ni perdiendo ciertas propiedades importantes, desde el punto de vista tecnológico, mientras no contienen más del 2 por 100 de su peso total de materias extrañas.

4. Materiales hidráulicos adicionales son aquellos, ya sean naturales ó artificiales, que no fraguan por sí solos, sino cuando se los mezcla con cal cáustica. Tales son las puzzolanas, tierras de Santonina, toba volcánica (piedra de *trass*), *trass* preparado, escorias de altos hornos, arcillas cocidas, etc., etc.

5. Cementos de puzzolana son los productos que se obtienen por la mezcla íntima de hidratos calizos pulviformes con materiales hidráulicos reducidos á polvo fino.

6. Cementos mixtos son productos que se obtienen por la mezcla íntima de cementos ya preparados con otros materiales convenientes. Estos materiales toman denominaciones dependientes de la substancia que constituye el componente principal, indicando la materia adicional y haciendo constar explícitamente que es un cemento mezclado ó mixto (1).

C.—EXAMEN Ó ENSAYO.

1. Peso.

a La determinación del peso específico de un material hidráulico

(1) Véase la Memoria CANO Y DE LEÓN: *Los materiales hidráulicos*.—Madrid, 1893, en donde se hallan la clasificación de estos materiales y sus métodos de ensayo.

se obtendrá convencionalmente por medio de un aparato volumétrico.

b Para determinar el peso por unidad de volumen de un material hidráulico se utilizará un vaso cilíndrico, equivalente á un litro, de 10 centímetros de altura. En dicho vaso se verterá el material por uno de los tres medios siguientes:

- a) Zarandeándolo mecánicamente con el aparato Tetmajer.
- b) Por medio de sacudidas con el propio aparato.
- γ) Vertiéndolo á mano con el auxilio del embudo normal.

2. Finura del molido.

La finura del molido en los materiales hidráulicos se determinará con tamices de 900 y 4900 mallas por centímetro cuadrado, para los cementos Portland, y con los de 900 y 2500 mallas, por igual unidad, para los demás materiales hidráulicos, empleándose en esta operación, para cada ensayo, 100 gramos del producto. El calibre de los alambres que han de emplearse en aquellos tamices será:

Para los tamices de 4900 mallas, calibre de 0,05 milímetros.

Para los id. de 2500 id., id. de 0,07 id.

Para los id. de 900 id., id. de 0,1 id.

Condiciones del fraguado:

a) Para todos los materiales hidráulicos con excepción de la puzzolana (*Trass*).

a Las condiciones del fraguado se estudiarán siempre á una temperatura de 15° á 18° centígrados.

b Se examinarán confeccionados en papilla de consistencia normal, empleándose para determinarla la aguja de consistencia unida á la aguja normal (véase más abajo).

Aquella consiste en un aparato de 300 gramos de peso con un cilindro en su parte inferior de 1 centímetro de diámetro, que se coloca en vez de la aguja normal.

Este aparato, lo mismo que el que se emplea para el estudio del fraguado, va unido á una caja cilíndrica de 4 centímetros de altura y 8 de diámetro, hecha de una substancia impermeable y mal conductora del calor, que generalmente es el cautchouc.

Para determinar la consistencia normal de un mortero se confecciona éste con 400 gramos del material hidráulico, mezclado con una prudencial cantidad de agua, trabajándose la mezcla durante tres minutos si se trata de materiales lentos, y durante un minuto solamente si son rápidos; llenando en seguida la caja cilíndrica con el mortero obtenido, de modo que quede una superficie lisa en su parte superior.

Hecho esto se introduce en la masa la aguja cilíndrica y se considera que su consistencia es la normal cuando la atraviesa solamente hasta una altura de 6 milímetros por encima del fondo. Si no llega á esta profundidad será prueba de falta de agua, y de exceso si por el contrario atraviesa toda la masa ó queda á menos de 6 milímetros de altura sobre el fondo.

c Las condiciones del fraguado se determinan con una aguja normal de 300 gramos de peso, y una sección de 1 milímetro cuadrado, colocada en el mismo aparato empleado para determinar la consistencia normal.

Con la cantidad de agua antes determinada se hace el mortero con 400 gramos de material y se llena el molde ó caja cilíndrica en la misma forma descrita. El principio del fraguado se considera que llega cuando la aguja no puede penetrar á través de toda la masa.

Este principio puede determinarse también en los materiales rápidos empleando el termómetro.

Todo material hidráulico puede considerarse fraguado cuando su endurecimiento sea tal que la aguja no hace impresión ninguna en su superficie. El tiempo transcurrido desde el momento en que se considera como principiado el fenómeno hasta su terminación, es lo que se denomina duración del fraguado.

La duración del fraguado sirve de fundamento para clasificar un material hidráulico entre los lentos ó rápidos.

d Como ensayo preliminar para determinar la duración del fraguado puede servir también el de hacer una torta con 100 gramos del producto hidráulico amasados con el agua normal, durante tres minutos si el material es lento, y un minuto si es rápido. Esta torta, que no debe pasar de 2 centímetros de grueso, se considera que está fraguada cuando resiste á una débil presión de la uña.

e COROLARIO.—Deben hacerse experiencias de fraguado con mayores cantidades de agua que la que se toma para la consistencia normal.

6) Para puzzolanas (*Trass*).

La puzzolana pulverizada y desecada á una temperatura de 100° á 110° centígrados se estudiará desde el punto de vista de su agua higrométrica por su pérdida de peso y desde el de su fraguado inicial bajo el agua por la aguja normal de 1 milímetro cuadrado de sección circular y 300 gramos de peso (véase en *a*, *c*). Esto debe efectuarse, en lo posible, á una temperatura de 15° centígrados, y de cualquier modo que sea debe tenerse en cuenta la temperatura.

Para hacer la operación debe emplearse una mezcla de dos unidades en peso de puzzolana, con una, también en peso, de hidratos de cal en polvo y una de agua.

El mortero formado, metido en el molde y bien enrasado, se sumerge en seguida en el agua, y á los dos, tres, cuatro y cinco días se observa la penetración de la aguja normal en el mortero. En ningún caso debe tener más de 4 centímetros de altura el molde del mortero.

4. Estabilidad del volumen.

a) Cemento Portland.

a Para formar rápidamente un juicio exacto respecto de la estabilidad del volumen de un cemento Portland en su fraguado bajo el agua, ó en su fraguado al aire, pero defendido del desecamiento, se recomienda el ensayo de torrefacción simple, el que se ejecuta del modo siguiente:

El cemento se amasa con agua á la consistencia normal y se preparan sobre un cristal plano y delgado tortas de 8 á 10 centímetros de diámetro y unos 2 centímetros de grueso. Dos de estas tortas, que se deberán preservar de su agrietamiento por desecación, se depositan, pasadas veinticuatro horas después de fraguado el material, sobre una plancha de metal de superficie plana y se exponen á una temperatura de 110° á 120° centígrados, tanto tiempo (por lo menos una hora) como sea necesario para expeler toda el agua, esto es, hasta que la torta cese de despedir vapores acuosos.

Si después de haber sufrido la torta este tratamiento no presenta deformaciones ni grietas en los bordes, podrá considerarse el material de volumen constante; en otro caso, se ensayará el material sobre placas de

vidrio, según ahora se hace, considerando como decisivo el resultado que se obtenga.

Si el material contiene más de 3 por 100 de sulfato de cal anhidro, ó la cantidad que á este tanto por 100 corresponda de piedra de yeso no calcinada, el ensayo de torrefacción no puede aceptarse como concluyente.

b El ensayo decisivo para determinar la estabilidad de volumen es el de la torta sobre placa de vidrio, según hemos dicho. Este se efectuará como sigue:

Tómense 100 gramos del cemento que se quiere ensayar y amásense con agua hasta adquirir la consistencia normal, formando con la masa obtenida unas tortas de unos 2 centímetros de grueso, que se colocarán sobre placas de vidrio. Dos de estas tortas, que se cuidará que no formen grietas por desecación, se conservarán veinticuatro horas bajo el agua después de su completo fraguado y si pasados veintiocho días no presentan grietas en los bordes ni deformaciones de ninguna clase, se considerará que el material ensayado conserva el volumen.

c La prueba de ebullición es indudablemente la más rápida y la más concluyente para determinar la estabilidad del volumen del cemento portland, del de escorias y de la puzzolana.

El procedimiento siguiente para el ensayo de cocción ha quedado sometido á la subcomisión para su estudio é informe.

Tómense 50 gramos del cemento que se debe ensayar y agregándole 13 á 15 gramos de agua amásese hasta la consistencia normal; confecciónense con la masa resultante las conocidas tortas; déjense en un espacio saturado de vapor acuoso durante veinticuatro horas para su fraguado, y pásense después, ya sea adheridas á las placas de vidrio, ya separadas, á un baño frío, que se calentará lentamente, durante unos diez minutos, hasta la ebullición, procurando mantener tapado el vaso para restringir la evaporación.

En toda esta evaporación las tortas deben estar sumergidas completamente, y en caso de ser indispensable para ello

aumentar agua, habrá de agregarse la necesaria caliente en pequeñas porciones, para no suspender la ebullición.

Igualmente se ha recomendado á la subcomisión que generalice sus experiencias extendiéndolas á los morteros con cemento y arena.

En algunos ensayos practicados por el profesor Bauschinger se presentó el caso de que cementos que habían respondido perfectamente á los ensayos de las tortas normales (véase b), no solamente á los veintiocho días sino después de medio y de un año; preparados en mortero, en la proporción de 1 á 3, en forma de prisma de 5 centímetros de sección y 12 centímetros de longitud, presentaron á los seis meses grietas perceptibles á simple vista, que acusaban dilataciones bien definidas.

6) Cales hidráulicas y cementos romanos (1).

Se recomienda para los mismos el ensayo descrito en (a, b).

El valor del ensayo de cocción pasó á la Comisión permanente para su informe.

γ) Puzzolanas (*Trass*).

a Se recomienda para las mismas el siguiente método:

En una cápsula de metal de paredes gruesas, de 3 á 4 centímetros de altura y 6 á 8 centímetros de diámetro en su parte superior, se pone una mezcla compuesta de dos unidades en peso de puzzolana y una de hidrato cálcico en polvo, hasta que quede bien llena aquélla, enrasándola en sus bordes. Hecho esto, se introduce la cápsula en un vaso con agua, de tal modo, que el líquido suba unos 2 centímetros más que los bordes de aquélla, esperando de este modo á que fragüe la mezcla, en cuyo fenómeno no deberá salirse el producto ni aun abarquillarse la superficie superior. El fondo de la cápsula debe ser muy resistente, para que la dilatación del mortero, si la hay, sólo tenga lugar por la parte superior.

(1) Téngase bien presente que los alemanes llaman cementos romanos á productos que no siempre son de fraguado rápido. Sobre esto consúltese la obra citada: *Los materiales hidráulicos*.

b El ensayo de ebullición ha de considerarse también para las puzzolanas como el más rápido y más seguro para la determinación de la estabilidad del volumen (véase *a*, *c*).

5. Ensayos de resistencia.

a) Para todos los materiales hidráulicos, á excepción de las puzzolanas.

a Los ensayos de resistencia deberán practicarse con mezclas compuestas de una unidad en peso del material hidráulico y tres unidades en peso de arena, debiendo recomendarse, sin embargo, que se hagan experiencias con mayores adiciones de arena.

b La arena empleada será la llamada normal, y se obtendrá de arena cuarzosa, en lo posible pura.

La arena normal, en el sentido más estricto de esta frase, esto es, el tipo de esta clase de arena, al que deben referirse todos los datos de comparación, es la de Freienwalde, tamizada entre zarandas de 60 y 120 mallas por centímetro cuadrado. En los demás países, á excepción de Prusia, se establece un tipo de arena normal, procurando en cada caso que su efecto en las experiencias sea equivalente al que produce la arena de Freienwalde, y sólo en el caso en que esto no se pueda conseguir, se procurará establecer los correspondientes coeficientes de comparación.

c Los calibres de los alambres para aquellos tamices, serán en lo sucesivo:

Para el tamiz de 60 mallas, calibre 0,38 milímetros.

Para el id. de 120 id. id. 0,32 id.

d El peso por unidad de volumen de la arena normal se obtiene por medición en el litro tipo, que se llena con la arena después de tamizada.

e El ensayo concluyente para determinar la resistencia, es el de compresión. Este se efectúa con cubos de 50 centímetros cuadrados de sección.

f El ensayo usual de calidad para la recepción del material es el de tracción, el cual se ejecuta con auxilio del aparato normal alemán, con piezas ó cuerpos normales de sección de 5 centímetros cuadrados de rotura.

g La determinación de la consistencia normal de los morteros, así como la de un aparato conveniente para la confec-

ción mecánica de los cuerpos de ensayo, y especialmente el establecimiento de las condiciones mediante las cuales se obtenga una densidad uniforme para los cuerpos de tracción y de compresión, se ha pasado al estudio de la Comisión permanente.

Hasta nuevo acuerdo, podrán prepararse á mano los cuerpos de ensayo de tracción y compresión, procurando, en lo posible, que tengan igual densidad.

h Para la determinación más completa de la resistencia á la tracción y á la compresión, son necesarios, para cada clase y cada período, seis cuerpos de ensayo. El medio aritmético de los cuatro resultados mayores se considerará como valor tipo.

i Todos los cuerpos de ensayo deben guardarse en las primeras veinticuatro horas, expuestos al aire en un espacio saturado de vapor acuoso, y el resto del tiempo hasta inmediatamente antes de proceder á la prueba, conservarlos bajo el agua á la temperatura de 15° á 18° centígrados, cambiando el líquido cada siete días.

k Como ensayo característico para todos los materiales hidráulicos se considera el resultado de la prueba ejecutada á los veintiocho días.

Para juzgar de la calidad en un plazo más breve, puede en el cemento Portland hallarse la resistencia de un mortero de composición 1 á 3, á los siete días de confeccionado.

Con respecto al juicio que sobre la calidad pueda formarse en más corto plazo, á los tres días, por ejemplo, la Conferencia de Viena acordó:

Los ensayos con cemento puro (cemento Portland y de escoria) no ofrecen por sí solos fundamento bastante para formar juicio sobre el valor del material.

Los cuerpos de ensayo confeccionados con arena normal, en las proporciones de 1 á 3 en unidades de peso, no ofrecen base suficientemente sólida para estimar el valor de los cementos Portland y de escoria, pero permiten formar un concepto accidental sobre la bondad del producto; recomendándose, por consiguiente, la introducción del ensayo de los morteros á los tres días.

Con este objeto recomienda asimismo la Conferencia que para la con-

fección de los cuerpos de ensayo se empleen únicamente las máquinas que permitan con igual trabajo é idéntico tiempo, en cuanto sea posible, elaborar piezas de ensayo, tanto para la tracción como para la compresión.

La arena normal que se emplee para este objeto deberá ser arena de cuarzo, pura.

Para examinar la resistencia á la compresión se emplearán máquinas de precisión.

El estudio de las proposiciones referentes á los métodos más convenientes para formar juicio de los demás materiales hidráulicos en el menor plazo posible, queda confiado á la Comisión permanente, la que deberá también tomar en consideración el análisis químico, la determinación del peso de la aguja que más conveniente sea para el ensayo del fraguado, y la influencia de los baños calientes en el proceso del fraguado.

6) El ensayo de resistencia para los morteros de puzzolana se ejecuta convencionalmente con una mezcla de dos unidades en peso de puzzolana, una unidad de hidratos cálcicos y una unidad de agua. El tratamiento debe ser, por lo demás, igual al empleado en los ensayos de cemento, procurando especialmente que los morteros de puzzolana queden expuestos, como aquéllos, durante veinticuatro horas á la acción del aire saturado de humedad, en lugar cerrado, antes de sumergirlos en el agua.

Para objetos especiales pueden también sumergirse los cuerpos de ensayo recién elaborados. En estos casos se recomienda que se aumente el agua empleada en la confección del mortero en $\frac{1}{10}$.

La observación de las condiciones de temperatura es de gran importancia en los morteros de puzzolana. Se ha de procurar mantener esta temperatura entre 15° y 18° centígrados, tanto para el agua que se emplee en el amasado, como en la de conservación.

Para los ensayos de morteros de puzzolana se emplea exclusivamente

cal grasa purísima (de mármol), puesto que la resistencia de los mismos depende en alto grado de la cal que se emplee.

Si en las obras mismas que la han de consumir se prepara la puzzolana con tobas, se pulverizará esta piedra de tal modo, que el 75 por 100 pase por el tamiz de 900 mallas y el 50 por 100 por el de 4900 mallas, fabricados con alambres de los calibres antes indicados.

En la pulverización no se separarán en ningún caso los fragmentos mayores para abreviar, sino que habrá de continuarse la molienda hasta que el conjunto adquiera la finura necesaria.

6. *Fuerza de adhesión.*—La determinación de los ensayos suficientes, para los que, á ser posible, se aplicará el aparato normal alemán de tracción, queda á cargo de la Comisión permanente.

7. Proporción de los diferentes materiales hidráulicos en la preparación de los morteros.

Esta proporción se mide con auxilio del aparato volumétrico, ó por el cálculo, según el método de Stahl (1).

8. Influencia del agua del mar sobre los materiales hidráulicos.

A consecuencia de lo manifestado por el ingeniero del Laboratorio del Trocadero, Sr. Debray, en la Conferencia de Berlín, se pasó á la Comisión permanente el estudio del siguiente problema:

Averiguar cuál es la influencia del agua del mar sobre los materiales hidráulicos.

Con motivo del informe presentado á la Conferencia de Viena sobre este punto, apareció una divergencia de pareceres, tanto en lo que se refiere á la forma de las piezas de prueba, cuanto á la manera de verificar los ensayos, por lo que pasó de nuevo el informe á la Comisión, encargándole:

(1) *Mittheilungen aus dem mech. techn. Laboratorium der Vige Hochschule.*—Cuaderno XIV, páginas 252 á 270.

La determinación de los métodos de ensayo, en su concepto, más apropiados.

En los ensayos deberán también tenerse en cuenta los morteros que contengan mucha arena fina.



CONCLUSIÓN.

Además de los problemas enunciados anteriormente, resolvió la Conferencia de Viena encargar á la Comisión permanente el estudio de los que siguen:

Determinación de los métodos de ensayo de los materiales de construcción, especialmente las diferentes clases de hierro, á temperaturas anormalmente bajas.

Estudio del efecto de las materias fecales sobre los materiales hidráulicos.

Estudios de las causas que hacen anormal la marcha de los fenómenos de los cementos, principalmente en lo que se refiere á la duración del fraguado.

Considerando que los acuerdos para los métodos de ensayo habrán de tener gran importancia tecnológica y comercial, no sólo para los materiales de construcción, sino también para otros materiales en bruto, semielaborados ó fabricados;

Considerando que habría dificultad para establecer una separación definida entre los materiales de construcción y los demás de aplicación;

Considerando que han venido tomando parte en las Conferencias muchas personas que poseen valiosos conocimientos, no sólo en lo que á ensayos de materiales de construcción se refiere, sino también en lo relativo á ensayos mecánicos-tecnológicos de otros productos, como materias textiles, papel, etc.;

La Conferencia acordó que la Comisión permanente estudie la manera de que en las Conferencias sucesivas se acuerden convenciones para los métodos de ensayo de los materiales y productos importantes, desde el punto de vista tecnológico.

FIN.

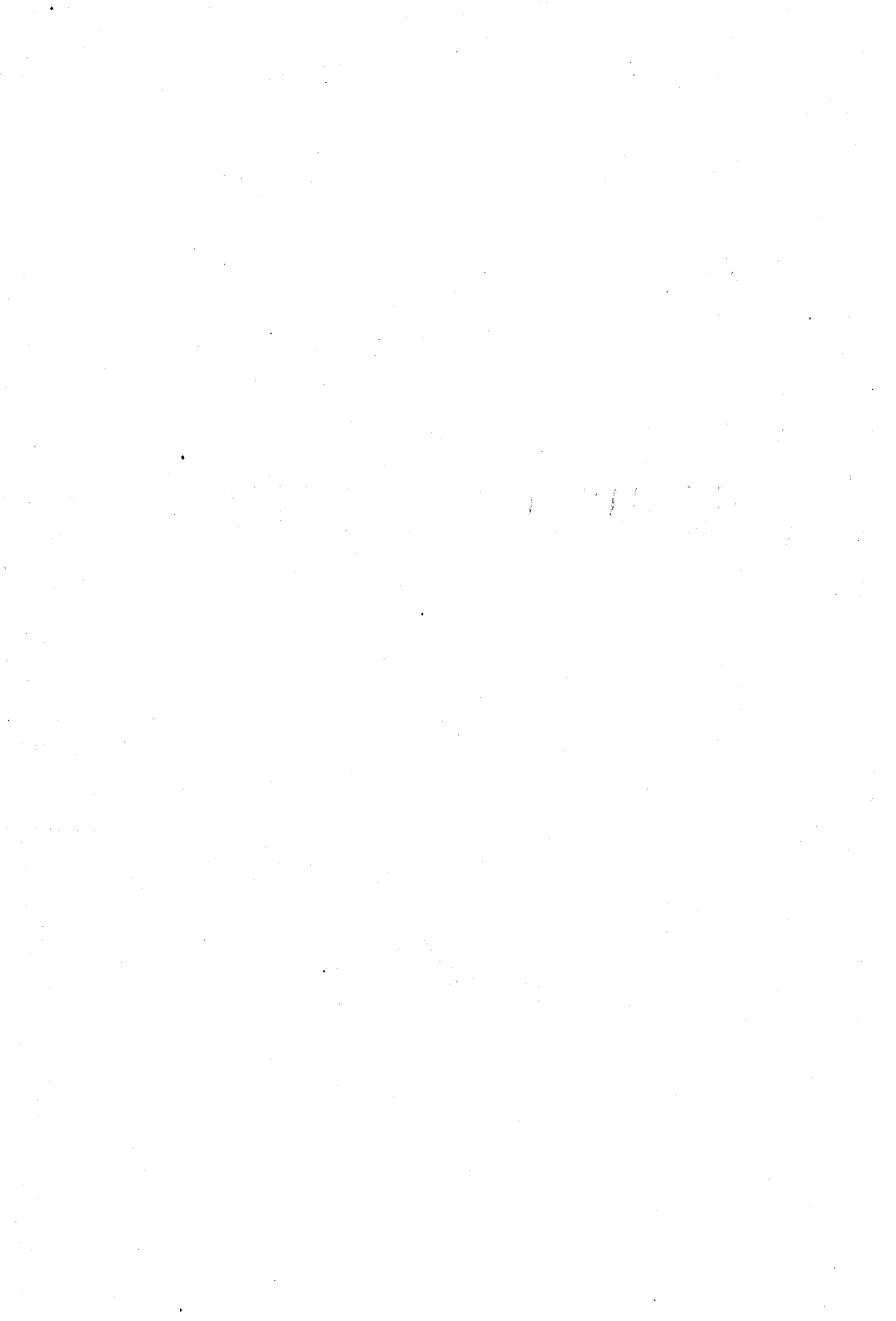
ÍNDICE.

	<u>Págs.</u>
INTRODUCCIÓN	v
I. — <i>Disposiciones generales.</i>	11
II. — <i>Ensayos del hierro forjado y del acero</i>	21
III. — <i>Ensayos de la fundición</i>	37
IV. — <i>Ensayos de cobres, bronces y otros metales y aleaciones.</i> . .	39
V. — <i>Ensayo de maderas.</i>	43
VI. — <i>Ensayos de los materiales de construcción naval</i>	47
VII. — <i>Ensayos de las piedras.</i>	49
VIII. — <i>Ensayos de los morteros hidráulicos.</i>	63
CONCLUSIÓN.	75



UN PASEO POR ARGELIA





UN PASEO
POR
ARGELIA

POR
D. FRANCISCO ECHAGÜE

Capitán de Ingenieros.

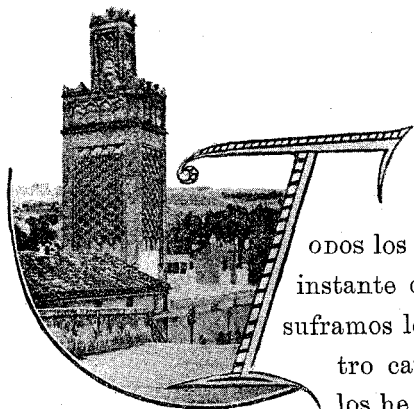


MADRID
IMPRESA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS
—
1894

I.

ORÁN.

La población.—Restos árabes y españoles.—Ojeada histórica.—Sidi-bel-Abbés.



odos los meridionales padecen, por lo regular, en algún instante de su vida, ataques de quijotismo: el que los suframos los compatriotas del héroe que simbolizó nuestro caracter es, pues, muy disculpable. Yo también los he padecido: deslumbrado, no por la lectura de libros de caballería, sino por la de relatos de viajes por el Africa, concebí deseo vehemente de dar siquiera un corto paseo por ese terrible Sahara, y sentí cierta comezón de sufrir el sofocante calor y la abrasadora sed, tan admirablemente pintados por autores de mi predilección, sumándose á este capricho una curiosidad, en mí muy antigua, de ver á los árabes de cerca y en su propia casa.

Estas causas y la oportunidad de brindarse como *cicerone* de la excursión el teniente coronel de Caballería D. Juan de Lara, muy conocedor de la Argelia, me decidió á hacerla. Conquisté también como compañero á mi buen amigo D. Ladislao L. Montenegro, y juntos los tres emprendimos el viaje, que si ha quedado muy reducido con relación á su proyecto, no ha sido, como verá el que lea estas mis impresiones, por falta de empeño, sino por el escaso tiempo y medios de que disponíamos, y principalmente por vetos impuestos por las autoridades francesas del Sur de la colonia.

En esta relación no podemos, sin faltar á la verdad, hacer alarde de haber sufrido la menor fatiga ni el más ligero contratiempo; no será, pues, un relato novelesco de aventuras más ó menos extraordinarias y arriesgadas: tampoco es un estudio serio sobre Argelia, para el cual no basta una breve excursión; se limita á ligeros apuntes encaminados, más que á otra cosa, á glosar unas cuantas fotografías hechas en la expedición. Aun así, nos hubiera retraído la falta de costumbre de escribir para la imprenta si no nos sacara de ese retraimiento la correspondencia debida á invitaciones reiteradas de la Redacción del *Memorial*.

Hecha esta ligera aclaración, comenzaremos.

La llegada á Orán, después de una breve travesía á bordo de un trasatlántico francés, no pudo ser más agradable; y no se debía esta satisfacción al punto donde atracamos. En cualquier otro la hubiéramos experimentado, y esto no hay necesidad de demostrarlo al que, haciendo el primer viaje por mar, haya encontrado en la llegada al puerto un fin á las angustias del molestísimo mareo. Como el mal pasa pronto, las anclas nos devolvieron la serenidad, y con ella la aptitud para gozar de los primeros incidentes. Una turba de musulmanes invadió el barco, pretendiendo todos, con chillona algarabía, arrebatar para su transporte las maletas de los pasajeros, y el espectáculo, presenciado tan pocas horas después de abandonar España, produce, por lo brusco del cambio, una alegre y extraña impresión.

Pero en Orán la desilusión viene en seguida. Por causa del mareo no habíamos comido en el barco, y sentíamos á aquella hora (las dos de la mañana del 26 de Abril de 1893) un regular apetito, que había que saciar: nos echamos, pues, á rodar por la población en busca de una cantina ó *restaurant*, é hicimos larga peregrinación por sus calles, de un tipo perfectamente francés y perfectamente civilizado. Ni el menor vestigio de orientalismo, ni nada que delatara el Africa; y para colmo, dimos con nuestros cuerpos en el Hotel Continental, establecimiento de un confort y lujo tales, que dudo exista en España uno igual entre los de su especie. En él cenamos bien, dormimos y despertamos temprano para gozar de alegre espectáculo.

La plaza, frente al hotel, parecía teatro de una carnavalada; tal era el abigarramiento de trajes, tipos y lenguas de los que en todas direc-

ciones la cruzaban. Arabes de todas clases, europeos, judíos, negros, marroquíes, etc., daban al sitio una fisonomía eminentemente curiosa, que completaba una turba de chiquillos indígenas, brindando en tropel, á gritos y en mal francés, sus servicios de limpiabotas.

Dos días dedicamos á la visita de la población. Orán, después de haber sido sucesivamente árabe, turca y española, y conservando algunos restos de estas dominaciones, es actualmente una hermosa población francesa, populosa y comercial en extremo, y cuenta con un buen puerto. El total de sus habitantes se eleva á 75.000, de los cuales sólo 20.000 son franceses: el resto del número lo componen 8000 israelitas, 9000 indígenas musulmanes y 38.000 de diversas nacionalidades, dominando en esta cifra los españoles. Es capital de la provincia de su nombre, una de las tres de la colonia, y residen en ella las autoridades civiles, un obispo sufragáneo del arzobispo de Argel y el cuartel general de la división que guarnece el departamento.

La población se extiende en un anfiteatro de abruptas pendientes, limitado en los costados por estribaciones del Djebel Murdjadjo, y otras colinas, cuya topografía hace muy pintoresco su panorama, contemplado desde el mar, pues los edificios aparecen escalonados y superpuestos en numerosos órdenes. En cambio resulta muy penosa la circulación por el interior de sus calles, facilitada por buenos servicios de coches de punto, en paradas por todas partes.

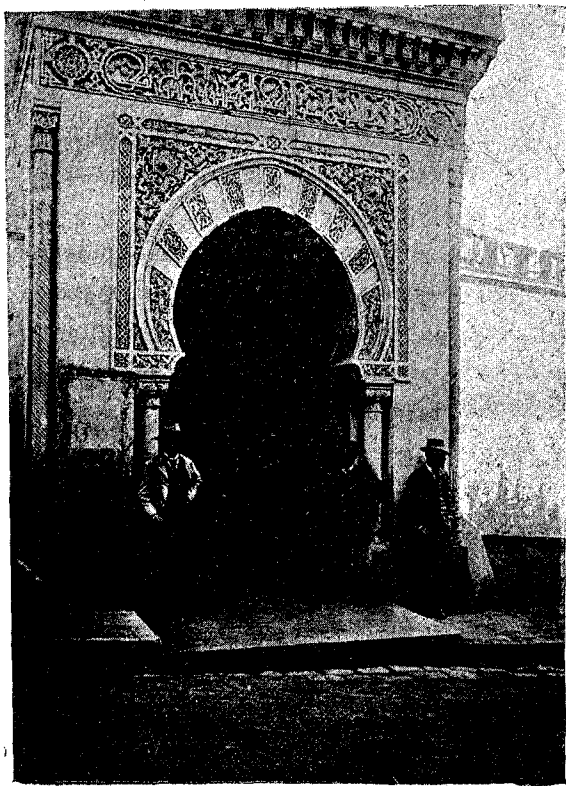
La ciudad, construída en las dos vertientes de un barranco, estaba antes dividida por el arroyo, hoy cubierto por un túnel, sobre el que se apoya el Boulevard Malakof, y la única parte descubierta es un trozo cercano al mar, convertido en hermoso paseo.

La parte del Oeste comprende la antigua ciudad española, el puerto, la Kasba (ciudadela) y la catedral de San Luis. Al Sur, y contiguos á los fuertes de San Felipe y San Andrés, existen los barrios Arabe y Judío, muy populosos, pero sin caracter alguno en las construcciones ni en el trazado de sus calles, de fecha muy moderna y sujeto á las ordenanzas municipales.

El recinto actual de la fortificación se reduce á un muro de mampostería de 4^m,50 de altura, con baluartes flanqueantes. Las defensas, por la parte del mar, consisten en dos baterías bajas, situadas á ambos extre-

mos de la bahía llamada del Santón y Ravin-blanc; otra baja en el centro (Santa Teresa), y otra elevada en las vertientes del Djebel Murdjadjo. Por último, existe otra colocada en el Chateau-neuf, colosal ciudadela de antiguo origen, que contiene obras de todas épocas y de todos los dominadores, dedicada hoy á residencia del general de la división, oficinas y acuartelamiento de gran parte de la guarnición.

Entre el escaso número de edificios que en Orán se ven, como restos de la ocupación musulmana, resalta la gran Mezquita, de la cual acompaña-



PORTADA DE LA GRAN MEZQUITA DE ORÁN

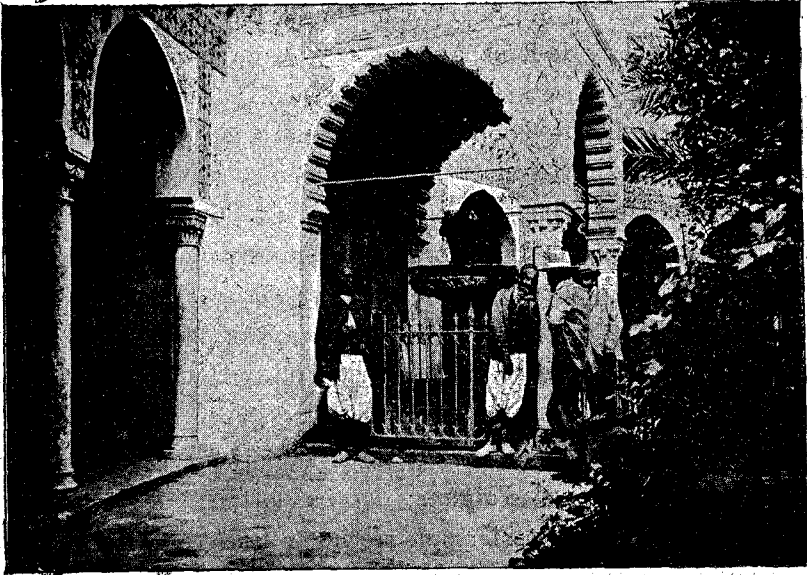
mos dos vistas, una de la portada principal y otra del patio que le sirve de ingreso; pero estos trozos, si no en total, son en los detalles muy modernos y obra de arquitectos cristianos. La portada, bien adornada con arabescos é inscripciones, da ingreso, por un pórtico, á un patio en alfitratro, rodeado de un claustro, cuyas arcadas llevan en su ornamentación un desagradable sello de modernismo. La fuente del centro es una escultura hecha en España, y la Mezquita, propiamente dicha, tiene escaso valor. Fué

fundada por Baba-Hassen, pachá de Argel, en memoria de la capitulación de los españoles y construída á expensas del rescate de esclavos cristianos. El minarete, de forma octógona, es un bonito ejemplar en su clase.

Entristece mucho al español que recorre Orán el contínuo encuentro

de restos de construcciones é inscripciones que atestiguan nuestro dominio en aquellas comarcas, abandonadas un día como molesta carga, para que más tarde otra nación menos aventurera que la nuestra, aprovechando nuestras fuerzas, hiciera de aquel fértil país una hermosa colonia.

Orán, fundada en 903 por Moamed-ben-Abdun y un grupo de marinos andaluces, atravesó muchas vicisitudes, fué devastada y reconstruída algunas veces, llegando, en fin del siglo xv y principios del xvi,



PATIO DE INGRESO Á LA GRAN MEZQUITA DE ORÁN.

á ser un terrible foco de piratería que tenía assolado el Mediterráneo. Por reprimirla armó el cardenal Cisneros, en 1505, una flota que se apoderó primero de Mers-el-Kebir, puerto fortificado de la proximidad, y más tarde, en 1809, del mismo Orán. Mientras duró el dominio, sufrió frecuentes ataques de los árabes, establecidos en bajalatos en su alrededor, hasta que en tiempo de Felipe V se perdió por la traición del conde de Veracruz.

En 1732 una flota, dirigida por el conde de Montemar, vuelve á tomar posesión de la ciudad por cuenta de Felipe V, y en esta segunda

ocupación, que duró sesenta años, es su historia la de una plaza de guerra sin gran importancia y sin porvenir de ensanche de dominio, pues que las fuerzas vitales de la nación estaban dedicadas á otras empresas.

En 1790 sufrió un terrible temblor de tierra que destruyó la mayor parte de sus edificios, y aprovechando Mohamed-el-Kebir la angustiosa situación de sus habitantes para sitiarla, presentóse con 30.000 hombres ante sus muros. Fué reforzada la guarnición, y en muy malas condiciones resistió durante diez meses defendiendo sus minas, hasta que el ejército sitiador fué al fin retirado por orden del Bey de Argel, que había entablado con el rey de España negociaciones de paz y tratados de comercio. Aprovecháronse estas corrientes para hacer una capitulación honrosa, desprendiéndose de lo que constituía una pesada carga, y fué entregada la plaza, retirándose la guarnición con los cañones y bastimentos que existían. Una vez los turcos dueños de Orán se entregaron con verdadero furor á destruir todas las obras españolas: dominaron el país hasta 1831 en que pasó á poder de los franceses.

Visitado todo lo que había de más curioso, tomamos el tren que nos había de conducir á Sidi-Bel-Abbés, punto que, por nuestras relaciones, debía ser centro de nuestras correrías.

La campiña contemplada en el viaje, ni por su aspecto, ni por su vegetación, ofrecía novedad alguna; algún aduar de nómadas y un blanco Morabut ó Kuba, descubierto de trecho en trecho, fueron los únicos indicios de la tierra africana. Sidi-Bel-Abbés, al Sudeste del monte Tetsalah, es una bonita población, situada en un pintoresco y fertilísimo valle regado por el Ued Mekerra. Nada que atestigüe su título árabe, que proviene de la tumba de un santón: su origen es un reducto construído en 1843 por las tropas del general Bedeau, para contener las numerosas tribus de los Beni-Amer, las más potentes y más hábilmente trabajadas por Abd-El-Kader. Al rededor de su emplazamiento se fundó la ciudad que hoy existe, perfectamente moderna, de planta rectangular, con boulevards y calles á escuadra, fortificada con un simple muro aspillado con salientes para el flanqueo, y con un barrio militar formado con magníficos cuarteles, hospital y otras dependencias. A corta distancia de la población, antiguos arrabales árabes, y otro contiguo, moder-

no, habitado también por gente indígena, con una bonita Mezquita construida por los franceses.

La cariñosa acogida del doctor Spreáfico, Eduardo Claudin (compatriotas nuestros) y otros amigos españoles, nos hizo pasar agradables días, que hubiéramos prolongado, á no impedirlo el deseo de continuar nuestro viaje hacia el Sur; pero impacientes por visitar cuanto antes un pueblo realmente árabe, partimos para Tlemcen, que ofrecía, según los *cicerones*, grandes atractivos á nuestra curiosidad.







II.

TLEMCCEN.

Su importancia estratégica.—Historia.—Las Mezquitas.—El Mansurah.—Personajes árabes.—El Mercado.



TLEMCCEN ó Tremecen está situado en el valle del Ysern, afluente del Tafna, río de alguna importancia que desemboca en el Mediterráneo por Rachgum, puerto natural á poca distancia de Nemours. Su proximidad á la frontera de Marruecos y sus fáciles comunicaciones con Uxda, bajalato importante de este Imperio, situada sobre el camino de Fez, dan á Tlemcen una importancia estratégica excepcional.

Contiguo el valle del Tafna al del Muluya, con divisoria fácil de salvar, es aquel territorio la línea natural de invasión sobre el Mogreb, y al mismo tiempo el punto más temible para la colonia, por la vecindad de potentes tribus marroquíes, como los Bene-Snasen y otras, que son terreno dispuesto á que fructifique la semilla de la guerra al cristiano. Este último peligro, sin embargo, va desapareciendo, pues estas tribus próximas, conocedoras del poderío francés y temerosas de perder su independencia, mantienen, hasta cierto punto, buenas relaciones con sus vecinos y se guardan mucho de cometer desmanes, que saben serían pronto castigados. Sospecho que á los franceses no sería del todo desagradable el que un genio levantisco les indujera á tropelías, pues cada abuso de los árabes en sus fronteras suele servirles de pretexto para en-

sanchar sus dominios, simulando el asegurar la tranquilidad de su territorio. Y conocido es el deseo ferviente que Francia tiene de avanzar su frontera hasta el Muluya, cogiendo Cabo de Agua y el valle de aquel río, camino que les pondría en posesión de Tezza y en condiciones de hacer rápida operación sobre Fez el día en que las naciones europeas tocaran á rebato para apoderarse del reino de Muley-El-Hassam.

Con lo dicho basta para conceptuar á Tlemcen como el punto más estratégico quizá de Argelia, si no por su acción de conquista, pues que ésta se va haciendo lentamente por el Sur, como expectativa de los sucesos de Marruecos, que hoy tienen excepcional importancia en Europa.

Es Tlemcen capital de subdivisión militar y cuenta con fuerte guarnición.

Los sucesos que en ella se han desarrollado le dan gran importancia histórica, y tanto esta razón como lo frondoso de su campiña y el gran número de restos de arquitectura árabe que posee, le han valido el nombre de *Granada africana*.

La actual ciudad no ocupa exactamente el lugar de la de antigua fundación. La Pomaria romana se elevaba un poco al Sudoeste, donde se ven restos de muralla y de un minarete que delatan la vieja capital.

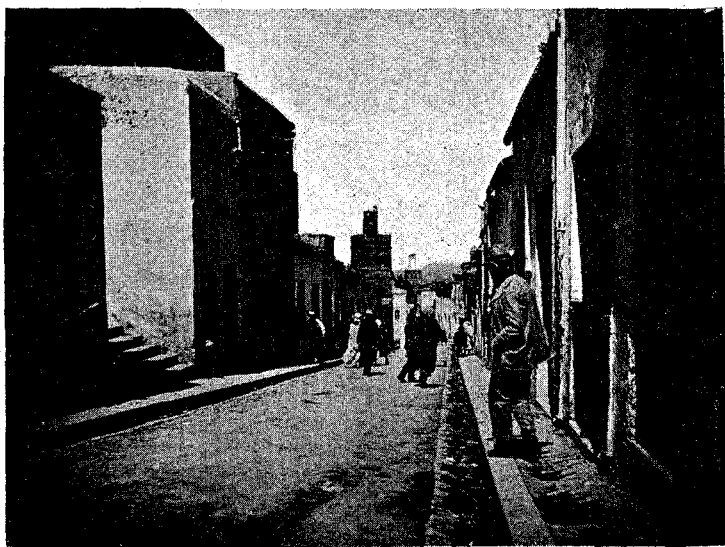
Fué después de romana metrópoli de la potente confederación Berebere de los Zenata, y atravesó, hasta el siglo xv, gran número de vicisitudes, sufriendo sitios y saqueos en varias épocas. Ocupada sucesivamente por diversas dinastías de Abd-el-Ualitas y Merinidas, alcanzó gran poderío á principios del siglo xvi, en cuya fecha llegó su población á la cifra de 130.000 almas, siendo rival de las capitales civilizadas de Europa, por el desarrollo de su riqueza y su industria y por la cultura que en ella alcanzaron las ciencias y las artes.

Comenzó su decadencia con la posesión de Orán por los españoles (1509), que le cerró las puertas del comercio marítimo, y perdió muy pronto su independendencia, viniendo á ser vasallo del león de Castilla hasta que, en 1553, cayó en poder de los turcos, emigrando á Marruecos la mayor parte de sus habitantes.

Cuando los franceses se presentaron ante sus muros (1836) era Tlemcen una pequeña ciudad ruinososa que se disputaban reducidos ejércitos del emperador de Marruecos y de Kulur-lis (hijos de turcos), pero una

vez en poder de Francia fué cedida en un convenio al emir Abd-El-Kader, quien la eligió como capital y residencia, y así vivió hasta que, en 1842, pasó definitivamente á formar parte de la colonia francesa.

Mejorada desde esa fecha, hoy cuenta la población con extensos barrios de construcción europea; pero á pesar de esta mezcla y de que las diversas vicisitudes sufridas dieron al traste con todas las edificaciones árabes de alguna importancia, con excepción de las mezquitas, Tlemcen destaca mucho del resto de las ciudades argelinas por lo extenso y populoso de sus barrios indígenas.



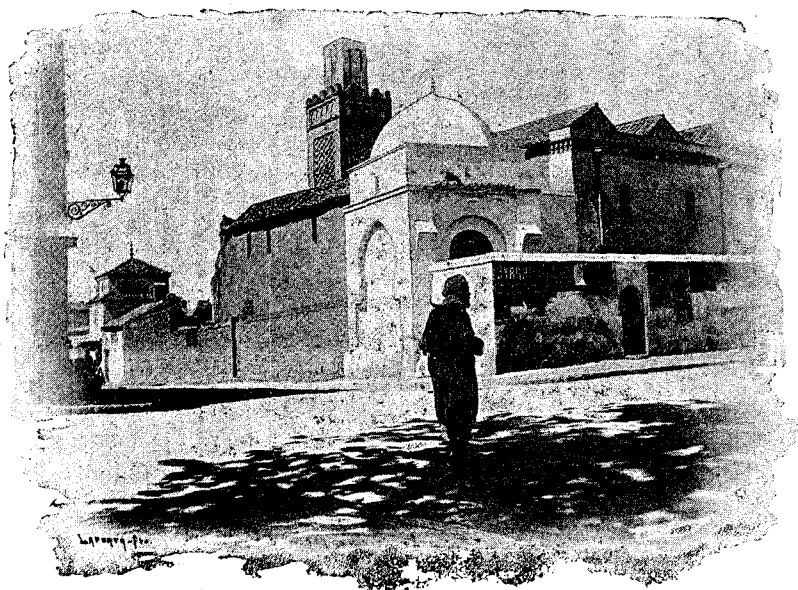
CALLE DE MASKARA EN TLEMCEM.

El laberíntico trazado de sus estrechas y ruinosas callejuelas, en parte cubiertas por bóvedas volteadas de casa á casa; los lisos y blancos paramentos de los edificios, desprovistos de vanos al exterior; las puertas con ojiva, dando ingreso á los clásicos patios con arcadas árabes; la ausencia casi total de europeos en estas calles, cruzadas por gran muchedumbre indígena; el aspecto extraño y típico de las viviendas judías, cuyas puertas y patios se ven embadurnados de rabioso azul; las numerosas tiendas y talleres de comerciantes é industriales musulmanes, y por último, los minaretes de las mezquitas; dan á Tlemcen una fisonomía

esencialmente original y pintoresca, que hace el encanto de *touristas* que, como nosotros, ávidos y curiosos de contemplar á los árabes en su casa, llegábamos desilusionados después de una expedición en que sólo reminiscencias de este pueblo habíamos encontrado. El Tell está ya tan *europizado*, que el viajero que no se interne hacia el Sur, sólo en Argel y Tlemcen encontrará motivos con que satisfacer su curiosidad.

Ya hemos dicho que Tlemcen fué demolido varias veces, y aunque reedificados varios barrios por los mismos árabes, en estas hecatombes desaparecieron todos los monumentos de alguna importancia, excepto las mezquitas, que en todas ocasiones fueron respetadas, y aunque el tiempo arruinó muchas, resta hoy una buena cantidad de ellas, como únicos vestigios del Tlemcen poderoso.

Entre todas las del casco de la población destacan la gran mezquita (Djama-Kebir) y la de Abu-El-Hassan; de ambas damos una vista exte-

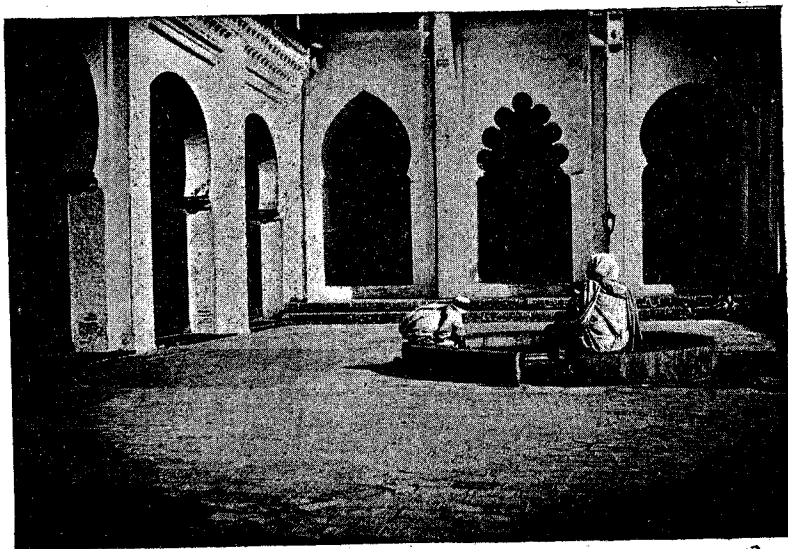


GRAN MEZQUITA DE TLEMCEM.

rior. La primera tiene planta cuadrada con 60 metros de lado: en el ángulo Noroeste está provista de un minarete rectangular, de ladrillo, adornado en sus cuatro caras con columnitas de mármol y mosaicos de

azulejos. Tiene 35 metros de altura y fué construído en el siglo XIII por Yar-Moracen, primer rey de la dinastía de los Abd-el-Ualitas.

Da ingreso al interior un patio, destinado á las abluciones, rodeado de arcadas de diversas formas, con una fuente de alabastro en el centro. La mezquita propiamente dicha tiene 50 metros de fondo por 20 de ancho; 72 columnas sostienen las naves, que son: 7 en sentido longitudinal y 13 en la anchura. El Mirab, contra lo que se acostumbra, está orientado al Sur y es la única parte del interior que, con la cúpula que



PATIO DESTINADO Á LAS ABLUCIONES EN LA GRAN MEZQUITA DE TLEMEN.

lo corona, posee alguna ornamentación formada con arabescos é inscripciones que atestiguan el año de su fundación (1136 de J. C.).

La fachada exterior de la segunda mezquita, con su minarete al costado, presenta bellissimo aspecto. El interior contiene curiosas esculturas y un techo artesonado de delicada labor, cuyas inscripciones hacen remontar su construcción, al menos la del interior, á 1296 de J. C.

Entre las curiosidades que encierra el museo existe una lápida con el epitafio fúnebre de Boabdil, último rey de Granada, muerto, al parecer, en Tlemcen, y no en Marruecos como la leyenda cuenta, aunque bien pudieron confundirse ambos países en aquel tiempo.

El Mechuar, que se eleva al Sur de la población, es una ciudadela del siglo XII, antigua residencia de los reyes de Tlemcen, y que contuvo vastos y valiosos edificios. Hoy no resta de él más que la colosal muralla flanqueada por dos torres, con una puerta de bastante valor, y el extenso espacio interior está ocupado por modernos cuarteles y otros establecimientos militares.

La fértil y frondosa campiña que rodea la ciudad está sembrada de pueblecitos agrícolas, en cada uno de los cuales existen obras de mérito,



SEGUNDA MEZQUITA DE TLEMCEM.

dignas de citarse en una narración más extensa que la que nos proponemos; pero no debemos pasar sin mencionar el santuario de Abu-Medin, que contiene, además del sepulcro del santón de este nombre, una hermosa mezquita, de cuyo pórtico acompañamos una vista, por ser lo más curioso entre otros trozos de gran valor arquitectónico. Lástima es que los edificios contiguos impidan contemplar el hermoso conjunto del pórtico y minarete, de bastante elevación y muy adornado de mosaicos.

A 3 kilómetros de Tlemcen existen curiosos restos de «El Mansurah» (La Victoriosa), ciudad construída rápidamente y que sólo vivió siete

años; el tiempo que fué preciso para el objeto que llevaban sus fundadores.

El sultán Abu-Jakub la construyó para vigilar y sitiarse á Tlemcen, comenzando por un palacio y soberbia mezquita, que fueron rápidamente rodeados de numerosos edificios, formando una populosa ciudad, destruída totalmente cuando los sitiados de Tlemcen hubieron de reconquistar su reino.

Hoy queda sólo en pie el recinto de murallas, con torres flanquean-



ENTRADA DEL SANTUARIO DE ABU-MEDIN.

tes, de un desarrollo de más de 4000 metros, y el minarete de la mezquita con escasas ruinas de ésta y del palacio del sultán.

Tiene la torre 40 metros de altura y está provista de una puerta monumental, cuya arcada de medio punto le da cierta semejanza con las de la época románica. Adornada de arabescos esmeradamente labrados en piedra, contienen sus dibujos, muy entrelazada y repetida, una inscripción árabe, que hemos visto traducida y dice así:

ABU-JAKUB-JUSSEF-BEN-ABD-EL-HAK ORDENÓ LA CONSTRUCCION DE ESTA MEZQUITA.—706 DE LA HEGIRA.—(1306 de J. C.)

Los recuadros que adornan los muros del minarete contienen restos

de mosaicos en azulejo esmaltado pequeño, muy semejante á los que abundan en los zócalos de la Alhambra. Algunos ajimeces iluminaban la escalera, que desapareció al hundirse el muro posterior.

Y á propósito de esta ruina, hay un detalle curioso. El sultán, deseando ver pronto terminado el trabajo, encomendó la construcción á dos grupos, uno de musulmanes y otro de cristianos. Precisamente lo arruinado corresponde á la labor de estos últimos, quedando sólo en pie lo hecho por los buenos creyentes. Excusado es decir si los moros encuentran en el suceso ancho pretexto para atribuirlo á un castigo de Alah, por la herejía cometida.

Hoy día queda sostenido el frente y parte de los costados de la obra antigua por sólidos contrafuertes y atirantado de hierro que le garantizan larga duración.

La contemplación de todas estas curiosidades y otras muchas no citadas, por no pecar de extensos, nos entretuvo muy agradablemente durante cuatro ó cinco días. Además, una recomendación proporcionada por el Kaid de Bel-Abbés, valiónos penetrar algo en las costumbres y viviendas árabes.

En la prefectura ó audiencia indígena presenciarnos (aunque sin enterarnos) algunos actos de administración de justicia, y fuimos invitados á tomar el the en dicho local. Un kadí (juez), llamado Si-Brahim, nos condujo á su casa, gran agasajo para nuestra curiosidad.

Previas las sacramentales palabras con que el dueño de la casa, marchando delante, pide paso franco, aunque más bien van encaminadas á ordenar esconderse á las mugeres, entramos, después de atravesar un pequeño vestíbulo y un pasillo recodado, á un bonito patio, semejante á muchos que existen en antiguas casas de Andalucía. Dos órdenes de arcadas en ojiva, correspondientes á los corredores de dos pisos, una fuente de mármol en el centro y dos limoneros lo adornaban. Entramos en la habitación principal del piso bajo: una sala rectangular con dos nichos en los frontones, que contenían dos camas ocultas por tapices, las paredes colgadas de telas bordadas de oro y tapices turcos y tunecinos, cojines en todo el perímetro, y en medio otro nicho de poca profundidad; lugar de preferencia adornado con trofeos de armas. Una mesita baja completaba el mobiliario, al cual había agregado tres sillas de Victoria en obsequio á los europeos.

Tomamos varias tazas del clásico café, acariciamos á los pequeñuelos, que acudieron curiosos á vernos, y salimos encantados, después de haber dado al anfitrión noticias que le interesaban mucho sobre la *Yama de Corduva* y la Alhambra.



الحمد لله
عبد الله

RETRATO Y FIRMA DE EL HACH-HAMED-BEN-ABD-ALAH.

Otro conocimiento hicimos, que también nos valió obsequios. El del Agha del Sud, aristocrático personaje, de hermosa figura y elegante porte, cuyo nombre escrito al pie de un retrato que nos dedicó, dice: «El

Hach-Hamed-ben-Abd-Alah». En extremo amable con nosotros nos condujo á su casa, entregándonos un precioso tapiz tejido con esparto y lana, con el ruego de que lo entregásemos á la *Sultana* de España. Jefe de las tribus nómadas de aquella región, tuvo grande empeño en que le acompañáramos á girar una visita á los aduanares, pero nuestro itinerario no lo permitía y nos excusamos prometiendo otro año asistir á una carcería de javalíes, con que se propone agasajarnos.

El último día visitamos algunos talleres de tejidos y armas, pero la industria se me antoja muy decaída en Tlemcen, y todos los objetos de algún valor, que se expenden en los tienduchos de la calle de Máskara, provienen de Túnez y Marruecos. Por último, el mercado, muy concurrido ciertos días, tiene, para los extranjeros, el curioso atractivo de los camellos y particularmente el verlos cargar. Recibe este animal, arrodillado, el peso que le destinan, y no cesa, mientras dura la operación, de emitir roncos y estruendosos quejidos, que acaban cuando se levanta, movimiento al que se revela si conceptúa excesiva la carga. Como la concurrencia es muy grande y la operación se verifica para todos casi á un tiempo, á la hora en que el mercado concluye, el nutrido coro de rugidos producía el efecto más cómico y extraño.

Dimos el adiós á Tlemcen, y después de renovar en Bel-Abbés nuestro equipaje, partimos para el Sur, prometiéndonos muy buenos días.



III.

DE BEL-ABBÉS Á SAIDA.

Pantano de El-Habra-Saida. — Abuso de las bebidas,



La primera jornada terminó en Saida. Se retrocede desde Bel-Abbés por el camino de hierro de Orán hasta Sainte Barbe du Tielat, donde se toma el que se dirige á Argel, para abandonarlo en Perregaux después de haber recorrido el fértil valle del Sig.

En este último punto se empalma con el ferrocarril estratégico de Arceux á Ain-

Sefra, y á los pocos kilómetros puede el viajero contemplar una magnífica obra de ingeniería.

Es ésta la gran presa del Habra, construída en la confluencia de tres ríos: el Ued Tezú, el Ued Jergug y el Ued Hamman. Tiene una longitud de 478 metros y 40 de altura, y por último, el espesor en la base de este muro ciclópeo es de 39 metros. El agua detenida forma un inmenso lago, que se divide en tres brazos, remansando en unos cuantos kilómetros la de aquellos tres ríos de escaso caudal. La cabida del pantano es de 14 millones de metros cúbicos, que fertilizan anchas extensiones de terreno, y el coste total de la obra fué de 5 millones de francos, incluyendo la recomposición de un rompimiento que en 1881 sufrió, ocasionando la inundación la muerte de centenares de personas y la ruina de una extensa comarca.

Después de algunas horas de marcha se empiezan á trepar las pri-

meras pendientes del Atlas; el país cambia de aspecto, los poblados y cultivos disminuyen y la marcha del tren se hace lenta y penosa por el accidentado trazado del camino en aquellas áridas estribaciones.

Máskara, la tercera capital militar de la provincia, se contempla á lo léjos, pues el ferrocarril pasa á algunos kilómetros de distancia, salvada por un ramal que empalma en la estación de Tizi. A las seis de la tarde se llega á Saida, pueblo de triste memoria para tantas familias españolas, después de la hecatombe de Bu-Amema. De la antigua Saida berebere no quedan sino unas ruinas, situadas á 2 kilómetros de la población actual, que es una bonita ciudad francesa fundada en 1854 y habitada en gran parte por nuestros compatriotas.

Nos alojamos en un buen hotel (*tenu par M. X.*, un estrambótico personaje de gracioso empaque que sale al andén para recibir á sus huéspedes vestido casi de rigurosa etiqueta) y pasamos tarde y noche obsequiados por nuestros paisanos, *á la africana*, ó sea bebiendo pócimas, hasta que el estómago se revela á admitir más.

Es verdaderamente alarmante el abuso que en Argelia se hace del ajenjo, Bermout, Wither y otras preparaciones alcohólicas de la familia. El pueblo más pequeño cuenta con numerosas cantinas, limpias y lujosas la mayor parte, y perfectamente provistas de gran variedad de aquellos venenos, que se consumen en cantidad aterradora. Dicen los aficionados que son muy sanas. Indudablemente el trabajo duro y el gran calor son grandes estimulantes del alcohol, como rápido restaurador de las fuerzas; pero el abuso, únicamente disculpable por la mala calidad del vino, tiene que ser perniciosísimo.

La templanza de los árabes, impuesta como precepto religioso por el sabio Mohamet, es sin duda preferible; verdad es que la escasa actividad de su vida exige poca reparación al gasto de fuerzas físicas. El trabajo del nómada, por ejemplo, se reduce al cuidado del ganado, y en punto á agricultura, se contenta con arañar de mala manera algunas áreas del terreno que se le asigna y sembrar el grano. La planta prospera como puede, agobiada por la hierba, hasta el punto de ser difícil distinguir sus sembrados de los prados, y no se molesta durante el año en dedicarle la menor labor. Si ha llovido en buena época y la langosta no ha hecho de las suyas, recogen la miés y almacenan el grano. El mo-

lino y el horno están en casa con los demás artefactos del menaje y el resto del trabajo corre por cuenta de la mujer.

Su contacto con los cristianos pervierte, sin embargo, á los pocos que se dedican á algún trabajo rudo, y no es extraño ver, especialmente en los espartales, algún moro que vergonzantemente falta al precepto del Korán despachando vasos de ajenjo. Pero esto es una excepción, de la cual forman parte, *por derecho propio*, los moros de alta jerarquía, aunque ésta sea religiosa, porque, en general, su ardiente fervor obliga á los demás á observar los preceptos, en este punto más en armonía con los que la higiene decreta para aquel cálido país. Por lo demás, este es sano y la colonización va haciendo desaparecer las fiebres provinientes de la primera roturación de los terrenos. Son frecuentes las oftalmías, consecuencia del exceso de luz, y los enfriamientos por las rápidas variaciones de temperatura. Contra este peligro hay una regla muy útil en el uso de la faja, que es reglamentaria en el ejército colonial.



IV.

DE SAIDA Á AIN-SEFRA.

El mar de Alfa.—Bu-Amema.—El ferrocarril estratégico.—Establecimientos militares.—El Kreyder.—Mecheria.—Ain-Sefra.—Las dunas.—El Oasis, el fuerte y la guarnición.—El Bureau árabe.



COMAMOS el tren (que por precaución sólo viaja de día) á las siete y media de la mañana, esta vez persuadidos de que íbamos á ver algo nuevo, y dispuestos, en vista de lo fresco del tiempo, á pasar un día agradable.

El camino de hierro sigue, en los primeros kilómetros, un trazado muy variado, con curvas y pendientes fuertes y casi constantes, plegándose al terreno, que muy accidentado al principio va descubriéndose conforme el tren va *trepando de la montaña al valle* (valga la frase).

Los cultivos desaparecen á poca distancia de Saida; prados con pastos abundantes y enebro los reemplazan, y poco á poco las asperezas topográficas se desvanecen hasta llegar á la llanura inmensa, sin accidente alguno, con el esparto por todas partes como única y triste manifestación de vida.

Hemos llegado al pequeño desierto ó Hauts-plateaux, según rezan las cartas francesas, ingresando en él por el mar de Alfa, que así titulan á esta región, donde se hace en gran escala la explotación de dicho textil, sin duda por ser la zona donde alcanza mayor desarrollo y donde su transporte es más fácil. El paso está poblado hasta Khaff-Allah, último *chantier*, y por cierto de bien tristes recuerdos para los colonos españo-

les, que constituyen casi el total de la población agrícola de la provincia de Orán. Este punto y Marhum, situado unos 45 kilómetros más al Oeste, fueron teatro de las sangrientas hazañas de Bu-Amema en 1881.

Sus hordas llegaron á Ain-el-Hadjar, á corta distancia de Saida, pero las matanzas de obreros españoles, que dieron lugar á nuestras reclamaciones diplomáticas, casi se redujeron á los dos citados pueblos. A excepción de algunos árabes que huyeron ó se agregaron á la sublevación, los habitantes eran españoles, braceros de la Compañía Franco-Argelina de explotación, y algunos negociantes en pequeña escala, también compatriotas nuestros.

Hemos tenido ocasión de comentar aquellos tristes sucesos con algunos de los pocos que milagrosamente se salvaron de la hecatombe, y todos unánimes achacaron á apatía de las autoridades de Saida gran parte del alcance de la catástrofe, por demora en transmitir avisos.

Pero también confiesan que días antes se les hicieron advertencias respecto á la poca tranquilidad de que podían disfrutar, en vista de noticias de la insurrección del Sur oranés, solo que, demasiado confiados ó algo incrédulos, se resistieron muchos á abandonar lo que constituía su único patrimonio y perecieron en la sorpresa, no exenta de rasgos de valor y enérgica resistencia, que valieron la vida á algunos arrojados.

Quéjense también de lo exíguo de las indemnizaciones que el Gobierno francés les concedió, y este dato es de un negociante español de Saida, quien asegura que perdió en el incendio 250.000 francos y no percibió sino 130.000.

Allá el derecho internacional se encargaría de depurar el alcance de la responsabilidad que cabría en aquella ocasión al Gobierno de una colonia, cuyos límites por el Sur están constantemente sin definir, y cuyos enemigos son gente nómada, que no disputa paso á paso su territorio, pues que éste es inmenso, y el punto donde sientan sus reales variado constantemente. Las insurrecciones son obra, en general, de la propaganda y fanatismo religioso, que tiene por principal lema la matanza de cristianos, y á las consecuencias de ellas están expuestos constantemente todos los límites, por el Sur, de la Argelia francesa. En esta zona estaban situados entonces los referidos *chantiers*, y sin atreverme á santificar la conducta del Gobierno, digo que dió un gran ejemplo de

actividad en la adopción de medidas que impidiesen la repetición de tales barbaries (1).

El remedio fué aplicado en el acto. La insurrección tuvo lugar en Mayo del 81, y en Julio del mismo año votaban las Cámaras francesas un fuerte crédito para la prolongación hasta Mecheria del ferrocarril estratégico, cuyas obras se llevaron á cabo con extraordinaria rapidez. El 7 de Agosto comenzaron los trabajos y la locomotora recorrió, cincuenta y dos días después, los 35 primeros kilómetros; á los ciento veintiocho días quedaron terminados 76 kilómetros, comprendiendo el paso de un ancho lago, Chott-el-Chergui, por medio de un largo terraplén. Interrumpidas las obras por los temporales, fueron reanudadas el 21 de Febrero del 82 y los trenes llegaron á Mecheria el 2 de Abril.

Aun teniendo en cuenta la ventaja proporcionada por la casi total ausencia de obstáculos topográficos, resulta extraordinaria la rapidez de la construcción, que comprendiendo en suma 115 kilómetros, en los que se invirtieron doscientos treinta y nueve días, corresponde á medio kilómetro por día, incluídos todos los trabajos hasta la circulación de los trenes.

El ferrocarril llega hoy á Ain-Sefra (102 kilómetros más) y actualmente se replantea una prolongación á Chenin-Bu-Resg, el punto más avanzado de la ocupación militar en la provincia. La vía tiene 1^m,10 de ancho, el material es bueno y la velocidad, en marcha, de 30 á 35 kilómetros. Aunque toda la línea tenga objeto especialmente militar, por su trazado paralelo á la frontera marroquí, dirigido al Sur en sentido de la conquista y quizá con el porvenir de una inmensa prolongación al través del Sahara, está desde Arceux, punto de la costa donde arranca,

(1) No resultaron en cambio muy lucidos los movimientos de las fuerzas dispuestas para la captura de Bu-Amema, que fueron astutamente engañadas por el Marabut.

Dos columnas, situadas una en El Mai y otra en Ksar-el-krelifa, cerca del Kreyder, mandadas por el general Detrie y el coronel Mallaret, acechaban su paso hacia el Sur. Bu-Amema, cuya marcha entorpeció una gran impedimenta, la del botín cogido en Tafarua y Khalf-Alah, tenía que pasar por en medio, empresa no fácil. Para conseguirlo, destacó una partida de jinetes, que desfilaron por delante de Detrie, el cual los persiguió con toda su columna hasta Ain-Sifisifa, al otro lado del Chott, persuadido de que cazaba al santón. Por otro lado, el coronel Mallaret, en lugar de guardar el paso del Kreyder, había acampado 4 kilómetros al Oeste. Bu-Amema envió también un fuerte destacamento de jinetes, que desfiló por delante de él, contentándose su columna con dispararle varios cañonazos. Y mientras esto sucedía, el convoy de camellos pasaba tranquilamente el Chott, por el Kreyder, único punto donde la travesía era fácil. Desde allí no le costó trabajo llegar al terreno de los Mograr, tribu de donde provenía.

hasta Saida, ó poco más allá, dedicada al tráfico ordinario de viajeros y mercancías, principalmente de esparto. Desde aquel límite su servicio casi se reduce al transporte de tropas y abastecimiento de las estaciones y puestos militares, que en aquellas desoladoras planicies carecen de todo en absoluto, incluso del agua, que es conducida por los trenes en recipientes de palastro colocados sobre las plataformas.

Cada 12 kilómetros existe una estación fortificada, y de 100 en 100 kilómetros, próximamente, un gran establecimiento militar. El Kreyder, Mecheria y Ain-Sefra son, después de Máskara y Saida, los nombres de estos últimos.

El primero está situado á la orilla del Chott-el-Chergui, gran lago salado que mide 180 kilómetros de longitud, y á su alrededor se extiende un horizonte limitado sólo por la redondez de la tierra; análogo espectáculo al que se presencia en alta mar, aunque más triste si cabe. Guijarros, arena y pobrísima vegetación; sólo esparto, de un verde gris y apagado; ni el menor accidente que distraiga la vista, y todo ello bajo los rayos de un sol abrasador en la mayor parte del año.

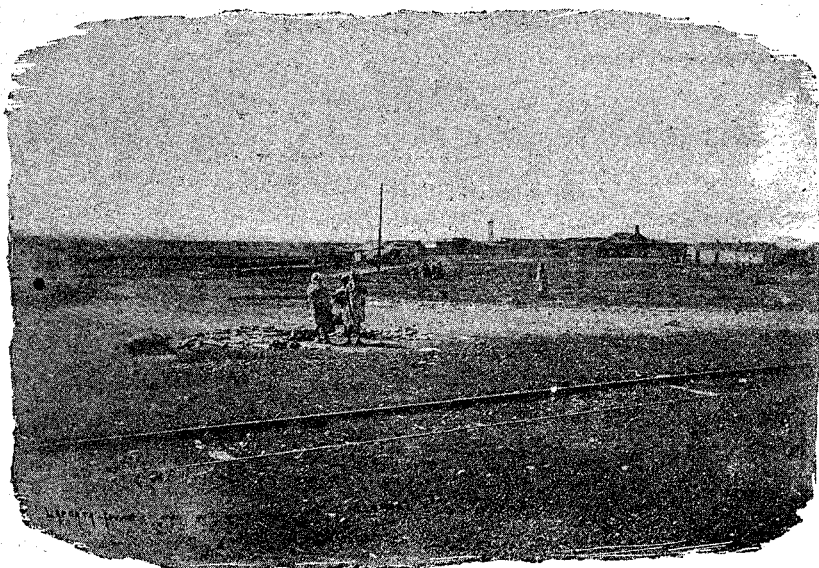
Constituyen el Kreyder: un fuerte abaluartado de mampostería, situado en una pequeña colina, con torre óptica, que comunica con Geryville, Ras-el-Ma, Mecheria y Saida; un rectángulo, también abaluartado, que contiene los cuarteles y la estación, situado al pié de aquella; y un grupo de casas con cantinas y pequeños comercios, emplazado á medio kilómetro de la estación. Todo esto alberga, además de una pequeña población civil, unos 1500 hombres de guarnición, compuesta de infantería de la Legión, artillería y caballería indígena (*Spahis*).

En las inmediaciones se ve un pequeño parque ó bosquecillo, de valor inapreciable para aquellos desterrados, debido sin duda á la existencia de una fuente de bastante caudal, donde se llenan los recipientes para las estaciones próximas. Y en todas ellas ensayos de plantaciones, abandonados en unas, coronados con mezquino éxito en pocas, el paciente esfuerzo por conseguir un escrúpulo de sombra. El agua, distribuída por exiguas dosis, debe evaporarse al caer al suelo, cuando con mayor necesidad la pide la planta.

Saliendo del Kreyder se atraviesa el lago. El agua salada, escasa ya en el mes de Mayo, forma sólo grandes charcos, que interrumpen con su

brillantez la mancha inmensa, gris clara, de su alveólo arenoso. Los efectos de espejismo, tan anunciados en las guías, yo no los noté; solamente en el horizonte extrañan unas ráfagas horizontales, unidas á girones con el cielo, y de su mismo color, que cortan las lejanas siluetas de los montes. Y el camino prosigue con el mismo panorama abrumador. Únicamente grupos de Jaimas, del color de la tierra, é inmensos rebaños de camellos, albergue y propiedad de una tribu nómada, distraen la atención y denotan que es posible la vida y quizá la vida feliz en aquellos desolados páramos.

Mecheria (*Miseria*, según la llaman los españoles, y su aspecto justi-



VISTA DE MECHERIA.

fica la corrupción del nombre) está situada en las faldas del Djebel-Antar, barrera de montes áridos y escabrosos que la preserva por el Suroeste de los efectos del siroco. A la derecha de la vía, la población militar, semejante al Kreyder, y á la izquierda la civil, más numerosa que la de aquél, y con parte árabe, á juzgar por la mezquita que se divisa y que es de construcción moderna. Y después de algunas estaciones se llega á Mekalis, 70 kilómetros más allá, punto el más culminante de la línea en las mesetas, á 1323 metros de altura. Más tarde se empieza á descender

por un valle formado entre estribaciones del gran Atlas; el camino se accidenta, y esto contribuye á mitigar algún tanto el hastío del monótono viaje, juntamente con la ilusión de llegar á Sahara; pero ésta va á ser desvanecida.

El Sahara de los árabes empieza donde termina el Tell, y comprende, por lo tanto, el pequeño desierto; el Sahara geográfico comienza en la divisoria del gran Atlas; Ain-Sefra, pues, cae dentro de él. Pero el Sahara que todos guardamos en la imaginación, el Sahara del *simoun*, la inmensa llanura de arena sin accidente ni vegetación, el plano geométrico con la carabana en el horizonte, ese, hay que avanzar todavía mucho para encontrarlo, y sólo puedo decir que hemos asomado las narices, descubriendo desde el Djebel-Mekter por entre las estribaciones de los montes próximos, un girón del llano indefinido. Y hasta esto es sólo una ilusión, porque la cordillera del Atlas, así como asciende por mesetas, desde el Tell hasta el pequeño desierto, desciende en análoga forma, por escalones, hasta El Hamada (gran meseta) al Areg (región de las dunas); y todos estos cambios van acompañados de accidentes topográficos y de regiones pobladas de frondosos oasis hasta llegar á esas grandes estepas que las carabanas emplean meses en atravesar, con itinerarios sólo sujetos á la situación de los pozos que á largos trechos se encuentran.

El ancho valle en que Ain-Sefra está situada es realmente desierto: ausencia completa de cultivo, suelo arenoso, vegetación escuálida y ni el menor indicio de población, si se excluye el oasis y establecimiento militar; pero si nó tan extenso, recuerda el paisaje muchos de los que el que ha viajado algo por nuestra Península habrá tenido ocasión de contemplar.

Únicamente una larga cadena de dunas de finísima y movediza arena, de tono muy rojo, con más de 1 kilómetro de anchura y relieves variables entre 40 y 50 metros, llama la atención por ser el primer indicio del desierto. Ellas contribuyen á que las incomodidades de la vida aumenten y á que la guarnición de Ain-Sefra se vea obligada á sostener titánica y constante lucha. El viento que arrastra la arena va impregnando de finísimo polvo, que se nota en todas partes, se respira, se mastica y estropea hasta las máquinas de los relojes. Los fosos de las fortificaciones se cegaban muy á menudo, pero la constancia para remediar

esta invasión ha dado sus frutos, y hoy existe en las inmediaciones un parque frondoso que la contiene, conseguido á fuerza de agua y de esparcir y mezclar con la arena el estiércol de la caballería. Empalizadas formadas en las crestas de las dunas, punto donde el viento encuentra menor obstáculo, dificultan también algún tanto el constante movimiento de la arena.

Atravesando las dunas empiezan las faldas del Djebel-Mekter, que con el Aissa forman el valle, y al poco tiempo de ascender vuelve unó á encontrarse con un paisaje perfectamente conocido; vegetación idéntica á la de cualquier monte de Castilla; la encina, el enebro, el madroño, el tomillo y el romero constituyen casi el total de la flora. Ello es que llegamos al Sahara una noche de hermosa luna, y que nos salió á recibir el dueño del «Grand Hotel de France», el cual, sino justificaba su pomposo título, destruía, con la promesa de un *comfort* relativo, todo temor de fatigas y penalidades en esta etapa, la última de nuestro viaje. ¡Y para cargar la nota desilusionante, edredones de pluma sobre las camas! Esto en el Sahara y en Mayo: cierto que estorbaban, pero por algo estaban allí. Los mil y pico de metros de altura explican el que algún invierno sean aquellos parajes visitados por la nieve.

Las recomendaciones que llevábamos para algunos oficiales de la guarnición surtieron su efecto, y agradecidísimos estamos á la obsequiosidad y atención con que nos trataron. Hicimos la presentación oficial al teniente coronel jefe militar y civil del establecimiento, y fué grande su amabilidad, pero nos impuso un veto inapelable para la prolongación del viaje. Deseábamos llegar á Mograr-Fokani y Mograr-Tatani, oasis situados unos 35 kilómetros al Sur, en línea recta, y nos fué prohibido. Días antes, á consecuencia de desmanes de una tribu, se habían cruzado algunos tiros entre ésta y los *spahis*, y la seguridad no era grande. «Si el objeto de ustedes no es más que el visitar un oasis del Sahara, vayan á Thyut, situado á 12 kilómetros, y verán el más bonito y el más típico de los contornos. Para que fueran más lejos era preciso les acompañara un escuadrón de *spahis*, porque soy responsable de la seguridad de los extranjeros, y la revista que el general va á pasar estos días me impide el proporcionárselo.» Esto nos dijo el teniente coronel, y fué una decep-

ción por la cual hubimos de contentarnos con Thyut, de cuya expedición hablaremos más tarde.

Ain-Sefra comprende tres grupos de edificación. El oasis árabe, el fuerte y la población europea, que contiene también barrios árabes y que es bastante grande por pertenecer al extremo de la línea y hacerse mucho comercio con el Figuig y el Desierto.

El oasis es del tipo de todos, semejante al de Thyut, del que luego hablaremos.

El fuerte lo constituye un rectángulo cerrado por un murete de mam-



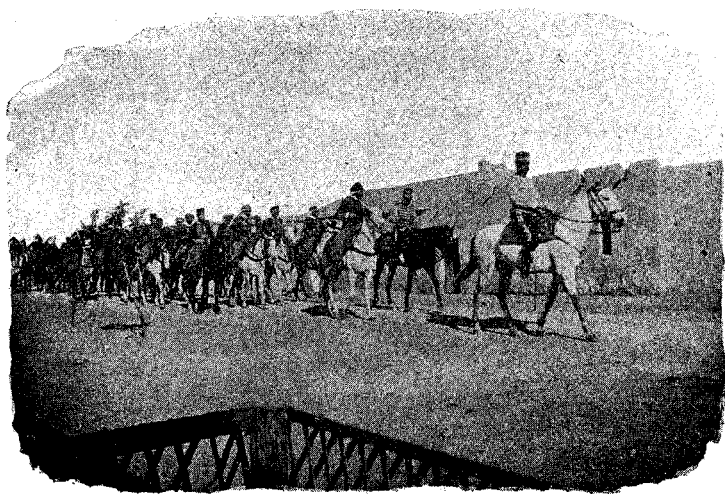
AIN-SEFRA: PUERTA PRINCIPAL.

postería aspillerado, con foso y baluartes flanqueantes. A esto se reducen las fortificaciones en todo el Sur argelino, y son sobradas para resistir los ataques de las tribus y hasta para hacerles desistir de darlos.

Los nómadas del Desierto, únicos temibles, cuentan sólo con grandes masas de caballería que atacan en el llano y en tropel para emprender después del choque la huida al menor temor de inferioridad, y se recatan de presentarse ante una posición defendida.

El citado rectángulo contiene todo lo necesario para una guarnición de 2.000 hombres, compuesta de un batallón del primer regimiento extranjero, tres escuadrones de *spahis*, una batería de montaña y una com-

pañía de infantería, montada en mulos, tropa de ensayo de la que esperan buenos servicios. El *Genie* está representado aquí y en todos los puntos análogos por un *adjouyant* ó maestro de obras y media docena de soldados. La legión extranjera, en la que abundan los oficios, proporciona buenos obreros para todas las ligeras construcciones de estos establecimientos, que se reducen, en general, á pabellones de entramado y ladrillo, ó de mampostería ordinaria, de un solo piso, con cubiertas ligeras y cielos rasos, dormitorios de tropa, cuadras, hospitales, almacenes,



UN ESCUADRÓN DE SPAHIS EN AIN-SEFRA

oficinas y pabellones para toda la oficialidad y sus familias, sin faltar en ninguno de ellos uno dedicado á Círculo Militar.

En medio del parque de las dunas álzase un pequeño *chalet*, de lujo relativo, y con ciertas pretensiones de sujetarse á las reglas de arquitectura árabe. Son las oficinas y pabellón del *Jefe del bureau árabe*, cargo que parece ser de alta importancia, y que en Ain-Sefra está desempeñado por un capitán. Es el que en la zona límite de la colonización se entiende directamente con los moros, cierra los tratos con las tribus sometidas y paga los estipendios convenidos con ellas, porque frecuentemente es retribuída con un sueldo la sumisión ó la promesa de tranquilidad. Por dinero baila el perro.

El nombramiento recae en persona á quien se exigen condiciones especiales y, naturalmente, el hablar bien el árabe, y el cargo debe ser delicado y trabajoso, pero no exento de encantos. Al entrar en la casa del capitán Rigal, se me antojaba semejante á la de un pequeño pachá; siempre una nube de moros á la puerta, que le demuestran un gran respeto, y el interior cuajado de presentes árabes, armas, pieles, tapices y muebles, amén de una bonita *menagerie*, que contaba con curiosos ejemplares de caza de aquellas regiones.



V.

LOS OASIS DEL FIGUIG.

Consideraciones militares sobre la frontera argelino-marroquí.



MIN-SEFRA, con su fuerte destacado de Djenien-buresg, son actualmente los puestos avanzados de la colonización argelina por la provincia de Orán. Es esta la zona que más interesa á los franceses para sus fines ulteriores, si algún día han de dar cima al colosal proyecto del ferrocarril tras-sahariano, porque allí arranca el camino del Tuat, poblado grupo de oasis, situado á 600 kilómetros del Atlas, que indudablemente podrá servirle de importantísimo punto de apoyo. Y al mismo tiempo, la vecindad de Marruecos entorpece la marcha colonizadora por esta región, aunque seguros estamos de que estos obstáculos estriban más en dificultades diplomáticas que en la resistencia que con las armas tuvieran que vencer. Prueba de ello, que en la provincia de Argel están internados en el Desierto 300 kilómetros que próximamente dista del Atlas el puesto militar de «El Golea», y para llegar á él hubieron de someter á los Beni-Mzab y á las poderosas tribus nómadas que pululan por aquellas comarcas.

Pero para dar el primer avance por el Sur oranés, tropiezan con un fuerte obstáculo. El Figuiq, nombre que sonará en los oídos de los espa-

ñoles, aunque no sea más que por lo repetido en los diarios políticos, y por cierto, tratado algunas veces con poco tino y cometiendo errores geográficos abominables.

Sobre este asunto, el jefe y *cicerone* de nuestra expedición, teniente coronel de caballería D. Juan de Lara, persona que conoce bien la Argelia, publicó no hace mucho en *El Correo* un artículo que contiene atinadas observaciones, y que no copiamos íntegro por no dar demasiada extensión á este trabajo; pero nos inspiraremos en sus ideas, con las que estamos muy conformes, para gran parte de lo que sigue á continuación.

Es el Figuig un grupo compuesto de nueve pueblos ú oasis, que cuentan 15.000 habitantes, enclavados en la falda Sur de la gran cordillera del Atlas, perteneciendo su territorio á Marruecos, pero separado de las capitales del Imperio (Fez y Marruecos) por la enorme muralla de montañas, cuyos altos pasos son impracticables durante la temporada de invierno y sólo accesibles con gran trabajo á la infantería en el resto del año.

La unidad poco consolidada del Imperio y el espíritu de independencia de sus tribus, junto con la razón expuesta, explica el que hoy día se rijan por leyes especiales y el que haya conservado siempre una casi autonomía, que no reprime la escasa autoridad que el Sultán puede ejercer sobre ellos.

Las dificultades con que éste tropieza para toda acción represiva les sostienen en una semi-rebeldía que exime el pago de los tributos, y sólo invocan aquella autoridad para librarse del otro dominio que les amenaza.

Sin embargo, sospecho que la dificultad principal que impide á los franceses apoderarse del Figuig, estriba más en la resistencia opuesta por otras naciones que en la misma repugnancia de sus habitantes, y fundo esta conjetura, que hago por mi cuenta, en el examen de la vida del Desierto. Es esta una constante lucha entre los habitantes de los oasis, propietarios que poseen un hogar fijo en su casa y su huerto, y habituados, por consiguiente, á relativa comodidad, y las tribus nómadas, cuya vivienda y patrimonio es transportable, y cuya situación es indiferente y sólo sujeta al aprovechamiento de pastos para sus ganados. Estas tribus, esencialmente guerreras, encuentran muy cómoda la

razzia, y la ejercen sobre las carabanas y sobre los oasis cuando el hambre les agujijonea ó la ocasión se les presenta.

A esa perpetua lucha obedece el que todos los pueblos del Sahara se encuentren fortificados, y lo propio ocurría con algunos del pequeño Desierto, hasta que la dominación francesa impidió estos desmanes, llevando con ello la tranquilidad á las kábilas. Es posible que el Figuig, ó sea más fuerte, ó mantenga buenas relaciones con los nómadas; pero si así sucede, será una excepción.

Lo cierto es que actualmente es un refugio de todos los que hacen algún estrago, y éstos, en las proximidades de Ain-Sefra, se ponen, por la corta distancia, á cubierto muy pronto de una represión. Los Resanes, los Hamianes y la poderosa tribu de los Ulad-Sidi-Cheik son los peligrosos vecinos de esta zona del Sahara. Aunque el Gobierno francés tiene condecorados y bien pagados á los Marabuts ó grandes jefes de esta última, y asalariados algunos *tributos* de todas ellas, sólo consigue una incompleta sumisión, siempre expuesta á quebrantarse.

Nosotros estuvimos en aquel país cuando el hambre acosaba á los moros, y precisamente á raíz de haber recibido un espléndido socorro, una de las tribus cometió una tropelía con algunos europeos y hubieron de cruzarse algunos tiros con los *spahis*. Temiendo el castigo huyeron los hombres al Figuig, y me refirieron en Ain-Sefra, que las tiendas, ganados y mujeres abandonados fueron repartidos entre los de otra fiel. No respondo de la exactitud del informe.

Es también el Figuig un foco de propaganda religiosa que, exaltados del tipo de Bu-Amema, eligen como cátedra de sus doctrinas, basadas principalmente en la exterminación de cristianos, y tiene, por último, gran importancia bajo el punto de vista comercial.

En general se ha creído que la posesión de estos oasis estimulaba á los franceses, principalmente por tener en ellos una base para operar en su día sobre Marruecos, pero el exámen del mapa convencerá de lo erróneo de esta suposición. Poseyendo la Argelia, las líneas de invasión son indicadas por el Este, donde se aprovecharían para el acceso los valles y las mesetas, y la costa por el Norte. Jamás habían de preferir atravesar el Atlas de Sur á Norte, por lo difícil ó casi imposible que sería transportar la artillería, caballería é impedimenta consiguiente á

un cuerpo de ejército á través de un país eminentemente abrupto, sin vías de comunicación y cuyos peligrosos desfiladeros ofrecerían ventajosas posiciones al enemigo.

Únicamente para ganar Tafílete, tercera capital del Imperio, de nombre más que de hecho, puesto que el Sultán no la conoce (1), podría servir la posición del Figuig; pero la región Sahárica que separa ambos pueblos, escasa de recursos y casi desprovista de aguas potables, no dejaría de presentar serias dificultades á la marcha del ejército.

En resúmen, el anular un importante foco de insurrecciones y de propaganda religiosa, impedir la repetición de sucesos parecidos á los del 81, suprimir un refugio de bandidos, poseer un punto de importancia comercial y proseguir la colonización y dominio del Sahara, con el fin lejano todavía de la prolongación del ferrocarril que una estas posesiones con el Níger y con las de Senegambia, son los alicientes que tienen los franceses para la ocupación del Figuig.

La empresa de conquista sería fácil de no oponerse á ella las tribus nómadas del Desierto. Y si no padecemos error, como creemos, en estas observaciones, la consecuencia razonable es que España actuará de «perro del hortelano», oponiendo dificultades á tal anexión. Por el contrario, nuestros compatriotas, pobladores del Sur de Argelia, irían ganando con ella en tranquilidad, con la seguridad de no volver á ser las víctimas de nuevas

(1) Después de escritas estas líneas, hemos sabido que la expedición que anualmente hace Muley-El-Hassan por sus dominios ha sido dirigida hacia Tafílete. Gran número de preparativos y de precauciones han sido precisos para organizarla. Primeramente, sabemos que un moro instruido y de la confianza del Sultán ha pasado varios meses haciendo estudios con objeto de fijar el itinerario que desde Marruecos (capital) hasta el punto citado había de seguir el séquito imperial. El problema era complicado: las dificultades que la agreste topografía del Atlas había de interponer á la marcha y el eludir la visita de algunas tribus que sospechaba habían de hacer gran resistencia, eran los datos para la solución y ésta ha sido el derivar considerablemente al SO. sin duda por ambas razones reunidas.

El Sultán ha impedido que le acompañen las misiones extranjeras, proposición que nuestras legaciones han aprobado con muestra de sobrada debilidad. El pretexto era que yendo á un país de Jerifes no podía responder de la seguridad de unos cuantos cristianos que le acompañaban. El médico de la misión francesa ha sobrepuesto su habilidad y ha marchado con él.

Él sólo, pues, quizá consiga saber el verdadero objeto de la arriesgada expedición. Los demás solo hacen conjeturas, suponiéndola dedicada á arreglar las cuestiones del Figuig, separándolo de la influencia francesa, pero nosotros quizá no nos equivocamos suponiendo ha sido dirigida con el exclusivo objeto de cobrar fuertes tributos que los habitantes de aquella región le adeudaban. Las últimas noticias son que ha tenido varios contratiempos, teniendo que pelear con algunas kábilas, que no ha llegado á Tafílete y que ha invertido casi un mes en la primera parte de la expedición. Las noticias propaladas, con motivo de los asuntos de Melilla, no tienen visos de exactitud y hay que esperar su regreso para saber la verdad. Lo cierto es que en recorrer la distancia entre Marruecos y el territorio de Tafílete (360 kilómetros en línea recta) ha invertido un mes y seguro también que no ha intentado salvar la que separa á éste del Figuig.

insurrecciones, como lo fueron exclusivamente de Bu-Amema. A cambio de concesiones, podrían quizá recabarse otras ventajas importantísimas, y á propósito, copiaremos unos párrafos del artículo del Sr. Lara.

«Defendamos á toda costa la integridad del verdadero territorio de Marruecos y particularmente del Muluya, la mejor vía comercial y militar del Norte del Imperio; sostengamos con tesón nuestros legítimos derechos, pero que no nos arrastre un exagerado y mal entendido patriotismo á enemistades poco razonables y perjudiciales para las naciones vecinas.»

«Nuestras Chafarinas, cercanas á la desembocadura del Muluya, por su proximidad á la costa, necesitan un punto de sostén en ella; no sería difícil que en momento oportuno, con acuerdo del Sultán y mediando buenas relaciones entre España y Francia, consiguiera el Gobierno de S. M., á cambio de territorios que aún no tenemos y se consignan en el tratado de Africa, establecer una factoría frente á Chafarinas, que sería la salvaguardia de aquellas importantes islas.»

«Existen antecedentes respecto á este asunto, y su favorable resolución es de tal importancia para el porvenir, que merece llamar la atención de la prensa y de cuantos se interesan por el futuro engrandecimiento de nuestra política en Africa.»

Sea lo que quiera, se puede asegurar como cierto que los franceses persiguen con empeño este objetivo, y no cejan, confiando en llevarlo á cabo con éxito. Son indicios elocuentes el que pongan especial cuidado en no dibujar en las cartas militares, por la zona del Sur, su frontera con el Imperio vecino; lo es el establecimiento del fuerte de Che-nim-buresy, á 40 kilómetros de Figuig, y el enderezar la prolongación del ferrocarril hacia dichos oasis cuando, no quisiera equivocarme, pero de la inspección del mapa se deduce que la salida natural al Sahara para buscar el Tuat, siguiendo la línea más corta y menos desprovista de agua, discrepa bastante de la adoptada. Más lógico parece dirigirse por el oasis Mograr-Fucani, á buscar la cuenca del Ued-El-Arua.



VI.

EL OASIS DE THYUT.

Cacería en el Djebel-Mekter.



SALIMOS para Thyut á las ocho de la mañana de un hermoso día, embalados en un carrito, con honores de *charrete*, tirado por dos valientes caballos del país. Estos nos condujeron bien deprisa por el arenoso camino que sigue á lo largo del valle formado por los Djebel-Mekter y Aisa. Tiene la parte llana del valle unos dos kilómetros de anchura, accidentándose luego con las últimas asperezas de los montes, formando sus estratificaciones horizontales grandes bancos de roja roca. La tierra, y especialmente la fina arena que forma la mayor parte del suelo, son también de un rojo intenso, muy poco atenuado por la escuálida vegetación de raquíuticos yerbajos, que de trecho en trecho se observa.

Poco más de hora y media invertimos en el viaje, pues á cosa de las diez nos encontramos muy cerca de Thyut, que, por su situación en una hondonada, no permite se descubra en todo el trayecto. Se divisa lo pri-

mero un blanco Marabut, rodeado de tumbas. Todos los cementerios árabes tienen igual tipo; carecen de valla; ni tapia ni seto alguno limita el terreno dedicado al piadoso fin, que, por lo visto, debe ser indefinido; las tumbas, en el sentido de Oriente, pero sin alineación alguna, son espacios ovales contorneados de lajas de piedra, colocadas de canto, y en la cabecera una de mayor tamaño. El Marabut existe indefectiblemente aun en los cementerios más miserables. Es el panteón que la tribu destina á sus Santones y el único monumento, aun de muy cerca, que delata la necrópolis. Todos blancos y bien cuidados, afectan idéntica forma: un cubo de mampostería, coronado por un casquete esférico; la bóveda sobre pechinas, que estudiamos en el Adhemar. El de Thyut es el más lujoso que hemos visto, y no carece de gallardía. Su cúpula es peraltada y con facetas, recordando las de las iglesias del rito griego, y una cornisa con crestería en el remate del muro, completa su modesta ornamentación.

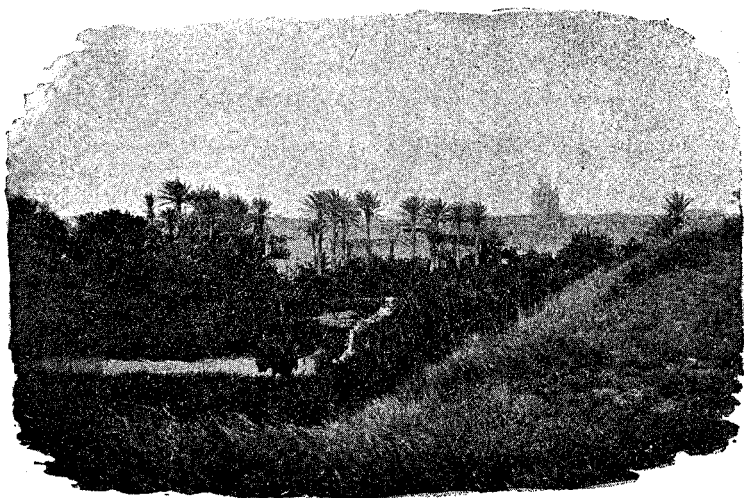
No conservamos fotografía alguna de esta expedición. Un entorpecimiento de la cámara fotográfica nos obligó á abrirla, no encontrando en el pueblo un local suficientemente obscuro para la operación. Lástima fué, porque si bien las vistas de Ain-Sefra dan idea de las construcciones de estos oasis, el de Thyut excede á aquel en carácter, es más típico y se encuentra totalmente aislado de construcciones europeas.

A la izquierda del pueblo se descubre un frondoso bosque de palmeras, situadas á ambos lados de una presa que recoge las aguas del Ued-Ancar para conducir las á los huertos del oasis. Contendrá éste unas mil almas, y tanto la población como los jardines están rodeados de ruinas de una muralla de tierra flanqueada por torreones. Los edificios, todos de tapial y grandes adoves, ofrecen aspecto triste y miserable, al que contribuye la carencia casi total de ventanas; y el remate, en pretil de azotea sin adorno ni coronamiento alguno, los asemeja á ruinas. El interior es un *maremagnum* de callejuelas, la mayor parte sin salida, un verdadero laberinto de curva, zig-zags y bifurcaciones, á trozos descubiertas y en muchos convertidas en pasajes por los pisos volados con maderas rollizas de una á otra vivienda. Los árabes, tumbados en grupos por estas estrechas vías, hacen todavía más difícil la circulación.

Nuestra visita no les preocupa; á pesar de ser rara la aparición de un europeo, gracias si merecemos alguna mirada de esas musulmanas, impregnadas no sé si de indiferencia ó de desprecio.

Únicamente los chiquillos, codiciosos de las propinas que semejantes visitas les proporcionan, tocan asamblea y forman desde el primer momento nuestra escolta, que no nos abandona en todo el día, ni á ellos la palabra *soldi*, con que constantemente demandan monedas.

Después de recorrer el pueblo y dar un vistazo á los jardines plantados de higueras y granados, salvo alguna palmera que ameniza la



AIN-SEFRA.

perspectiva cortando la línea horizontal de los edificios, nos fuimos, siempre acompañados de la tropa infantil, á disfrutar, almorzando, de la agradable sombra de la presa. Tuvimos allí palpable prueba del respeto que á las máximas del Koran guardan aquellos fieles observantes. Los moritos devoraban como perros hambrientos algunos pedazos de pan y queso que nos sobraron, pero sólo uno de ellos consintió en probar la carne. Todos la comen y les gusta con pasión, pero Mohamet les impone la condición de que la res muera degollada por sus manos. Su obstinada negativa nos excitó la curiosidad de indagar el por qué de la excepción. El que la aceptó sin resistencia era un negro que había servido en Ain-Sefra como pinche de cocina, un hereje pervertido por los perros cris-

tianos. Los demás engañaron el hambre con espigas de cebada cojidas en los sembrados cercanos.

Los sedentarios habitantes de esta región del Ksur, aunque muy mezclados hoy día con los árabes, no tienen ese origen. Son los pobladores que la conquista musulmana encontró instalados en aquel suelo.

Descienden estos Ksurianos de los antiguos africanos que pusieron sitio á Roma y de aquellos terribles Númidas que cargaban galopando sobre caballos desnudos.

Después de la conquista francesa, protegidos del pillaje y los saqueos de los nómadas, van perdiendo rápidamente su carácter militar; pero hace un siglo vivían todavía en perpétuo estado de guerra, como lo atestigua la construcción de sus pueblos.

Detrás de los muros que los rodean, los Bereberes estaban en condiciones de resistir los sitios periódicos que los nómadas les ponían. Después de cada cosecha de granos y dátiles se aprestaban á recibir el asalto.

Estas guerras, que se han repetido por espacio de muchos siglos, no han tenido cronistas, pero indudablemente han dejado en la mente de los Ksurianos, recuerdos muy vivos de asombrosos hechos de armas, nombres de héroes, leyendas y cantos de guerra que las refieren. Hoy día, todas estas fortificaciones están ruinosas porque, construídas con tierra sin auxilio alguno de piedra ni madera, y careciendo de revoque, las lluvias van desmoronándolas y no hay quien las repare.

Regresamos por la tarde al pueblo y nos sentamos á descansar en la plazoleta contigua á la Mezquita, que es modesta, de la forma de todas y acompañada de un minarete miserable, de una quincena de metros de altura. A las cuatro, suena en lo alto una voz formidable: es el Muezin. Cuatro veces mirando á los puntos cardinales, lanza su ronca llamada á los fieles del Islam. Estos van llegando por grupos, calmosos y en silencio, y después de las consabidas abluciones, se reparten por el templo, empezando sus plegarias y contorsiones.

El siguiente día fué dedicado á la caza. Había grandes proyectos de invertir un par de días en este placer, y á ello incitaban las estupendas narraciones escuchadas; pero quedaron reducidos á la más mínima expresión. Los oficiales no podían acompañarnos, por causa de la revista.

La amabilidad del capitán Rigal nos facilitó el hacer siquiera un ensayo, proporcionándonos caballos y guías. Tres de éstos, moros de una tribu sumisa y con aspecto poco tranquilizador, se nos presentaron á las tres de la madrugada, armados de fusiles Grass y conduciéndonos dos caballos enjaezados á usanza del país, arreos que necesitan, para habituarse á ellos, lecciones y paciencia.

Tomaron los guías, al trote de sus piernas, el camino del Djebel-Mekter, y seguimos detrás al de nuestros caballos. Fué la primera novedad el atravesar las cordilleras de dunas, por aquel sitio de dos kilómetros de anchura, y admirados quedamos de la rapidez con que lo hicieron guías y caballos, no obstante la resistencia de la fina y deleznable arena en que hundían sus piernas veinte ó treinta centímetros.

Hicimos la ascensión al monte distraídos y admirando el vigor de nuestros acompañantes, que no perdieron el paso de carrera durante las dos horas que en ella se invirtieron, desprendiéndose paulatinamente de sus prendas de vestir, que colocaban en las grupas de nuestros jacos, hasta quedar casi desnudos, pero conservando la carabina, que llevaban horizontalmente sobre los hombros, sujeta al cuello con un pañuelo, á guisa de portafusil.

Hicimos al fin alto, se extendieron en el suelo las provisiones, y volvimos á ver con asombro que el violento trabajo de la ascensión no entibió el fervor religioso de los guías. Como monos sentados sobre sus talones, se agruparon, devorando gran cantidad de dátiles y almendras, pero sin consentir probar un pedazo de carne. Por toda bebida, leche agria, que absorbían de una inmunda pelleja sin curtir.

Hecho el refrigerio, tomamos dos moros y dos cristianos lo que en técnica cinegética se llama «una mano», y no transcurrió un cuarto de hora cuando de unos breñales saltaron dos gacelas, que tuvimos la suerte de derribar. Certero y de mérito fué el disparo de un moro que, después de apuntar largo rato á un blanco tan movedizo, partió del balazo la cabeza de uno de los animalitos, á más de ochenta metros.

Y aquí terminó la cacería, aunque aquella escaramuza tan pronta nos hizo concebir grandes esperanzas; pero resultó como preparada para satisfacer nuestra curiosidad y nuestro amor propio. Por de pronto, el ruido de los tiros atrajo á algunos compañeros de nuestros guías, sin

duda apostados por las inmediaciones al olor del modesto festín, y entre la preparación de las reses y sendos ataques á las alforjas y á la pelleja transcurrió perdido mucho tiempo. La tropa aquella tenía que ver, por su traza y por la indumentaria: nuestra inteligencia con ellos se hacía casi imposible, pues no hablaban palabra alguna de francés ni español, y entre las libaciones de leche y el examen de una escopeta Hamerlles, que excitaba grandemente su curiosidad, se hacían los suecos, y costó gran trabajo arrancarlos de allí para continuar la faena. Infructuosa fué la del resto del día: los moros nos hicieron observar anchas y muy frescas huellas de una pantera, y al paso de este animalito atribuyeron el no descubrir en todos los contornos un solo muflon, que era el objetivo principal de nuestra correría.

Regresamos á Ain-Sefra relativamente satisfechos con nuestro trofeo, sintiendo que la veda (¡observada en el Desierto!) nos impidiera tirar á perdices que veíamos en abundancia, y recibimos la enhorabuena, bien merecida porque el escaso aparato de caza que llevamos no hacía confiar á los conocedores en el éxito que alcanzamos.

El resto de la estancia en Ain-Sefra fué dedicado á paseos por los contornos, en caballos proporcionados por el amigo Mr. Cointement, capitán de la Legión extranjera, persona que desde nuestra llegada se constituyó en nuestro *cicerone*, con una amabilidad que le agradecemos mucho.





VII.

DE AIN-SEFRA Á BEDEAU.

Regreso á Bel-Abbés árabe.—Fin del viaje.



IMITADA la satisfacción de nuestra curiosidad por el veto de continuar más al Sur, impuesto por las autoridades de Ain-Sefra, decidimos el regreso, variando, como era natural, el itinerario, porque todos deseábamos hacer un par de jornadas á caballo por el Desierto. El ca-

pricho no implicaba grande arrojó, pues aun estando en Mayo, la temperatura no era excesiva y podía uno exponerse á resistir los rayos del sol en la seguridad de no sufrir grandes molestias.

El plan fué formado: en ferrocarril hasta Kreyder, viaje á caballo desde este punto á Ras-el-Má, donde tomaríamos el camino de hierro de Bel-Abbés. La distancia entre Kreyder y Bedeau fué recorrida, no á caballo, sino en una *charrette*, que con grande amabilidad nos proporcionó, gratis por supuesto, un español residente en Marhun. La primera jornada duró unas cinco horas, de Kreyder á Marhun, *chantiers* de esparto ocupados casi exclusivamente por españoles, y restos de un fuerte sin guarnecer, desde que se avanzó la línea del Sur. Un ramal de camino de

hierro lo pone en comunicación con el principal, con el que empalma en Kraf-Allá, y por él circulan sólo dos trenes en cada semana.

Nos alojó en su casa nuestro galante huesped, y suplicó permaneciésemos un día, que dedicamos á una expedición de caza de perdices y liebres.

Al siguiente salimos en el mismo vehículo, con propósito de tomar el tren en Bedeau á las tres de la tarde; pero la jornada era larga, el camino infernal y llegamos con retraso. Una verdadera jornada de Desierto, sin vislumbrar en todo el día vestigio de edificio ni cultivo alguno, ni más accidente que interrumpiera la monotonía del suelo que dos ó tres



EN EL PEQUEÑO DESIERTO

aduares de nómadas, vistos á lo lejos. El único alto, para almorzar y descanso de los caballos, fué hecho en unos pozos llamados «El Haman», donde encontramos algunos jinetes árabes, que venían en busca de agua. Conversó con ellos nuestro acompañante, nos pidieron pan, que se les dió, y fuéronse sin dar las gracias ni volver la vista. Ras-el-Má es el extremo de otra línea meridiana, que se construyó para transporte del esparto de aquella región, y que termina actualmente al pie de las últimas estribaciones del pequeño Atlas, donde comienza el pequeño Desierto; pero quizá tenga el porvenir de prolongarse, si los franceses logran avanzar la frontera con Marruecos por la región del Sudoeste, en cuyo caso este ramal superaría al de Ain-Sefra en cualidades estratégicas. La

estación titulada Ras-el-Má se avanzó hace poco tiempo unos seis kilómetros, dejando para la población formada junto á la antigua el de Be-deau, al cual punto llegamos, y algunas recomendaciones de Bel-Abbés, las de nuestro acompañante y nuestra nacionalidad, nos valieron el que toda la colonia de compatriotas extremase sus obsequios en las veinticuatro horas que allí permanecimos.

El pueblo, de reciente construcción, está muy próspero por el esparto y la ganadería, y figuran en minoría los habitantes franceses: árabes y españoles componen casi su total. Un fuerte con cuarteles, del tipo de todos los descritos, situado en una colina contigua, lo defiende con una pequeña guarnición, compuesta de tropas disciplinarias.

El camino de hierro que empalma en Tabia con el transversal de Orán á Tlemcen, atraviesa el Atlas en una zona de frondosa vegetación en que abunda mucho el pino, y el color del cielo completaba aquel día el paisaje para asemejarlo mucho al de nuestras provincias del Norte.

Chanzy es el punto más importante que se encuentra; el nombre árabe es Ali-ben-Yub y tiene 1.900 habitantes, guarnición y terrenos fértiles, perfectamente cultivados y regados por un canal surtido de una fuente termal (23°) muy caudalosa.

Ali-ben-Yub corresponde más bien á unas ruinas próximas que atestiguan una populosa ciudad de los tiempos de la dominación romana. Era uno de los puntos más importantes de la gran vía central de Cartago á la frontera de Titigania. Existen algunas inscripciones que lo comprueban.

Concluimos el viaje en Sidi-bel-Abbés, que estaba á la sazón en plenas fiestas. ¡Pero qué fiestas para Africa! Las de un pueblo de segundo orden de cualquier departamento de Francia. Fanfares, bailes, ferias, saltimbanquis y carreras de caballos. El único aliciente de ellas, que consiste en un número en el cual tomaban sólo parte los árabes en carreras de pólvora, había sido suprimido por no sé qué rozamientos entre los militares y la municipalidad.

Pero como despues de todo al hombre lo esclavizan sus hábitos, si se nos ocurrió la protesta ante tales espectáculos, no por eso dejó de ser muy agradable el contraste á las pocas horas de abandonar la triste soledad del Desierto.

El kaid Mule-Alí deseaba obsequiarnos con una fiesta en el campo de los nómadas, y al efecto organizó para el día siguiente lo que se llama una Diffa, que nos ha dejado gratos recuerdos.

Fué improvisada, y por lo tanto, no alcanzó la solemnidad que el anfitrión con su afán de deslumbrarnos deseaba; pero aún pensada una noche para realizarse al medio día siguiente, hubo tiempo para que á dicha hora estuvieran reunidos en un ameno sitio próximo á la población, tres aduares, que hubieron de trasladarse muy temprano con tiendas, caballos y ajuar completo. Ello fué que lo pasamos muy bien.

Sólo se nos exigió llevar vino para nuestro consumo y pólvora para la reglamentaria fantasía.

La presencia del kaid y el olor que sin duda llevábamos á personas de viso, nos valió la invitación para entrar en las tiendas, en las que



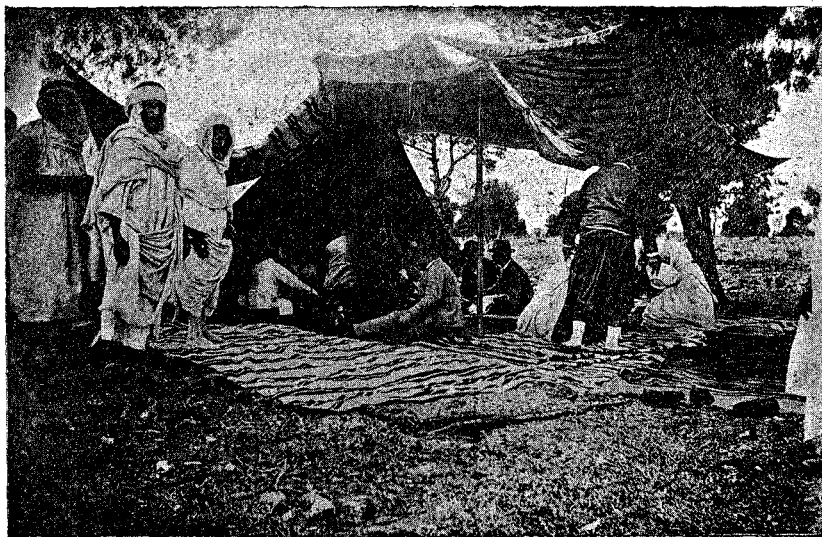
TIENDA DE NÓMADAS

obligaron á las mujeres, que á nuestra vista huían á su departamento, á continuar sus faenas de moler cebada y tejer con hilo de palma en telares del sistema más primitivo. Extenuadas por el trabajo, gastadas por la intemperie y horriblemente tatuadas, escasas seducciones les quedaban que justificasen su exagerado pudor.

En el centro del campo se había colocado una tienda provista de gran marquesina y el suelo cubierto de valio-

sos tapices marroquíes y tunecinos; era el comedor de los invitados. No lejos, asándose á usanza mora, daba vueltas el carnero más gordo de los baños de la tribu y en otra cocina improvisada elaboraban un plato de carne y verduras que no hubiera desdeñado firmar el mismo *Cordon Bleu*, y otros dos distintos del clásico Kus-Kus, guiso que yo suponía una bazonía y resultaba un plato delicado y selecto, sólo al alcance de los moros

acomodados que con él se regalan los días en que repican gordo. El almuerzo, aunque algo sucio en los detalles del servicio, pues sólo las manos



EL ALMUERZO EN LA DIFFA

servían de trinchantes á aquellos camareros improvisados, fué en verdad succulento y animado. Buen café para terminarlo, y como complemento, la función de pólvora, en la que admiramos más la agilidad maravillosa de aquellos jinetes de nacimiento, que lo son perfectos en punto á agarrarse á la montura, que su maestría para educarla, pues con el mando brutal que emplean, el caballo permanece casi siempre tan cerril como antes de recibir por primera vez la silla.

Nos despedimos al día siguiente de todos aquellos



ASANDO EL CARNERO

amables amigos, y después de descansar dos más en Orán, muy agasajados por la familia del cónsul de España, zarpamos con rumbo á Melilla y Málaga, encantados de la expedición y con propósitos de reincidencia, principalmente para aprovechar los convites para cacerías que, con promesa



FANTASÍA ÁRABE

de soberbios resultados, nos habían hecho en Tlemcen y otros puntos para la época adecuada á esta diversión.

Y aquí damos fin al relato de nuestras impresiones. El viaje es tan cómodo, tan breve y tan barato, y lo que allí se contempla en general tan típico y tan distinto de lo de estos países de Europa, que si entre los aburridos que paseen su vista por estos desaliñados renglones, existe alguno que en su vida haya sentido comezón por asomarse á las puertas de Oriente, no vacilamos en recomendárselo, como ensayo de más largas y curiosas expediciones.



VIII.

GEOGRAFÍA.

Razas que pueblan la Argelia.—Población española.—Su patriotismo.—Población indígena.—Los bereberes.—Los árabes.—Los moros.—Los kulurlis.—Los negros.—Los judíos.—Administración de los indígenas.—Organización de los árabes.—Ejército colonial.—Servicio militar de los españoles.



LA naturaleza ha dividido el territorio argelino en tres zonas de bien distinta topografía: el Tell, las Mesetas y el Sahara. La cordillera del Atlas, cuyos límites por Este y Oeste son las costas oriental de Túnez y occidental de Marruecos respectivamente, viene á ser única en estos dos países citados y se separa por la Argelia en dos ramificaciones que dejan en el centro las altas mesetas ó pequeño Desierto, cuya cota por la provincia de Orán es variable entre 900 y 1400 metros.

El Tell es la vertiente septentrional del pequeño Atlas, la región de las lluvias periódicas y de los cultivos. Es la zona colonizable de los europeos y en la que el español encuentra á diferentes altitudes terrenos fertilísimos y de matices semejantes á los de la patria, desde los feraces valles de Andalucía, hasta el pintoresco paisaje del Norte de nuestra Península.

El pequeño Desierto, con su pobre suelo barrido por los huracanes de arena, no se presta á cultivo alguno, pero produce pastos abundantes

cuando no faltan las lluvias de primavera y otoño. Es esta la verdadera patria del árabe pastor y donde la explotación del esparto ha tomado los últimos años tan considerable desarrollo.

El Sahara comienza en la vertiente meridional del Gran Atlas, pero sus primeras regiones contienen vegetación que durante el verano desaparece consumida por los ardores del sol, posee oasis de feraz frondosidad y se están creando muchos nuevos, particularmente en la provincia de Constantina, cuya constitución geológica permite, á costa de poco trabajo, el alumbramiento de aguas por la perforación de pozos artesianos. Más allá se extienden grandes espacios estériles cubiertos de guijarros, formando la zona del Hamada, y aún más lejos, el Hareg, inmensas llanuras de arena, inhabitables, que las carabanas no cruzan jamás sin gran temor.

Desde luego el Africa, por decirlo así, no empieza hasta escalar las altas mesetas. El Tell contiene la nota curiosa de la población árabe, pero su topografía, sus cultivos y el predominio de la construcción europea, sus buenas redes de carreteras y ferrocarriles, hacen de esta zona un país muy civilizado y de escasa novedad para el *tourista*. Mucho podría hablarse de sus producciones, si no fuera por el temor de dar excesiva extensión á este artículo. Los cereales y las viñas aumentan de día en día, alarmándonos su competencia; aquéllos frondosísimos, éstas cuidadosamente plantadas y cultivadas y de abundante producción por el terreno virgen en que se explotan.

En cambio, la calidad de los vinos deja bastante que desear, y de esperar es que no mejore gran cosa por no ser razonable achacarla á defectos de elaboración, siendo los franceses, como son, maestros en esta industria. Tienen los vinos un insoportable sabor en que están mezclados el dulce y el ácido, sin duda por aparecer en ellos un principio de fermentación acética, sin haberse completado la alcohólica.

Hemos visto una estadística perteneciente á 1890. Según ella, había plantadas de viña 102.743 hectáreas, con próximamente tres millones de hectólitros de producto. Las cifras de cereales eran 2.821.016 y 18.541.901 respectivamente. Además el tabaco, las textiles cultivables y el esparto figuran también con respetables cifras.

Población.—En 1891 comprendía la de Argelia 4.124.732 habitantes, dividida así:

Franceses.	272.662
Israelitas.. . . .	47.667
Indígenas.	3.565.972
Tunecinos.	2.803
Marroquíes.	15.698
Extranjeros.	219.920

En la cifra de extranjeros figuran en gran proporción los españoles, especialmente en la provincia de Orán. Emigrados de las del Sur y Levante de nuestra Península, soportan lo más duro del trabajo de la colonización rural y con ayuda de pocos marroquíes forman casi el total de braceros para la explotación del esparto. Son la mayoría de nuestros compatriotas en Argelia gente pobre, obligada á abandonar la patria por la miseria los más, y un corto número por causas políticas.

Algunos de ellos, establecidos en el país cuando la colonización era naciente, y los terrenos se cedían mediante reducido estipendio, gentes laboriosas y expertas, y acompañadas de suerte, han conseguido llegar á disfrutar desahogadas posiciones. No falta un buen núcleo de personas ilustradas, llegadas allí para dedicarse al comercio, explotar una industria ó trabajar en profesiones facultativas. Orán, Saida, Bel-Abbés, Tlemcen y otras poblaciones contienen fuerte colonia española, que en los pueblos colindantes con el pequeño Desierto y *chantiers* de esparto, forman casi el total de la europea.

Cumplir con ineludible deber de gratitud, es hacer constar aquí el cariñoso agasajo con que nuestros paisanos nos han obsequiado durante todo el viaje.

La colonia de Sidi-bel-Abbés, centro de nuestras correrías, donde el teniente coronel Lara contaba con excelentes amigos, ha estado durante nuestra estancia casi dedicada á distraernos y á obsequiarnos, y de ella hemos recibido las recomendaciones para nuestros viajes. En el resto de los puntos recorridos, el nombre de españoles ha bastado para recibir una acogida cariñosa, para hospedarnos sin admitir pago alguno, donde había dificultades de alojamiento; para facilitarnos gratis medios de transporte, y hasta para que abandonasen sus ocupaciones, dedicándose á acompañarnos durante nuestras breves estancias.

Se quejan los franceses de que los braceros españoles son gente le-

vantisca é indomable, y conduélense también de algún serio disgusto proporcionado en más de una ocasión por rivalidades con los soldados de la legión extranjera. Si los resultados alguna vez han sido tristes, las causas siempre fueron pueriles y propias de gente joven y ardorosa.

En cambio nosotros, por otras razones, que los dueños de la colonia quizá no aprecien en lo que valen, estamos obligados á elogiar y admirar la tenacidad con que el español se niega á la naturalización francesa. Existe constante trabajo de catequización, dirigido hacia las personas de algún valer ó de regular fortuna, que resulta casi siempre estéril. Si esta resistencia no implica mérito en el que vive con el proyecto ó la esperanza de regresar á la patria, hay que encontrarlo, y muy grande, en los que poseen allí todo su capital é inmuebles y cuyos hijos han nacido en Africa, siendo para unos y otros España la patria siempre querida, aunque quizá no haya probabilidades de visitarla en la vida. Son innumerables los perjuicios que este espíritu de nacionalidad tan arraigado acarrea; á los ricos, imposibilitándolos para ejercer cargo alguno público en puntos donde figuran como mayores contribuyentes, y á los pobres, á quienes se cierran las puertas del trabajo por muchas empresas, que han dado en exigir nacionalidad francesa á todos sus empleados. ¡Patriotismo y orgullo tildado quizá de quijotesco, pero siempre merecedor de que se le entonen alabanzas que no debemos nosotros escatimar!

Población indígena.—Las diversas invasiones sufridas por este país han dejado rastro de variedad de razas, que aunque muy mezcladas, forman grupos que pueden actualmente distinguirse por su tipo, por sus costumbres y hasta por su traje.

Existen en la Argelia: los bereberes ó kábilas, que son los aborígenes del país; los árabes nómadas, los mauritanos ó árabes de las ciudades; los kulurlis, hijos de turcos; diversas razas de negros, dominando los sudaneses, y por último, la población israelita.

Empujados por dominaciones y guerras sucesivas, están los bereberes refugiados en las montañas, formando tribus siempre sedentarias. El carácter principal de la organización de las kábilas es la independencia de tribus, aunque sus intereses comunes y su mismo espíritu de independencia les ha obligado muchas veces á agruparse temporalmente, y gracias á ello, gran parte de esta raza se ha librado de la dominación turca,

á la que no llegó á someterse. Por cariño hacia la patria hizo causa común con Ab-El-Kader, pero sólo para combatir á los franceses, no para satisfacer la ambición de un Sultán que ellos mismos supieron rechazar cuando trató de imponerse.

La organización social es democrática: las tribus se fraccionan en Dacheras (pueblo), y ésta se subdivide en Karuba (familia). Los delegados de las Karubas elegidos anualmente, forman una especie de consejo municipal (Degemma) que sirve de intermediario entre los indígenas y las autoridades francesas.

Según los antropólogos, el tipo del bereber es de talla regular, cabeza voluminosa, cara cuadrada, frente ancha y plana, nariz y labios gruesos, la tez blanca y el cabello ligeramente rojo. El traje, confundido ya con el de los árabes, apenas difiere del de éstos, aunque en los bereberes que hemos visto en el Sur hay muchos que llevan la cabeza descubierta, ó sencillamente tapada con la tela y la cuerda, pero sin el kambus ni la chachía. Es relativamente laborioso y hábil, no deprime á la mujer, y comparte con ella los trabajos de la hacienda.

Los bereberes han atravesado las dominaciones romana, vándala, árabe y turca; por todo ello se les considera como los aborígenes del país.

Los árabes ocupan todo el territorio, pero son los únicos habitantes de las llanuras. Opinan los historiadores que los primeros conquistadores musulmanes no se establecieron en tiendas; para dominar el país debieron habitar en un principio las poblaciones. Su aparición data del siglo xi de nuestra Era y hasta el v de la Hegira no hay noticia de los nómadas. Entonces debieron dispersarse en tribus, acampando en todas las comarcas de la región.

Fiel al precepto de Mahoma «Donde entra el arado entra la vergüenza» el árabe desdeña el trabajo de la tierra. Esto no es en la actualidad rigurosamente cierto, pero se aproxima mucho, pues el nómada se dedica muy poco á la agricultura, único medio de obtener los granos que antiguamente cosechaba saqueando á las kábilas. Más tarde hablaremos de su organización social: la política es aristocrática. Existen entre ellos tres clases de aristocracia: la religiosa, formada por los Morabuts ó Santones, cuya influencia está en relación con el olor de santidad que merecen sus antepasados; la militar, dispuesta siempre á conquistarse, pero

heredada casi siempre, y la linajuda, formada por los *Chorfa*, que remontan su genealogía hasta Mahomed. Ab-El-Kader perteneció á la militar y á la religiosa, y de aquí el gran prestigio que gozaba. El Cherif de Huassam, residente en Marruecos, y cuya omnímoda influencia eclipsa la del Sultán, es el representante más genuino de la aristocracia religiosa.

Es el árabe de elevada estatura, delgado, blanco de tez, vigoroso, de cara oval, ojos negros y vivos, labios delgados y cabellos negros.

Su vestimenta es blanca y amplia. Dos túnicas cubren el cuerpo, y sobre ellas va el bornus ó albornoz, blanco en general, y azul en los que ejercen cargos. Llevan la cabeza cuidadosamente *coifée*, primero con el kambus, especie de molde de fieltro, que va forrado con el rojo gorro (*chachía*). Un largo trozo de fina tela (el *Haik*), da varias vueltas al cuerpo por debajo del bornus y sale por el cuello, envolviendo cabeza y cara en un blanco marco, sobre el que destacan muy bien sus enérgicas facciones.

Dicha tela queda sujeta al kambus con muchas vueltas de una cuerda de pelo de camello, tanto más delgada y más abundante cuanto mayor es el lujo de la persona.

Generalmente llevan medias blancas y zapatos abiertos, de forma muy ancha, sustituidos en los jinetes por botas de montar de *Tafilete*,

La mujer árabe, instrumento de placer en casa del rico, es en la del pobre una verdadera esclava, que soporta todo el peso del trabajo.

Los *maures* en francés, aunque el calificativo de moro suele emplearse aplicándolo á todos los musulmanes, es una raza que está en Argelia en pequeña minoría, y no viviendo en un medio exclusivamente suyo, no forma sociedad aparte. Radican en las poblaciones, y son los más dispuestos á asimilarse las costumbres europeas, viniendo á ser por esto más trabajadores y muy afectos á los cristianos. El carácter del grupo tiende á desaparecer.

Su traje se asemeja mucho al de los orientales. Llevan ancho calzón blanco (*sernal*), sujeto bajo las rodillas, chalecos bordados de oro y seda, y la cabeza con el kambus árabe, ó sólo la *chachía*.

Los *kulurlis*, hijos de la dominación turca, apenas se distinguen de los anteriores ni en trajes ni en carácter. Son los principales auxiliares de la dominación francesa.

Los negros.—La abolición de la esclavitud tiende á disminuir la población negra, todavía muy abundante en los oasis del Sur, donde resisten mejor que nadie los calores saharianos y la influencia palúdica de los pantanos.

Varian mucho los tipos, entre los cuales es muy hermoso el del sudanés, y son duros y laboriosos, ejerciendo casi todos los oficios artesanos. En los regimientos de turcos y *spahis* abundan mucho los negros, que califican los franceses de excelentes soldados.

Judíos.—La zona del Tell está infestada de ellos y escasean mucho en el Sur. Son, ó se dicen casi todos, descendientes de las expulsiones de España, y han estado sometidos durante la dominación turca á una legislación sanguinaria, que les amenazaba de muerte á cada instante.

Hoy han variado las cosas: la protección que, á pesar de Drumont y todos los propagandistas antisemitas, se les dispensa en Francia, por consecuencia de su hegemonía bancaria y de haberse ocupado por israelitas los primeros puestos del poder gobernante, se ha reflejado en la colonia, y desde 1871 están emancipados y gozan derecho de ciudadanía.

Ellos se han apresurado á aceptarlos, sin perder un ápice de sus costumbres ni aficiones, consiguiendo mayoría en las elecciones de gran número de distritos. La ley que los protegió tuvo malas consecuencias y fué en gran parte la causa de la sublevación de 1871, irritando á los árabes, que, como se sabe, detestan á esta raza.

Como en todos los puntos donde tienen sentados sus reales, no trabajan en industria alguna ni producen nada; pero monopolizan el comercio, y especialmente la usura, que ejercen sobre el árabe pobre, actualmente á mansalva y sin temor á las antiguas *razzias*, en que los moros recuperaban parte de lo atesorado.

El traje, muy semejante al turco, aunque influenciado por el europeo, es de color sombrío, y cubren su cabeza con el gorro y un turbante de lujosa seda.

Por último, existe en Argelia una población flotante de distintas procedencias, en particular de marroquíes y tunecinos, que emigran de su país temporalmente, en busca de pan y de trabajo.

Administración de los indígenas.—Puede decirse que los diferentes grupos de musulmanes que pueblan la Argelia continúan, después de su

sumisión á Francia, haciendo la misma vida y practicando idénticas costumbres que en época anterior á la dominación, excepto una pequeña parte, que, por razones ya citadas, parece con tendencias á asimilarse los hábitos de Europa; pero esto apenas constituye excepción.

Los franceses respetan su manera de ser, tan distinta de la nuestra, y otra conducta política indudablemente produciría fracasos. Su religión, sus tradiciones y la indolencia de la raza, refractaria á toda clase de trabajo y de adelanto, son datos persuasivos para deducir que fuera locura pretender hacer de ellos un pueblo similar al Ario. Tuvieron su civilización especial, peculiar suya, y está decadente, como lo está la China, y repele la imposición. Y este es un hecho indudable, cuya única anomalía está representada por el Japón, pueblo excepcional, que de *motu proprio*, sin revolución interior ni violencias de extraños, está operando radicales reformas y asimilándose con gran acierto todo lo bueno de la civilización europea.

Pero, repetimos, es una excepción; en los árabes, la masa principal, los nómadas, viven ahora como vivían hace muchos siglos y así continuarán con su vida patriarcal, sus trajes, sus costumbres, sus tiendas y sus ganados.

Entusiastas de las armas portátiles, que aprenden á manejar con gran destreza, por complicado que sea su sistema, es en el único detalle en que alteran su indiferencia hacia nosotros. La esbelta espingarda es ya un arma arqueológica que los comerciantes han hecho desaparecer hasta el punto de no encontrarse una para un remedio. El que puede ó tiene licencia (que no se prodigan) lleva escopeta ó carabina.

Las prácticas religiosas no sólo son toleradas, sino atendidas en todas partes con la construcción de mezquitas, á costa del Gobierno francés, en todos los pueblos de nueva ó reciente fundación. Y sus agrupaciones políticas, distintas, como hemos visto, en cada raza, se mantienen sin más que una intervención por parte del Gobierno general de la colonia.

Por ser la tribu más numerosa, citaremos la organización de los nómadas.

Una agrupación de tiendas forma lo que se llama un aduar: esta es la base de la constitución social. Varios aduares forman una Ferka, que

obedece á un cheik. Varias Ferkas constituyen una tribu, mandada por un kaid. Y la agrupación de varias tribus hacen un Aghalik, bajo el mando de un Agha.

A veces existe otra agrupación superior, compuesta de dos ó más de estas últimas y la circunscripción es mandada por un Bach-Agha.

El cheik es elegido anualmente por sus administrados y reconocido su nombramiento por el comandante militar de la subdivisión francesa, previa la presentación hecha por el kaid. Gobierna bajo la dirección de este último, arregla los debates sobre cultivos, asiste á los tras-



GRUPO EN LA DIFFA

lados y campamentos, hace la repartición de terrenos, reúne las acémilas cuando se reclaman para convoyes militares y ejerce policía sobre sus administrados.

El kaid es elegido por los hombres más importantes de la tribu y nombrado por el comandante general de la división á instancia del Agha.

El que ejerce este cargo es el directamente responsable de la ejecución de órdenes dictadas por la autoridad francesa, que le son transmitidas, sea por los Aghas, sea por los centros de administración árabe (*Bureaux arabes*). Está el kaid encargado de la policía interior, preside los mercados, dirime las contiendas y castiga los actos de desobediencia de

poca importancia, pudiendo imponer multas de 25 francos. Cobra, acompañado de los cheiks, los impuestos de la tribu, y por último, reúne los contingentes de ginetes que se le reclaman para expediciones militares. El kaid no recibe sueldo fijo, tiene una participación en los impuestos y en las multas.

Los Aghas reciben su nombramiento del ministerio de la Guerra, á propuesta del comandante en jefe del cuerpo de Ejército colonial. Vigilan la administración de los kaid, recibiendo órdenes directas de las autoridades francesas ó del Bach-Agha, si éste existe. Tienen mayor amplitud en sus atribuciones, dirimen causas más graves imponiendo multas de 50 francos, centralizan en sus tribus las operaciones relativas al impuesto, y por último, mandan en jefe los contingentes armados que se convocan para operaciones y auxilio del ejército.

Según la importancia y número de la gente que mandan, perciben, además de otros emolumentos, sueldos del Gobierno, que varían entre 1200 y 3000 francos.

Los jefes de mayor categoría, Kralifas, Bach-Aghas y Aghas independientes, donde existen, gozan de más amplias atribuciones, y hasta tienen algunos contingentes permanentes armados y pagados por el Gobierno de la colonia, llegando sus sueldos á la cifra de 12.000 francos.

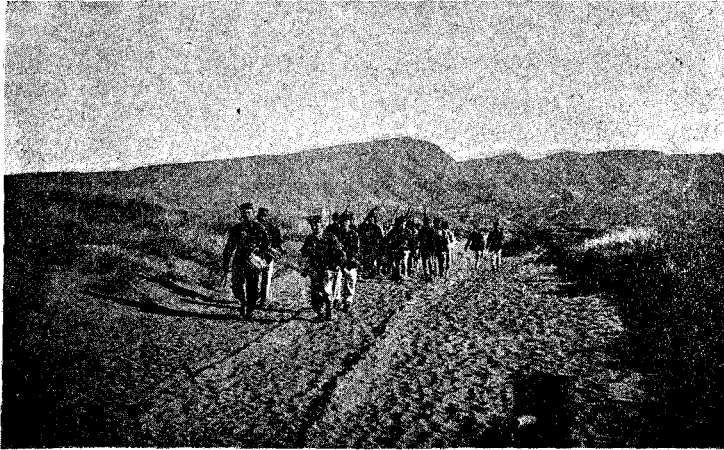
No son estos, sin embargo, los máximos que los franceses asignan á los grandes jefes indigenas.

Allí hemos oído asegurar que los de las tribus de los Ulad-Sidi-Cheik ganan estipendios nada menos que de 70.000 francos, además de estar colmados de honores y condecoraciones. Pero esto, lejos de hacer regla, es una medida política de atracción, y dudo que se cobren tributos de las gentes que estos jefes mandan. A costa de esta esplendidez se conseguirá el respeto, que no es poco tratándose de potentes y numerosas tribus que pueblan, en el Sur sahariano de la provincia de Orán, terrenos que pertenecen geográficamente á la Argelia francesa, aunque ni la colonización, ni siquiera la ocupación militar, haya llegado más que á los confines de sus dominios.

Sidi-Eddin-Ben-Hamza y Sidi-Hamza-Ben-Beker, que así se llaman estos señores, tío y sobrino, el primero jefe religioso y el segundo militar, son los jefes más potentes del Sahara, y sus tribus gozan gran hege-

monia en el Desierto, hasta el punto de recibir tributos anuales que les llevan gentes muy alejadas de sus dominios.

La administración de justicia para casos graves, así como la civil, se ejerce en las tribus por un Kadí ó juez que figura al lado de cada Kaid. Estos son nombrados por los Comandantes de las subdivisiones después de comprobada su capacidad legal con un certificado del tribunal superior indígena (Midjles). Frecuentemente existe también un Kadí á las órdenes de los oficiales encargados de los *Bureaux arabes*.



UNA SECCIÓN DE INFANTERÍA EN AIN-SEFRA.

Ejército colonial.—El ejército de Argelia forma un cuerpo con el número 19 y está compuesto, en su mayor parte, de tropas especiales creadas en el país.

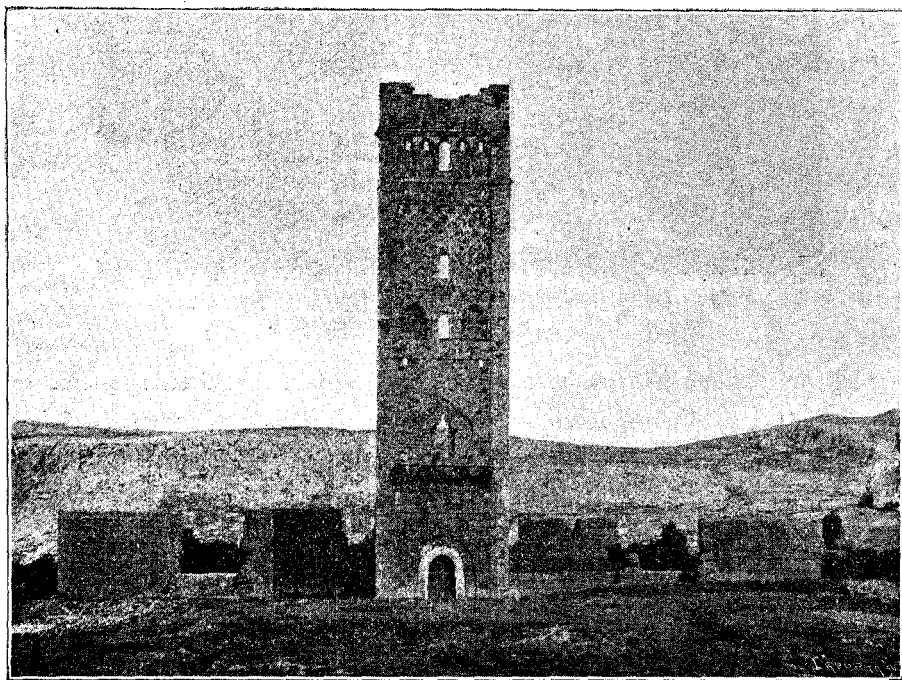
La infantería se compone: de cuatro regimientos de zuavos, de tres batallones cada uno (uno de dichos regimientos está en Túnez); otros cuatro de turcos (*Tirailleurs Algeriens*) (también uno destacado en Túnez); dos regimientos que forman la Legión extranjera; seis batallones de África y cinco compañías disciplinarias. La caballería cuenta con seis regimientos de cazadores de África (uno en Túnez); cuatro de *spahis* y tres escuadrones de remonta, que surten de ganado del país á todo el ejército.

Ignoramos la cifra exacta de artillería é ingenieros, tropas escasas que están destacadas de la metrópoli. Por último, una legión de gendar-

mería agrupada en cuatro compañías, que contienen además 138 gendarmes indígenas. En junto suman unos 40.000 hombres, sin contar los *Gums*.

Comprende Argelia tres departamentos militares, conteniendo cada uno su división. Argel, Orán y Constantina son sus capitales.

La división de Argel comprende cinco subdivisiones, tres la de Orán y cuatro la de Constantina. Las capitales de subdivisión en la provincia de Orán, única que hemos recorrido y estudiado, están perfectamente designadas, y cada una cumple su objeto. Orán, que contiene la primera, es capital, el punto más importante y la ciudad más populosa de la provincia, con comunicaciones radiales por ferrocarril á los principales puntos de su territorio.



TORRE DE EL MANSURA, EN TLEMEN.

Tlemcen es la segunda. Población la mayor del Tell, próxima á la frontera de Marruecos, á caballo sobre los caminos principales que se dirigen al Imperio, entre ellos el que va por Uxda á Fez, es la situación

más indicada para el núcleo principal del ejército que empezase á operar contra el Sultán.

Máskara, que es la tercera, viene á ser la cabeza del ferrocarril estratégico del Sur. Con el tiempo es de esperar avance á Saida, pueblo más en la inmediación del pequeño Desierto, pues que su objetivo ha de ser siempre remitir fuerzas y elementos de lucha hacia el Sahara; pero si la última población citada no está ya, por el avance de la ocupación militar, expuesta á un fracaso, tenía hace pocos años esa exposición, pues se recordará que Bu-Amema llegó casi á sus puertas en 1881.

Como complemento de las fuerzas argelinas debemos citar los *Gums*, que así se llaman los contingentes de caballería armada que los Aghas de las tribus árabes pueden reunir en poco tiempo, cuando por las autoridades militares se reclama su auxilio. Dichos contingentes están obligados á llevar consigo, sobre acémilas, los elementos necesarios para acampar, así como á proveerse de víveres por su cuenta, pero no prestan servicio sino en caso de guerra, regresando á sus hogares en cuanto termina su misión.

El ejército territorial se compone de ocho batallones de zuavos, uno de cazadores, 14 baterías, cuatro escuadrones de cazadores y tres compañías de tren de equipajes. Además existen las reservas correspondientes. Los tiradores argelinos (infantería) y los *spahis* (caballería) están reclutados entre los indígenas musulmanes. Los zuavos (infantería) y los cazadores de Africa (caballería) son los cuerpos donde sirven los argelinos franceses, ó naturalizados tales, y el tiempo de su empeño es muy corto. Los regimientos de la Legión se surten con extranjeros de todas nacionalidades, y únicamente la artillería y los ingenieros vienen de Francia, así como las compañías disciplinarias. Dudamos que haya en Europa tropas de tan hermoso aspecto como el que presentan los indígenas por su marcial porte y sus elevadas tallas, hijas de una selección hecha en una raza de elevadísimas estaturas.

El uniforme se asemeja mucho al traje turco en la infantería, aumentado con el albornoz y kambus árabe en los *spahis*. Sólo los oficiales llevan el del ejército francés, y tanto éstos como casi todas las clases pertenecen también, ó provienen del de la metrópoli.

A decir de los oficiales, estas tropas están perfectamente disciplina-

das y prestan utilísimos servicios, especialmente en el país del Sur, cuyo clima les es más habitual que á los soldados europeos.

Pero lo que escita la curiosidad del turista en lo relativo al ejército visto por fuera, es el aspecto de los regimientos de la Legión extranjera.

Es un conjunto abigarrado de tipos y de edades, y curioso sería conocer la historia de gran parte de ellos, que serviría de tema para más de una novela. Huídos de todas partes de Europa se alistán sin más que dar un nombre y un apellido, comprometiéndose á servir tres años, y cumplen ó desertan ó se reenganchan por nuevo plazo, sin que, en general, se sepa una palabra de su origen ni de los secretos de su existencia.



TIPOS ÁRABES.

La nota más predominante en los soldados que sirven en estos regimientos, es el culto que profesan á Baco, á ciencia y paciencia de los oficiales, que lejos de escasearles el castigo, los aplican de firme contra este vicio, pero con resultado nulo, al parecer.

En todas las poblaciones que guarnece la Legión verá el que pasee por las calles al anochecer, unas patrullas silenciosas que con lento paso las recorren, formadas con ocho soldados armados y cuatro más provistos de rollos de cuerda. Su misión es la colecta de beodos, tan recalcitrantes algunos que durante el castigo que sufren al día siguiente, y aún en su caminata hacía el cuartel cuando son prendidos, no es extraño verles

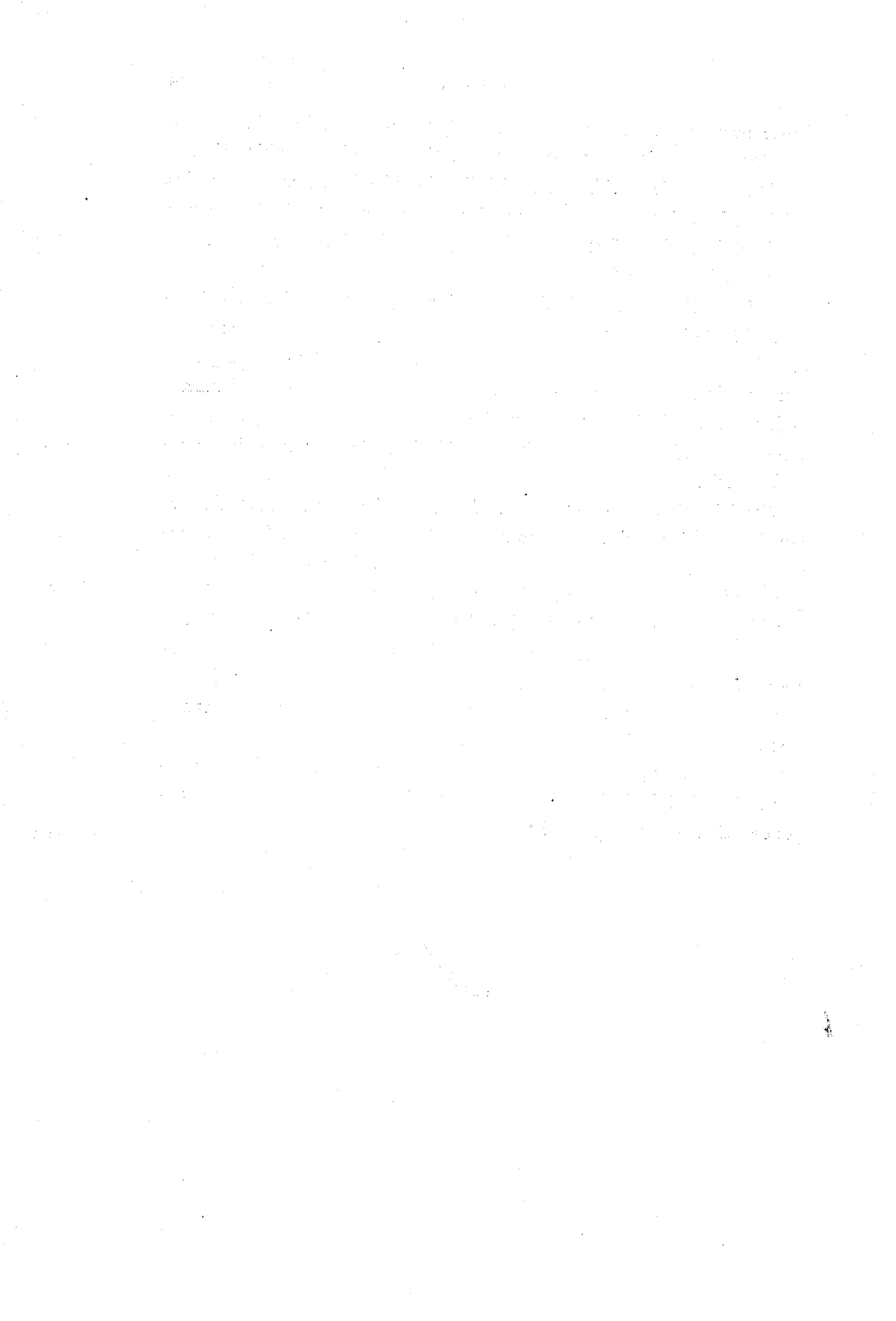
hacer proyectos de nuevos excesos de igual género. Dios sabe las atenuantes que podría aplicarles quien conociera sus obscuras historias.

Abundan en la Legión obreros hábiles de todas las artes, consumados músicos, ingenieros, abogados, médicos, personas de linajudo origen y que han derrochado fortunas, y hasta hace poco tiempo ha servido en ella ¡un obispo armenio!

Y á pesar del defecto citado vienen á ser estas tropas el más poderoso auxilio de los franceses, no sólo en Argelia, sino en otras guerras de colonia. Son la carne de cañón, se baten muy bien y si sus contingentes son considerablemente mermados por balas y enfermedades en Tonkin y Dahomey, donde han pagado cruelmente el pato, son prontamente repuestas sus bajas de la fuente inagotable, sin mella alguna en la sangre de la patria.

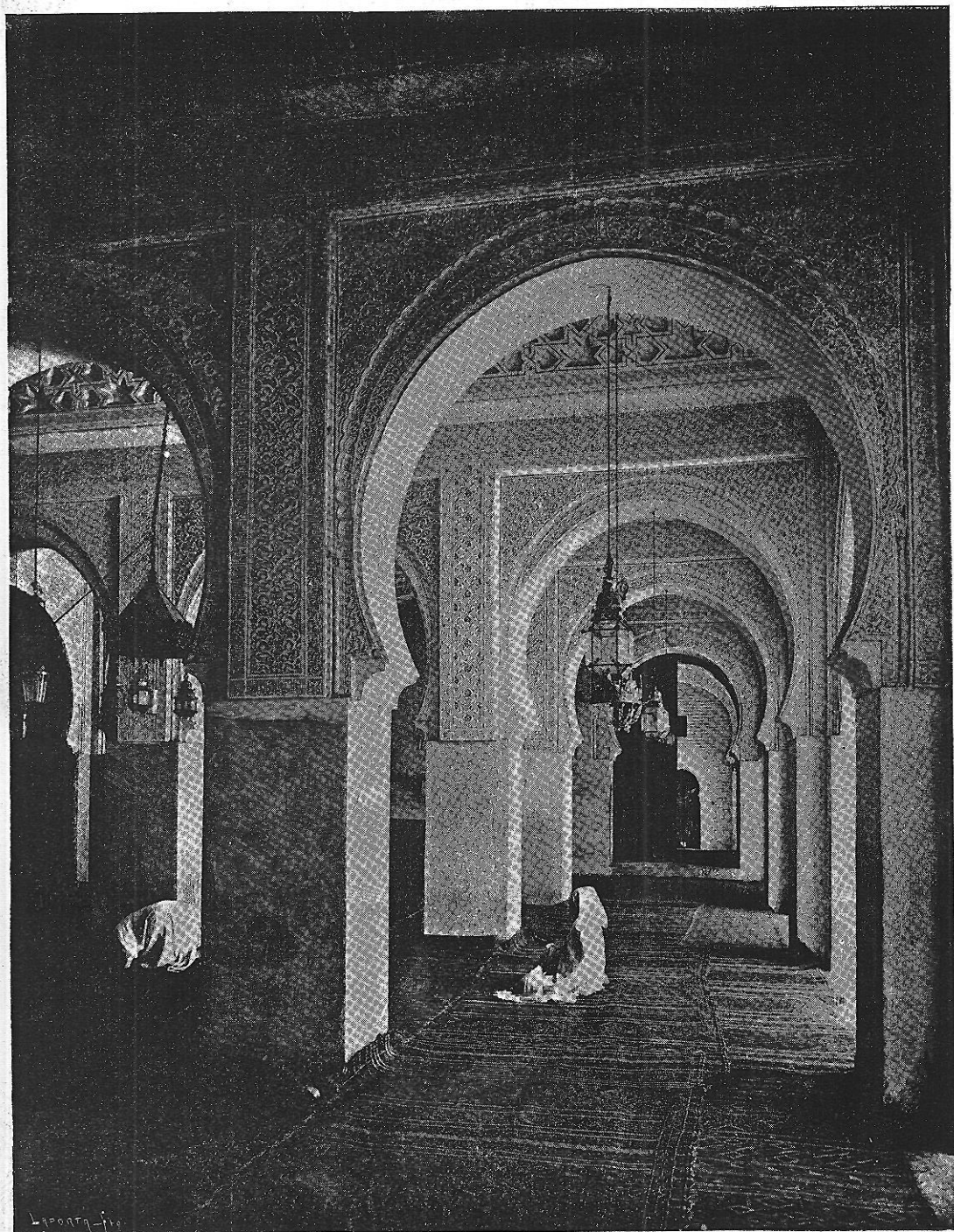
Servicio militar de los españoles.—Los españoles naturalizados franceses sirven en los regimientos de zuavos. A los nacidos en Argelia conservando nuestra nacionalidad, se les exige servir un año en dichos cuerpos, pero eximen el compromiso presentando un certificado de haber servido, sufrido sorteo ó redimidos á metálico en el ejército español.

En vista de las dificultades que el viaje, para presentarse en su zona respectiva, les acarrea, optaban muchos por el restringido servicio que Francia les exige; pero, con objeto de favorecerles, se trabaja actualmente por simplificar ó facilitar el medio de que se rediman, haciendo que los Cónsules puedan recibir el importe de dichas redenciones, ó hacer viable el viaje de los que preferan venir á la Península y eximirles de sufrir el sorteo para Ultramar.

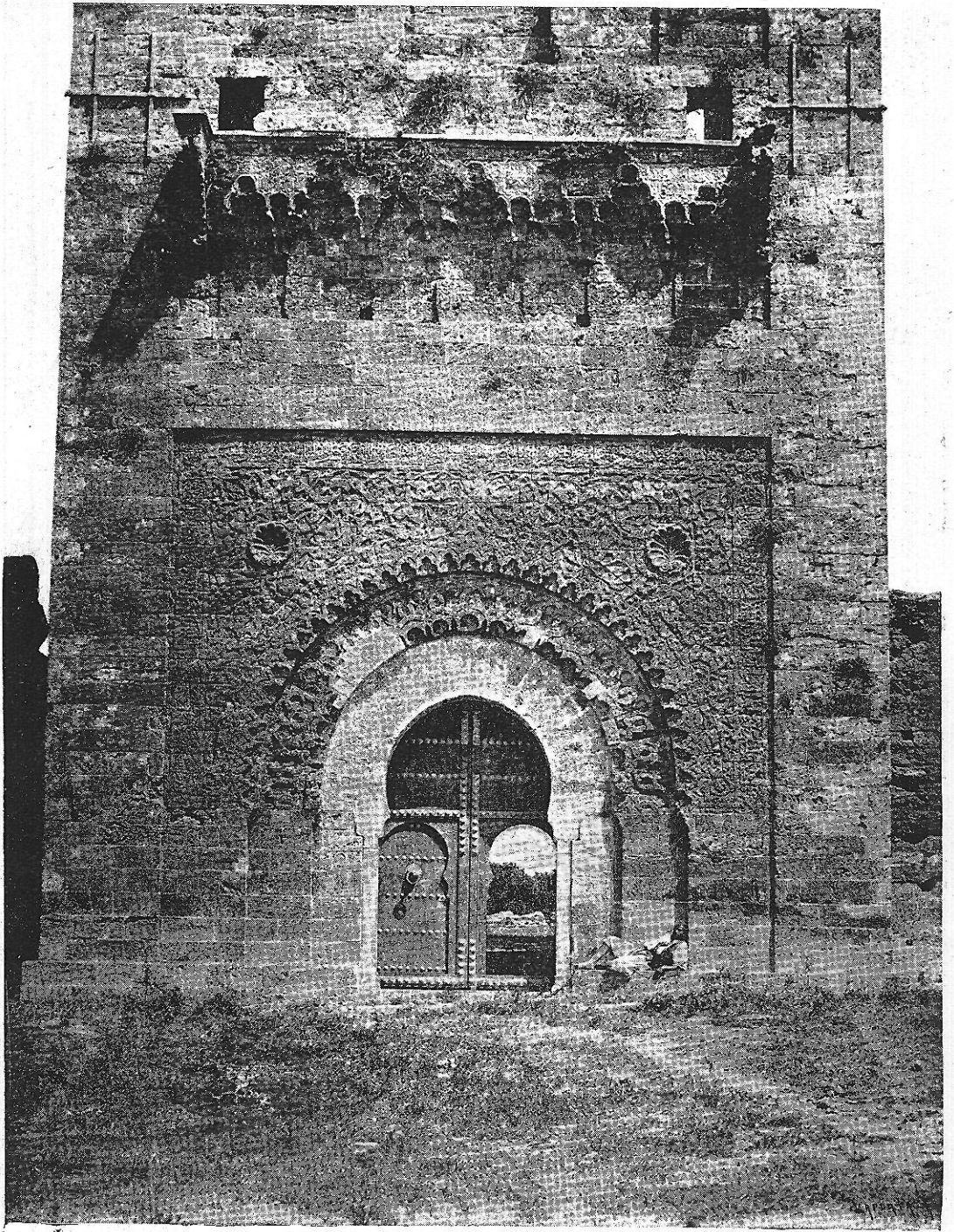


ÍNDICE.

	Páginas.
I. =ORÁN.— <i>La población.—Restos árabes y españoles.—Ojeada histórica.—Sidi-bel-Abbés.</i>	5
II. =TLEMCEN.— <i>Su importancia estratégica.—Historia.—Las mezquitas.—El Mansurah.—Personages árabes.—El Mercado.</i>	13
III. =DE BEL-ABBÉS Á SAIDA.— <i>Pantano de El-Habra-Saida.—Abuso de las bebidas.</i>	23
IV. =DE SAIDA Á AIN-SEFRA.— <i>El mar de Alfa.—Bu-Amema.—El ferrocarril estratégico.—Establecimientos militares.—El Kreyder.—Mechería.—Ain-Sefra.—Las dunas.—El Oasis, el fuerte y la guarnición.—El Bureau árabe.</i>	27
V. =LOS OASIS DEL FIGUIG.— <i>Consideraciones militares sobre la frontera argelino-marroquí.</i>	37
VI. =LOS OASIS DE THYUT.— <i>Cacería en el Djebel-Mekter.</i>	43
VII. =DE AIN-SEFRA Á BEDEAU.— <i>Regreso á Bel-Abbés árabe.—Fin del viaje.</i>	49
VIII. =GEOGRAFÍA.— <i>Razas que pueblan la Argelia.—Población española.—Su patriotismo.—Población indígena.—Los bereberes.—Los árabes.—Los moros.—Los kurlurlís.—Los negros.—Los judíos.—Administración de los indígenas.—Organización de los árabes.—Ejército colonial.—Servicio militar de los españoles.</i>	55



INTERIOR DE LA GRAN MEZQUITA DE TLEMEN.



PORTADA DE LA TORRE DE EL MANSURA, EN TLEMCEM.



PARQUE DE VANGUARDIA

PARA

UNA COMPAÑÍA DE ZAPADORES-MINADORES.

PROYECTO
DE
PARQUE DE VANGUARDIA

PARA
UNA COMPAÑÍA DE ZAPADORES-MINADORES

POR
EL TENIENTE CORONEL
D. EVARISTO LIÉBANA,
COMANDANTE DE INGENIEROS.



MADRID

IMPRESA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»


1894

PROYECTO DE PARQUE DE VANGUARDIA PARA UNA COMPAÑÍA DE ZAPADORES-MINADORES.

PRIMERA PARTE.

CONSIDERACIONES GENERALES.

Clasificación de los Parques móviles de Zapadores-Minadores, correspondientes á un Cuerpo de Ejército.

 PARA adoptar una clasificación racional de los Parques móviles de las tropas de Zapadores-Minadores, nos parece indispensable fijar antes las ideas respecto de la distribución de estas tropas en los Cuerpos de Ejército de operaciones, y de los trabajos que les están encomendados, pues sólo de este modo podremos clasificar los citados Parques con alguna garantía de acierto, y deducir, del estudio que hagamos, las condiciones que tienen que llenar para que satisfagan las exigencias de la guerra moderna.

DISTRIBUCIÓN DE LAS TROPAS DE ZAPADORES EN LOS CUERPOS DE EJÉRCITO DE OPERACIONES.—Hasta hace algún tiempo se había venido adoptando por todas las naciones europeas una compañía por división, y, por consiguiente, dos por Cuerpo de Ejército. Una de estas compañías, con su Parque, marchaba siempre en el grueso de la columna, ya fuese que las divisiones se moviesen reunidas por un solo camino, ó que se separasen para seguir cada una por camino diferente, y se utilizaba como reserva de Zapadores para emplearla cuando fuera necesario. La otra compañía se dividía en dos mitades; la primera mitad marchaba detrás de la cabeza de la vanguardia y la segunda detrás de la compañía de reserva, si las dos divisiones seguían el mismo camino. Cuando seguían caminos diferentes, cada mitad acompañaba á una división y ocupaba

su puesto detrás de la cabeza de la vanguardia. Cada una de estas fracciones llevaba siempre la mitad del Parque que le correspondía.

Recientemente se han aumentado las tropas de Zapadores que entran á formar parte de los Cuerpos de Ejército de operaciones, y, á ejemplo de las demás naciones europeas, figura en la nueva organización militar de España un batallón por Cuerpo de Ejército, correspondiendo, por lo tanto, á cada división dos compañías.

Este aumento de fuerza permitirá que con cada división marche una compañía completa, además de la media compañía de vanguardia, cuando las divisiones sigan caminos diferentes, quedando siempre una compañía de reserva afecta al Cuartel general del Cuerpo de Ejército para emplearla donde sea necesario. Veamos ahora cuál es el cometido de estas tropas.

TRABAJOS ENCOMENDADOS Á LAS TROPAS DE ZAPADORES-MINADORES.— El Reglamento de campaña aprobado por ley de 5 de enero de 1882 dice lo siguiente:

«En el caso de batalla, las tropas de ingenieros siguen las vicisitudes del combate para ejecutar y dirigir los trabajos de fortificación improvisada, como trincheras-abrigos, espaldones para la artillería, talas y defensas accesorias. Cuidan, además, de los trabajos técnicos de su instituto, como allanar ó cortar caminos, establecer ó volar puentes y disponer fogatas y torpedos. Concurren al ataque de las aldeas y puestos atrincherados. Acompañan, cuando es necesario, á las guerrillas ó primeras líneas de ataque, y los oficiales practican los reconocimientos convenientes á la ejecución de las órdenes que reciben del general.

»En campamentos y cantones tienen á su cargo la construcción de barracas ó abrigos sólidos cuando aquéllos se establecen con cierto carácter de permanencia.»

La construcción de trincheras-abrigos sobre el campo de batalla puede decirse que es hoy casi del dominio exclusivo de la infantería, y por esta razón no tendremos en cuenta esta clase de trabajos; pero habremos de detallar los restantes para conocer el número y las diferentes clases de herramientas, útiles y demás efectos que se necesita emplear en su ejecución, fijándonos especialmente en aquellos casos en que tengan más desarrollo y no puedan ser hechos más que con los ele-

mentos con que cuentan los Parques de las compañías, á fin de deducir la organización más conveniente de estos Parques. Con este objeto, y para poner orden en nuestras ideas, dividiremos dichos trabajos en los cinco grupos siguientes:

En las marchas á vanguardia; en las marchas á retaguardia, después de una derrota; en los cantones y campamentos; en el campo de batalla, comprendiendo este caso la ofensiva y la defensiva.

1.º En las marchas á vanguardia habrá que ejecutar, casi siempre, trabajos de pequeña importancia, cuales son los de quitar ó allanar los obstáculos que se presentan en los caminos, bien sea que dichos obstáculos provengan del mal estado de conservación en que aquéllos se encuentren ó de cortaduras que el enemigo hubiese hecho cuando se opere en su terreno. Será también necesario, en circunstancias determinadas, jalonar la marcha, digámoslo así, con indicaciones en las encrucijadas, para evitar los encuentros de unas columnas con otras y señalar la dirección que cada una de ellas debe seguir. Pero, además, puede ocurrir alguna vez que, estando próximo el enemigo, y en la necesidad de avanzar las columnas en direcciones sensiblemente paralelas unas á otras, haya precisión de construir algún trozo de camino para ligar otros dos que lleven la dirección que se desea. Y por fin, con bastante frecuencia, puede darse el caso de tener que construir puentes del momento, ya con motivo de haber destruído el enemigo los que existían y no ser suficiente el paso que se establezca con el material reglamentario, ó bien porque sean ríos de pequeña importancia y no pueda tenderse este material.

El tiempo que se emplee en la ejecución de las obras depende, naturalmente, de su importancia, y por lo que respecta á los puentes depende también de los elementos que se encuentren á mano ó en las inmediaciones de su emplazamiento. Puede ser, por consiguiente, de horas ó de días. Podrá ejecutarse el trabajo solamente con los elementos en hombres y en material que lleven las compañías, ó bien empleando, además, tropas de infantería y material del Parque del Cuerpo de Ejército. Pero cuando pueda ejecutarse en el espacio de algunas horas, ó todo lo más en un día, con el personal y el Parque de una compañía, no habrá necesidad de detener la marcha de la columna, si aquélla, en vez

de ir en el puesto que hasta aquí se viene señalando á las tropas más avanzadas de Zapadores, se coloca delante y á la mayor distancia posible de la punta de la vanguardia, ó bien si desde el puesto que hoy tiene señalado se adelanta forzando la marcha para ganar á la columna el tiempo que necesite emplear en la ejecución del trabajo que se le encomiende; para lo cual sería preciso que el Parque de la compañía pudiera salvar sin detenerse los pequeños obstáculos que encuentre á su paso, debidos al mal estado de conservación del camino.

Es, pues, indispensable, si el material de ingenieros ha de responder á las necesidades de los ejércitos modernos, cuya característica es la rapidez en los movimientos, que los Parques de compañía sean sumamente ligeros y de condiciones tales que se pueda marchar con ellos sin dificultad por los caminos intransitables para los carruajes que componen la impedimenta del Cuerpo de Ejército.

2.º Las marchas á retaguardia pueden reconocer por causa una derrota, de la que el vencedor trata de sacar todo el partido posible persiguiendo al vencido, ó ser originadas, sencillamente, por una orden del general, motivada por un cambio del plan de campaña.

No consideramos más que el primer caso, porque es el que nos interesa para el objeto que perseguimos.

Los trabajos de fortificación que ejecutan las tropas de Zapadores en tales circunstancias se distinguen de los del campo de batalla por el carácter esencialmente defensivo que afectan, en razón á que la defensa ha de ser hecha con poca gente y su principal papel es contener al enemigo y dar tiempo para que, si la reorganización de las tropas á retaguardia de la posición que se elija no es posible, por lo menos puedan salvarse poniéndose fuera de su alcance. En tal concepto, las obras destinadas á puntos de apoyo principales deben organizarse más sólidamente que las del campo de batalla.

La posición que se elija puede ser, por ejemplo, la entrada de un desfiladero, ó las orillas de un río para defender el paso de un puente, y los trabajos que se ejecuten pueden consistir en la organización de los obstáculos que presente la localidad al frente y en los flancos, como son los bosques, cercas, aldeas y caseríos, etc.; y caso de que no existan estos obstáculos, en obras de tierra que se construyen por las compañías de

Zapadores que marchen en vanguardia, auxiliadas por las de retaguardia cuando lleguen en el espacio de tiempo que tarde en pasar la columna.

Las compañías de vanguardia tendrán también á su cargo los trabajos preparatorios para las voladuras de los pasos difíciles y obligados de los caminos ordinarios y de los puentes y obras de fábrica de las carreteras y vías férreas. La sección que marcha á retaguardia de toda la columna es la encargada de dar fuego á los barrenos y hornillos que están ya hechos, y corta los tableros de los puentes de madera y hierro.

3.º En los cantones de concentración, ya sean los que se establezcan en el interior del país, como los que se sitúen en la frontera, las tropas de Zapadores pueden ser auxiliadas en sus trabajos, en caso de necesidad, por tropas de infantería ó por trabajadores paisanos, y se podrá disponer siempre de la herramienta que sea necesaria, empleando la de los Parques de Cuerpo de Ejército, ó bien la que se adquiera por requisición en las poblaciones ó aldeas inmediatas. Por consiguiente, el examen de estos trabajos no podrá darnos indicación alguna respecto de la composición de los Parques de compañía, y no nos detendremos en él, como tampoco haremos mérito de los trabajos de atrincheramiento de posiciones ó plazas improvisadas que se construyen cuando se teme un ataque, por las mismas razones que dejamos expuestas anteriormente.

4.º En los movimientos ofensivos que tienen lugar en el campo de batalla, las tropas de infantería que forman la primera línea avanzan por saltos bruscos, deteniéndose momentáneamente en algunos puntos, que fortifican ligeramente con trincheras-abrigos, ó bien organizando los obstáculos naturales del terreno para asegurar su posición contra las reacciones ofensivas. Estos atrincheramientos constituyen los puntos de apoyo de las posiciones sucesivas que van ocupando, y permiten dar un ligero descanso á las tropas, para seguir después con nuevos bríos el movimiento de avance hasta llegar á la distancia desde la cual parten al asalto de una sola arremetida.

Las tropas de segunda línea siguen los movimientos de la primera, para reforzarla á medida que avanza el combate y para incorporarse totalmente á ella en el momento del asalto; y por fin, las de la tercera acuden á incorporarse á las otras dos para completar la desorganización

del enemigo cuando se ha conseguido la victoria, ó bien sostienen la retirada en el caso de una derrota.

Las tropas de Zapadores se reparten en estas tres líneas en la proporción que juzgue oportuno el Comandante general de ingenieros, y siguen las vicisitudes del combate en la medida que tomen parte en él las líneas á que están afectas, para facilitar el asalto ó dar mayor solidez á la defensa. Así, pues, las de la primera fortifican lo más sólidamente que sea posible, en el tiempo que transcurra hasta dar el asalto, los puntos de apoyo más importantes ocupados antes por la infantería, organizándolos de manera que bajo su protección puedan rehacerse las tropas del asalto en el caso que fuesen rechazadas por una vigorosa reacción ofensiva. Estos puntos de apoyo pueden consistir en aldeas, caseríos, cercas, bosques, etc., ó solamente en obras de tierra, cerradas, cuando el terreno no presente obstáculo alguno que pueda organizarse para la defensa.

Los Zapadores que marchan al asalto con la segunda línea toman parte en el combate, á la cabeza de las columnas, para completar la preparación que haya hecho la artillería, quitando los obstáculos que se opongan al paso de la infantería. Ensanchan las brechas practicadas en los muros ó tapias, derriban las puertas de los edificios y destruyen las barricadas y las defensas accesorias por medio de los explosivos ó con los útiles. Cuando el asaltante llega por fin á apoderarse de la posición, estas mismas tropas organizan defensivamente la gola de las obras que tenía el enemigo, para aprovecharlas contra las reacciones ofensivas, que son siempre de temer, y muy especialmente si el defensor cuenta con una segunda línea.

Si la posición no pudiera fortificarse de la manera que se indica, se fortificaría con trincheras-abrigos construídas por la infantería y con algunos puntos de apoyo organizados por las tropas de Zapadores.

Los que acompañan á la tercera línea, ó reserva general, tienen principalmente á su cargo la organización defensiva de la posición que se elija á retaguardia para proteger la retirada en caso de una derrota. Esta organización exige trabajos de la misma índole, bajo el punto de vista técnico, que los que ejecutan los Zapadores de primera línea, y á ellos concurre la infantería para que estén terminados en el tiempo que media desde el comienzo hasta el fin de la batalla.

5.º En la defensiva, los trabajos que tienen que ejecutar estas tropas son de la misma índole que los que llevamos referidos, con la única diferencia en las obras de tierra que constituyen los puntos de apoyo, de que en este caso se dotarán con defensas accesorias y ligeros blindajes, para poner la guarnición á cubierto de los balines de srhapnel y de los cascós de granada, si lo permite el tiempo de que se dispone; porque en cuanto al perfil, no puede ser otro que el que corresponde á los atrincheramientos rápidos, únicos posibles en la fortificación improvisada, y, todo lo más, podrían revestirse los taludes de las caras no enfiladas, para que los defensores estén más protegidos contra los proyectiles de artillería durante el primer período del combate.

La organización de los muros de cerca, aldeas y caseríos podría perfeccionarse tapando los portillos ó grandes brechas por medio de parapetos de tierra y cerrando las calles con barricadas de muros de piedra en seco y máscara de tierra, pues habrá que desechar en lo sucesivo, ó al menos desconfiar mucho de los parapetos formados exclusivamente con maderas, aunque no tengan otra misión que la de resistir á los proyectiles de la fusilería, dado el progresivo aumento de penetración en este material que se va alcanzando con el armamento moderno. Las empalizadas que se construyan en forma de tambores, para cerrar las entradas de los pueblos y flanquear el frente, serán de doble pared, con un grueso relleno de tierra. Las puertas y ventanas de los edificios que se utilicen para la defensa se tapiarán con muros de piedra ó ladrillo, ó con barricas ó sacos llenos de tierra, y en caso de emplear la madera se tomará la misma precaución que para los tambores. Se quitarán las cubiertas de las casas que se utilicen como reductos de seguridad y las de aquellas que estén á sus inmediaciones, siempre que estas cubiertas se compongan de materiales inflamables y expuestas, por lo tanto, á ser incendiadas por la artillería. Y esto no sólo en la línea del frente, si que también en la segunda y tercera que se organicen, cuando haya tiempo para ello, con objeto de que sirvan respectivamente para prevenirse contra las consecuencias de un descalabro y para contener al enemigo en el caso de una derrota.

De todos modos, lo primero que hay que hacer en todos los casos, cualquiera que sea el tiempo de que se disponga, es despejar el terreno

delante del frente de la posición, allanando todos los obstáculos que dificulten los movimientos del defensor é impidan ver los del enemigo. En la zona destinada á las reacciones ofensivas se atiende preferentemente á esto mismo, no sólo en el frente, sino que también en el interior de la posición en donde se reunan las tropas destinadas á llevar á cabo estas reacciones, y de aquí la necesidad de talas, destrucción de caseríos, con los útiles ó empleando los explosivos, y establecimiento de puentes sobre barrancos ó arroyos. A estos trabajos concurrirá la infantería, para terminarlos en el más breve plazo posible. Si después de terminados aún quedase tiempo disponible, porque no se hubiese presentado el enemigo, ó porque el ataque se retrasase por cualquier motivo, se amplía y se perfecciona la defensa conforme á los detalles expuestos anteriormente.

Resumiendo: los trabajos que están á cargo de las tropas de Zapadores pueden clasificarse, con arreglo al personal y tiempo que es necesario emplear para su ejecución, en las tres categorías siguientes:

1.^a Los que pueden ejecutarse por las compañías de vanguardia, con su personal y sus Parques, sin que la columna tenga necesidad de detener la marcha. Tales son, por ejemplo, el arreglo de cortaduras ó de pasos difíciles de los caminos y la construcción de los puentes del momento que no exijan más tiempo que algunas horas para establecerlos.

2.^a Los que se ejecutan en pocas horas con el auxilio de la infantería, y solamente con los Parques de compañía. Este caso ocurre en la ofensiva, sobre el campo de batalla, para organizar la posición que se elija para proteger la retirada en el caso de una derrota. Los Parques de Cuerpo de Ejército no pueden, ó no deben, llegar al mismo terreno de la acción, y son los Parques de las compañías de reserva los que tienen que suministrar á la infantería la herramienta que necesite.

3.^a Los que exigen que se emplee un día, por lo menos, en su ejecución, y á ellos concurre la infantería, obligando, por lo tanto, á que la columna detenga su marcha. Tal sucede, por ejemplo, en el establecimiento de un puente del momento sobre un río caudaloso, ó en la construcción de un trozo de camino. En estos casos deben proveer los Parques de Cuerpo de Ejército, de la herramienta y efectos necesarios que faltan á los Parques de las compañías, toda vez que habiendo de detenerse la columna no hay dificultad para que lleguen estos recursos.

De la relación de trabajos que dejamos hecha se deduce la necesidad de tres clases de Parques de Zapadores en los Cuerpos de Ejército, que son: Parque de compañía de vanguardia; Parque de las compañías de reserva, ó sea los llamados hoy divisionarios, y Parque de Cuerpo de Ejército. Y por la índole especial que distingue unos de otros los que están á cargo de estas compañías, se deducen también las condiciones que deben tener sus Parques. Estas condiciones las exponemos á continuación.

Condiciones que deben llenar los Parques de las compañías.

PARQUE DE COMPAÑÍA DE VANGUARDIA.—En primer lugar, y como condición esencial, *debe ser sumamente ligero*, según hemos dicho al tratar de las marchas, para satisfacer á la condición de movilidad que exige el tener que adelantarse á la extrema vanguardia, cuando se presenten obstáculos en el camino que se puedan vencer ó allanar por el personal de la compañía, sin que la columna se detenga, ó bien para incorporarse á la retaguardia, después de haber interceptado los pasos, en el caso de retirada por causa de una derrota.

Como la compañía necesitará en algunos casos fraccionarse por secciones que estén á mucha distancia unas de otras (por ejemplo, cuando el obstáculo que se presente en la marcha no exija más que el empleo de una sección, ó cuando el Cuerpo de Ejército se fraccione, y por este motivo tenga que dividirse la compañía, y en todos los casos de marchas en retirada á consecuencia de una derrota en las que sólo queda una ó dos secciones á retaguardia para hacer las voladuras) *es preciso que pueda fraccionarse en cuatro partes, correspondientes á las cuatro secciones, para que cada una de éstas esté en condiciones de desempeñar el servicio que se le encomiende, con independencia de las demás.*

La gran ligereza que necesita tener este Parque, sobre todo en país tan quebrado y de malos caminos como el nuestro, *exige descartar de él toda clase de herramientas, útiles y demás efectos que no se empleen en el campo de batalla ó en trabajos ejecutados sobre la marcha sin detener el paso de la columna.*

Esta última condición excluye, desde luego, toda la herramienta de

herrero y cerrajero, así como la fragua, y limita la del zapador, carpintero, albañil, cantero y minador á la estrictamente necesaria para llevar á cabo aquellos trabajos que puedan terminarse en muy pocas horas con el personal de la compañía; contando, por supuesto, con que los Parques de Cuerpo de Ejército y de Ejército provean, respectivamente, á la recomposición y substitución inmediata de la que se deteriore ó inutilice.

PARQUES DE LAS COMPAÑÍAS DE RESERVA, Ó DIVISIONARIOS.—Puesto que estos Parques han de ser los que suministren á la infantería la herramienta que necesita para asistir, en unión de los Zapadores, á los trabajos de alguna importancia, tanto sobre la marcha, cuando la duración de estos trabajos no pase de algunas horas, como sobre el campo de batalla, *es necesario, como primera condición, que lleven un exceso de herramienta sobre la que puedan emplear dichas compañías.*

Para la construcción y arreglo de comunicaciones, destrucción de caseríos y voladuras de todas clases, incluyendo en estas voladuras las fogatas que se hagan en la defensiva cuando haya tiempo disponible para dotar las obras con este medio auxiliar de defensa, *deben llevar también pólvora y explosivos en gran cantidad.*

Sin llegar á tener la gran movilidad de los Parques de vanguardia, *necesitan ser más ligeros que los de Cuerpo de Ejército, puesto que tienen que acompañar á las tropas hasta el campo de batalla.*

Con todos estos datos podemos ya determinar la clase y el número de herramientas que deben llevar las compañías, y, concretándonos á las de vanguardia, fijaremos las de una sección, puesto que el cuádruplo de ésta es la que corresponde á la compañía.

Clase y número de herramientas y demás efectos de un Parque de vanguardia.

HERRAMIENTA DE CARPINTERO.—La determinaremos teniendo en cuenta que los trabajos de esta clase más importantes que podrá hacer la compañía son los referentes á la construcción de puentes del momento para paso de ríos, y que de éstos, los más usuales, en las circunstan-

cias que hemos considerado, y los que más tiempo y mayor número de herramientas exigen para su ejecución, son los empleados para cortaduras de arcos volados y los de caballetes hechos con maderas escuadradas procedentes de derribos ó con troncos de árboles que haya en el mismo punto del emplazamiento ó á sus inmediaciones. Ahora bien, fijándonos en los caballetes ordinarios de madera rolliza, de cuatro pies, que entre los tipos que pueden hacerse en el poco tiempo de que se dispone son los de construcción más difícil y que más elementos exigen, según acabamos de decir, es necesario organizar los talleres con cinco carpinteros y siete ayudantes para la construcción de cada caballete, empleando cinco sierras, tres azuelas, dos formones, dos mazos, dos martillos y un juego de barrenas de espiral, si se ha de concluir en veinte minutos ó media hora, tiempo marcado por los Manuales, y en tres horas la construcción total de un puente de doce caballetes y 50 metros de longitud, poniendo tres talleres de caballetes y uno para preparar la madera del tablero.

Este tiempo supone carpinteros y ayudantes muy ejercitados en esta clase de trabajos y que todo el material esté aparcado en la orilla; pero aun cuando fuese el doble, por la falta de práctica en los operarios, estaría dentro de los límites del que se podrá disponer en campaña, sin que se detenga la marcha de la columna, y por consiguiente podemos tomar este caso como ejemplo para fijar la herramienta de carpintería.

A la herramienta que dejamos enumerada hay que añadir alguna otra que es auxiliar, digámoslo así, de la construcción; tal es, por ejemplo, el *dogo*, para cuando hay necesidad de sacar un clavo mal colocado; la *tronzadera*, para el aserrío de los troncos gruesos en los mismos puntos de corta; *escofinas*, *cepillos* y *escoplos*, para ligeros detalles de ensambladuras, por más que las ensambladuras deben limitarse, en cuanto sea posible, para esta clase de trabajos, á las de espera y media madera solamente; *barrenas* de diferentes diámetros, y, en fin, los útiles y efectos absolutamente indispensables en toda obra de carpintería, por tosca que sea.

HERRAMIENTA DE ALBAÑIL Y CANTERO.—Pocos son los trabajos de esta clase que habrá que ejecutar. Desde luego, en el campo de batalla podemos decir que ninguno, pues ni aun en la organización de los caseríos

y aldeas, para que sirvan de punto de apoyo y con tal motivo haya necesidad de cerrar un portillo en un muro de cerca que se utilice para la defensa, ni cuando haya que aspillerar un edificio que se destine á reducto de seguridad, podrá emplearse la mampostería, por falta de tiempo, aunque hubiese materiales á mano para construirla.

En las marchas á vanguardia, cuando sea preciso restablecer el paso de un puente ó de una obra de fábrica que haya cortado el enemigo, podrá haber necesidad de emplear esta herramienta, bien para abrir cajas en las pilas ó en los estribos, en cuyas cajas entren las cabezas de los jabalcones del tablero que se construya y los durmientes sobre que apoyen las vigas de este tablero, ó para arreglar las pilas ó estribos cuando el trabajo sea de pequeña importancia y lo exija así el restablecimiento del paso, por no haber maderas bastantes ó de las dimensiones necesarias para hacer un tramo más largo. También puede ocurrir el caso de tener que construir ó reforzar los estribos de los puentes del momento con muretes de mampostería, sobre todo cuando se quiera que estos puentes tengan alguna duración; pero lo general será que en estos casos la mampostería sea de piedra en seco ó tomada con barro, tanto por el poco tiempo de que se disponga para su ejecución como porque no haya mortero á mano para la mampostería ordinaria.

En la defensiva, cuando el tiempo que medie entre la marcha y el combate lo permita, podrán ampliarse estos trabajos, según dejamos dicho al tratar este punto; pero, de todos modos, siempre serán de una importancia relativamente pequeña con respecto á los demás que tienen á su cargo las tropas de Zapadores; por todo lo cual reducimos la herramienta de estos dos oficios á la siguiente: dos paletas, una plomada, un nivel, seis punteros de pico de gorrión, seis id. de boca de escoplo, una maza de dos manos, dos macetas de dos manos, dos martillos de cantero, dos macetas de corte, una escuadra, una falsa regla y cuatro alcantanas.

HERRAMIENTA DEL MINADOR.—Lo más probable será que no tenga aplicación sobre el campo de batalla.

En las marchas á vanguardia puede haber necesidad de emplearla en romper grandes piedras ó rocas que se hayan hecho rodar hasta el camino y sean un obstáculo infranqueable para la impedimenta de la

columna, ó bien para ensanchar los pasos estrechos por los cuales sea también difícil, y algunas veces imposible, la marcha de esta impedimenta. Será frecuentemente necesario su empleo en la construcción de un trozo de camino, en los casos que dejamos indicados al tratar de estas marchas; pero en donde tendrá aplicación en mayor escala será en las marchas en retirada, después de una derrota, para hacer cortaduras en los caminos, puentes y viaductos, con objeto de contener la persecución que haga el enemigo.

Cuando la cortadura sea en un puente ó en un viaducto, y no se quiera volar más que un arco, no habrá necesidad de emplear esta herramienta, porque es más fácil bajar con un pozo ó con una zanja á colocar el explosivo inmediatamente sobre el trasdós de la bóveda, atacándola en la clave, ó bien en los riñones si se quiere que la cortadura resulte de mayor longitud; pero si en vez de un arco es una pila la que se va á volar, á fin de que sea más difícil el restablecimiento del paso, habrá que emplear hornillos ó barrenos de más ó menos profundidad y en mayor ó menor número en relación con el espesor y anchura de la pila. Ahora bien, para hacer un barreno en el mínimo de tiempo, si la profundidad no pasa de 0^m,40, se emplea la maceta, el pistolete y la cuchara; para profundidades mayores, la barrena y el pistolete de las mismas dimensiones, la maceta y la cuchara.

El tiempo que se invierte en hacer un barreno de 1 metro de profundidad en roca dura es, próximamente, de tres horas, y, por consiguiente, está comprendido este trabajo en la clasificación de los que puede ejecutar la compañía de vanguardia.

En vista de estas consideraciones, y con objeto de poder hacer, por lo menos, dos barrenos á la vez, de 1 metro de profundidad y en el mínimo de tiempo, dotaremos la sección con la herramienta siguiente: dos barrenas de 1^m,25 de largo, dos pistoletes de la misma longitud, dos id. de 0^m,90, dos cucharas de 1^m,25 y dos macetas de dos manos.

HERRAMIENTA DEL ZAPADOR.—Siendo la movilidad la condición que caracteriza estos Parques, y el servicio de vanguardia el que con preferencia á todos los demás preside su organización, no deberán llevar más herramienta de esta clase que la estrictamente necesaria para los trabajos que se ejecuten sobre la marcha sin detenerse la columna. Ahora

bien, la índole de estos trabajos no supone grandes movimientos de tierra que exijan el empleo de toda la compañía, pues cuando esto ocurra son los Parques de las compañías de reserva los que suministran la herramienta que se necesita, y para las atenciones ordinarias del servicio de vanguardia bastará que cada sección lleve 14 zapapicos y 18 palas, que bastan para trabajos de verdadera importancia cuando la compañía marche reunida.

Además de esta herramienta propia para el movimiento de tierras, se necesita, tanto en las marchas como en el combate, la palanqueta, la palanca de pie de cabra, el hacha y el marrazo.

La palanqueta y la palanca, aparte de las aplicaciones que de su nombre se deducen para los trabajos de fuerza, se emplean preferentemente, en manos del zapador, para la organización de los caseríos y aldeas como puntos de apoyo. Allí en donde la punta del zapapico no baste para abrir un agujero en un muro que se aproveche para la defensa, se hace uso de la palanca ó de la palanqueta, según que se necesite el empleo de más ó menos fuerza. Son, digámoslo así, auxiliares del zapapico para estos casos.

En la construcción de puentes del momento, para el apeo y limpia de árboles, en el ataque de posiciones para la destrucción de las defensas accesorias, en la organización de los caseríos ó aldeas para cortar escaleras y derribar cubiertas cuyas maderas se aprovechen para diferentes usos de la defensa, y, en fin, para talas y construcción de las mismas defensas accesorias, se emplea el hacha, que, como vemos, es la herramienta que sigue en importancia al zapapico y á la pala. En las talas, y en general para el corte de las maderas verdes, se hace uso del hacha de leñador, más apropiada á este caso por la forma de su filo, y para las maderas secas la de carpintero, de dos manos.

El marrazo se emplea en la corta de monte bajo, corta de ramaje y en la construcción de materiales.

Con arreglo á la importancia relativa de cada una de estas herramientas, ó mejor dicho, del mayor ó menor empleo que de ellas se hace, fijamos su número en la proporción siguiente: seis hachas de leñador; seis marrazos; dos hachas de carpintero, de dos manos; dos palancas de pie de cabra, de 1^m,25 de longitud, y dos palanquetas de 0^m,90, de id.

A toda la herramienta que dejamos indicada es preciso añadir los útiles y efectos que deben acompañarla para la ejecución de los trabajos, y teniendo en cuenta solamente lo que creemos de absoluta necesidad ó por lo menos de utilidad muy reconocida, á fin de disminuir en todo lo que sea posible el peso total, proponemos la que figura en la siguiente relación:

Herramientas, útiles y demás efectos del carpintero.

	Peso en kilógramos.
2 serruchos ordinarios.....	1,00
1 idem de punta.....	0,11
3 sierras de mano, de dos tamaños.	4,75
1 sierra tronzadera.	1,29
3 azuelas de mano.....	3,69
3 hachas de mano.....	2,34
2 idem de dos manos.....	5,40
2 escoplos.....	0,69
4 barrenas de mano de diferentes diámetros.....	0,38
6 idem de espiral de dos manos y diferentes diámetros, dos juegos de tres.....	2,00
4 formones de cubo.....	1,89
1 limatón.....	0,45
1 lima plana de corte grueso.....	0,45
1 idem id. de corte fino.....	0,20
1 tenazas pequeñas.....	0,39
2 triángulos-limas.....	0,16
1 escofina plana.....	0,37
2 cepillos de corte.....	1,16
1 dogo pequeño.....	1,00
2 mazos.....	1,70
<i>Suma y sigue.</i>	29,42

	Peso en kilógramos.
<i>Suma anterior</i>	29,42
4 martillos	3,88
1 plomada	0,30
1 desclavador	0,23
1 compás de hierro	0,35
1 piedra de afilar	8,00
1 idem de sentar filos	0,62
1 alicata plano	0,16
1 idem de corte	0,15
1 corta-frio	0,13
1 falsa-regla de madera	0,11
1 nivel de aire	0,46
2 doble-decímetros de madera	0,06
2 metros de madera	0,06
1 destornillador	0,06
1 llave inglesa	1,75
1 idem de tuercas	2,30
1 triscador	0,07
<i>Total</i>	48,11

Herramienta de albañil y cantero.

4 alcotanas	8,00
2 paletas	1,00
1 plomada	0,30
1 nivel de charnela	0,70
6 punteros de pico de gorrión	1,62
6 idem de boca de escoplo	2,10
1 maza de dos manos	9,00
2 macetas de mano	3,72

Suma y sigue 26,44

	Peso en kilógramos.
<i>Suma anterior</i>	26,44
2 martillos de cantero.	2,80
2 macetas de corte.	3,84
1 escuadra de hierro.	0,50
1 falsa-regla de id.	0,60
	<hr/>
<i>Total</i>	34,18
	<hr/>

Herramienta de Minador.

2 barrenas de 1 ^m ,25 de largo.	8,60
2 pistoletes de idem id.	8,60
2 idem de 0 ^m ,90 de id.	6,80
2 cucharas de 1 ^m ,25 id.	2,00
2 macetas de dos manos.	8,60
	<hr/>
<i>Total</i>	34,60
	<hr/>

Herramienta de Zapador.

14 zapapicos.	42,00
18 palas.	36,00
6 hachas de leñador.	15,00
6 marrazos.	5,10
2 palancas de pie de cabra, de 1 ^m ,25 de largo.	20,00
2 palanquetas de 0 ^m ,90 de id.	6,80
2 tijeras grandes para cortar las alambradas de las defensas accesorias.	3,00
	<hr/>
<i>Total</i>	127,90

Para la construcción de los puentes del momento.

	Peso en kilogramos.
1 cable de 20 metros de largo.	9,00
4 amarras de 25 metros de id.	25,24
100 metros de sondaleza.	3,02
100 metros cuerda de persiana para trincar.	0,44
100 metros idem de id. id. para ligaduras.	0,44
Alambre de dos gruesos para ligaduras de caballetes.	5,00
Clavazón gruesa y menuda de diferentes dimensiones.	25,00
	<hr/>
<i>Total.</i>	68,14
	<hr/>

Explosivos.

Dinamita núm. 1.	20,00
De absoluta necesidad en muchos casos:	
50 sacos terreros, de cáñamo, de 0,365 kilogramos, uno.	18,25
Hachas de viento.	10,00
100 metros de cuerda de trazar.	0,44
	<hr/>
<i>Total.</i>	28,69
	<hr/>

Como de utilidad reconocida, particularmente en las marchas á vanguardia, para remover ó quitar los obstáculos de mucho peso que intercepten el paso de la columna:

1 Cric ó gato pequeño, de acero.	25,00
	<hr/>

Suma total. 386,62

Además de todo lo que dejamos dicho, necesita llevar cada sección lo siguiente:

Mangos de repuesto para la herramienta gruesa y menuda.

Aparatos y efectos para dar fuego á los barrenos y hornillos.
Instrumento de topografía y objetos de dibujo necesarios para los levantamientos de planos ó itinerarios consiguientes á los reconocimientos que tenga que hacer el oficial, ó á los trabajos de alguna importancia que se ejecuten.

Peso y clase del material de la herramienta.

La Cartilla de la herramienta del Zapador señala un peso de 3,35 kilogramos para el zapapico y 2,70 para la pala redonda. Para el zapapico se adoptó, al formar esta Cartilla, el que tenían los existentes en el Parque de Guadalajara, y para la pala el peso corriente del comercio.

Sobre estos pesos creemos oportuno llamar la atención de los encargados de resolver el problema. En nuestro concepto son excesivos, y así resultan al compararlos con los que llevan los Parques franceses, belgas é italianos. En los dos primeros es de 3,20 kilogramos el zapapico, y en los últimos, de organización más reciente que los franceses, de 3 kilogramos.

Por lo que respecta á la pala, lo mismo los franceses que los italianos adoptan la de forma cuadrada de 2 kilogramos.

Nosotros hemos señalado á estas dos herramientas, en la relación que antecede, un peso de 3 y 2 kilogramos respectivamente, como los italianos; pero antes de fijar en definitiva el que debiera adoptarse, convendría ensayar en nuestro campo de Escuela práctica distintos tipos de zapapicos que no pasasen de 3 kilogramos, y comparar el trabajo ejecutado con éstos y con el reglamentario de nuestro Parque. En cuanto á la pala, aceptamos desde luego la de forma cuadrada de mango largo, con el peso de 2 kilogramos.

Claro es que el reducir el peso de la herramienta, trae consigo la necesidad de calzarla ó acerarla más á menudo, so pena de ver reducidas sus dimensiones, y por consiguiente su peso, en términos tales, que al poco tiempo de uso quede inservible para trabajar en terrenos duros; y como quiera que en campaña no se podrá acerar cuando se quiera porque dependerá del tiempo que deje disponible la marcha de las opera-

ciones del Cuerpo de Ejército, de aquí el que convenga pecar más bien por exceso que por defecto de peso. Pero este exceso debe ser, naturalmente, entre ciertos límites que lo hagan manejable para el soldado en las condiciones desfavorables en que tiene que hacer uso de la herramienta; es decir, cuando sus fuerzas están disminuidas, tanto en las marchas como en el combate. Además, hay otra circunstancia que á nuestro juicio debe tenerse muy en cuenta, y es que el soldado, y particularmente el de Zapadores, permanece muy poco tiempo en las filas para adquirir la práctica de todos los trabajos que tiene que ejecutar en campaña; y ni por su desarrollo físico, que no puede adquirir por completo á la edad en que se licencia, ni por la práctica que adquiere en una ó dos Escuelas prácticas á que asiste durante su permanencia en activo, puede exigírsele el mismo trabajo que al soldado de ocho años de filas, para el cual podía estar bien apropiada la herramienta de mucho peso.

Estas consideraciones nos hacen pensar en lo conveniente que sería el que la herramienta fuese de acero, y dejando, como hemos dicho, en 2 kilogramos el peso de la pala, reducir á 2,80 el del zapapico, si el resultado de los ensayos que proponemos más arriba fuese satisfactorio. Conseguiríamos con esto más ligereza en los Parques y ahorro de fatiga para el soldado, y el exceso de costo inicial estaría más que compensado al cabo de poco tiempo con la economía de gasto para entretenerla, pudiendo contar con que nos serviría todo el tiempo probable de una campaña, evitando las constantes reparaciones y muchas contrariedades que seguramente nos produciría la que hoy tenemos.

De todos modos, y aparte de la clase del material, hierro ó acero, supondremos, como ya hemos dicho, que la pala y el zapapico pesen respectivamente 2 y 3 kilogramos.

La demás herramienta la dejamos con el peso señalado en la Cartilla, porque es el mismo poco más ó menos en todas partes, y porque, como herramienta de oficio, el soldado que la usa está más acostumbrado á manejarla. Hacemos, sin embargo, excepción de la de Minador y de la palanca de pié de cabra, para las cuales hemos tomado el peso y dimensiones de las que lleva el Parque italiano, que son de acero y más ligeras que las del nuestro.

Formas y dimensiones.

Si el peso de la herramienta influye en la cantidad de trabajo que puede hacerse con ella, no influye menos la forma y las dimensiones que tenga. En tal concepto, y análogamente á lo que dejamos dicho para fijar el peso, convendría hacer los ensayos necesarios para fijar también estos otros extremos, particularmente por lo que se refiere á la del Zapador.

La primera condición que debe tener la herramienta de los Parques, para sacar de ella todo el partido posible, es que sean iguales todas las de la misma especie, puesto que sobre la base del trabajo que se puede hacer con cada clase, se funda el cálculo del tiempo que se tarda en construir un atrincheramiento; pero á pesar de que la Cartilla de la herramienta del Zapador determina el peso y las dimensiones del zapapico grande, por ejemplo, deja en cierto modo indeterminada la forma por falta de acotaciones suficientes en el dibujo, y por esto sin duda es por lo que en nuestros Parques resulta una desigualdad notable dentro de esta clase de herramienta; desigualdades que ya no afectan solamente á la forma, sino que también son diferentes los pesos y hasta las dimensiones de los ojos, siendo esta última circunstancia sumamente perjudicial para su uso en campaña, por cuanto obliga á llevar los mangos de repuesto solamente desbastados para ajustarlos á cada herramienta cuando sea preciso y haya tiempo para enmangarla de nuevo, quedando entretanto inutilizada.

Iguales deficiencias se advierten en las palas cuadradas, en las alcantanas, etc., y en general en todas las que no son procedentes del comercio; por cuya razón creemos que al reorganizar nuestros Parques, deberá excluirse de ellos toda clase de herramienta que no reúna las condiciones señaladas para las que se adopten como tipos, dejando el resto de la que hoy existe dedicada á los trabajos de las Comandancias y de las Escuelas prácticas de los Regimientos, que es en donde mejor aplicación pueden tener, y reservando la de los Parques para el uso exclusivo de la guerra, como servicio más importante, y el que debe ser preferido á todos los demás si se quieren evitar serios compromisos, en que á cada paso pue-

den verse los oficiales por deficiencia de medios para llevar á cabo los cometidos que tengan á su cargo en campaña.

Medios de transporte.

TRANSPORTE Á LOMO.—Para transportar á lomo los 390 kilogramos (en números redondos) que pesan la herramienta, útiles y demás efectos que corresponden á una sección, se necesitan, por lo menos, cuatro mulos, llevando cada uno un peso útil de 97,05 kilogramos. Ahora bien, aun en el supuesto de que fuese posible acondicionar perfectamente en cuatro cargas todos estos efectos, resultaría para las dos cargas de cajas que llevarsen la herramienta menuda, la dinamita y la clavazón, un peso de 172,98 kilogramos, y de 151,98 kilogramos para las de porta-útiles en las que se condujera la herramienta gruesa, como puede verse á continuación:

<i>Carga de cajas.</i>	{	Peso útil.	97,05 kilogramos.
		Cajas.	34,00 »
		Baste con atalaje completo.	37,35 »
		Manta de cuadra.	2,00 »
		Cubre-carga.	2,58 »
		TOTAL.	<u>172,98 kilogramos.</u>

<i>Carga con porta-útiles.</i>	{	Peso útil.	97,05 kilogramos.
		Baste con atalaje completo y dos porta-útiles.	50,35 »
		Manta de cuadra.	2,00 »
		Cubre-carga.	2,58 »
		TOTAL.	<u>151,98 kilogramos.</u>

La distribución de los 390 kilogramos podría también hacerse disminuyendo el peso útil en las cargas de cajas para aumentarlo en las de porta-útiles, si se quisiese que todas ellas resultasen próximamente equi-

libradas; pero al hacer esta distribución por igual entre las cuatro, ha sido con el objeto de averiguar el peso mínimo que les corresponde; el cual es, según acabamos de ver, de 151,98 kilogramos.

Estas cargas las consideramos aceptables, siempre que pudiéramos contar con buenos mulos acostumbrados á esta clase de trabajo; pero si, como nos ha sucedido hasta aquí y nos seguirá sucediendo en adelante, hemos de tener que adquirirlos por compra ó por requisición en el momento de la campaña, ya nos parecen excesivas, y opinamos, de conformidad con lo expuesto en el estudio hecho para la organización de los Parques actuales de campaña, que deberán reducirse á un peso medio de 124 kilogramos.

En los 390 kilogramos de peso útil no figuran los varios efectos de absoluta necesidad, que dejamos relacionados en su lugar correspondiente; de modo que, aun sin reducir el peso de las cargas anteriores, es absolutamente indispensable un mulo más por sección. Y si como la prudencia y la práctica aconsejan, se lleva un mulo de reserva para el caso de que se inutilice alguno de los de carga, sumarán un total de cinco á seis por sección y de 20 á 24 para la compañía, como mínimo de los que ésta debería llevar.

El transporte á lomo satisface cumplidamente las condiciones que deben tener los Parques de vanguardia. Se puede fraccionar, no sólo por secciones, sino hasta por cargas que lleven la herramienta y efectos que se necesiten en los trabajos de pequeña importancia, para los cuales no sea necesario más que el empleo de un cierto número de hombres, ó de una escuadra. Tal puede ser, por ejemplo, en las marchas á vanguardia, la reparación ó arreglo de un camino que exija pocos brazos y poco tiempo, y de cuyo trabajo quede encargado un sargento con algunos Zapadores á sus órdenes, mientras que el oficial sigue adelante con el resto de la sección. En cuanto á movilidad, si bien no puede tomar los aires vivos de marcha (el trote y el galope), puede ir, en cambio, por caminos y atravesar terrenos por donde sea absolutamente imposible el paso á los carruajes; pero esta última condición, que hace insustituible por otro cualquiera el transporte á lomo para las *guerras de partidarios* en países montañosos, no tiene la misma importancia, ni mucho menos, en las *guerras regulares*. En éstas, las divisiones, lo mismo que los Cuer-

pos de Ejército, llevan siempre una impedimenta de carruajes que no les permite seguir otros caminos que aquellos por donde estos puedan pasar. Aun en los casos en que una unidad cualquiera, división ó brigada, marche sola para desempeñar un cometido especial, y le sea preciso desprenderse de toda clase de impedimenta que la embarace sus movimientos, tendrá siempre limitada la zona en que pueda moverse, por la necesidad de seguir ó construir caminos que le permitan el paso de las piezas y de los carros de municiones; y en tal concepto, los Parques de vanguardia de las compañías de Zapadores no necesitan tener más movilidad que la necesaria para marchar por donde marche la artillería de Cuerpo de Ejército, aunque sí deben ser más ligeros que los carros de ésta para poder adelantarse á ella, con objeto de allanar ó vencer los obstáculos del camino que dificulten ó imposibiliten el paso. Además, el transporte á lomo, en sus aplicaciones á la guerra moderna, tiene muchos y graves inconvenientes, que obligan á desecharlo en absoluto para esta clase de guerra, como trataremos de hacer ver á continuación.

Ocupa mucho espacio en las columnas si no puede marchar más que un mulo de frente, que es el caso de desfiladeros, por ejemplo, precisamente cuando es más necesario disminuir cuanto sea posible la longitud de aquéllas y apresurar la marcha para salir cuanto antes de una situación que es siempre comprometida si se tiene próximo al enemigo.

Aumenta considerablemente el número de mulos con respecto al transporte en carros, y quintuplica, lo menos, el de conductores, que es personal inutilizado para el trabajo y para el combate, resultando, por consiguiente, incomparablemente más caro y con mayores necesidades para su servicio que el transporte en carros.

No puede tomar los aires vivos de marcha como pueden tomarlos los carros, en el caso de retirada por causa de una derrota, para salvar el Parque cuando ya no pueda hacerse otra cosa, ó bien cuando en estas mismas marchas queden las compañías de Zapadores encargadas de la defensa de las obras que han ejecutado y convenga que se alejen sus Parques, una vez terminada la ejecución de dichas obras, para que no caigan en poder del enemigo.

En el campo de batalla tendrán que quedar los mulos al cuidado solamente de los conductores, cuando la compañía se ocupe en el desempeño de los cometidos que estén á su cargo, so pena de inutilizar un considerable número de hombres para el trabajo y para el combate; y si en estas condiciones hay necesidad de retirarse precipitadamente porque se hubiese sufrido una derrota, ó sólo á causa de un vigoroso movimiento ofensivo por parte del enemigo, la salvación del Parque quedaría sumamente comprometida, aunque los mulos permanezcan cargados durante el combate, tanto para salvar las cargas como para estar siempre en disposición de acudir sin pérdida de tiempo adonde se necesite la herramienta, porque no sería prudente contar con que los Zapadores que vayan al cuidado de estas cargas, durante las marchas, acudan en aquellos momentos de confusión y peligro en auxilio de los conductores, máxime que en la mayor parte de los casos no les sería posible aunque lo pretendiesen. La circunstancia de tener los mulos constantemente cargados en el campo de batalla es también un inconveniente que debe tenerse en cuenta al fijar las cargas que pueden llevar.

TRANSPORTE EN CARROS.—Los italianos, que son los que, á nuestro juicio, han estudiado mejor la aplicación de los Parques móviles de Zapadores á las necesidades de la guerra moderna, no emplean más que este medio de transporte para las tres clases de estos Parques en que dividen los correspondientes á un Cuerpo de Ejército, organizándolos en la siguiente forma:

Parque ligero de compañía de Zapadores. Este Parque se compone de cuatro carruajes de cuatro ruedas, exactamente iguales unos á otros, y tirado por cuatro mulos cada uno de ellos.

El peso de un carruaje es de 680 kilogramos sin carga y de 1063 kilogramos con carga. Esta es también exactamente igual en los cuatro, por lo que respecta al material del Parque, y sólo se diferencia en peso el carruaje que lleva una rueda de repuesto, elevando aquel á 1121 kilogramos.

Además entra á formar parte de este Parque otro carruaje de dos ruedas para el servicio de la compañía, tirado por dos mulos y con un peso de 440 kilogramos sin carga.

Parque de Minadores.—Se compone de:

1 carruaje del Parque pesado de Zapadores, tirado por cuatro mulos, y cuyo peso, incluida la carga, es de 1734 kilogramos.

2 idem del Parque de Minadores, tirados por cuatro mulos cada uno, y un peso de 1820 kilogramos por carruaje, incluida la carga.

1 idem de servicio, como el del Parque ligero de Zapadores.

Parque de Cuerpo de Ejército.—Se compone de:

6 carruajes del Parque pesado de Zapadores, tirados por cuatro mulos cada uno, y con un peso total de 2070 kilogramos por carruaje.

2 idem del Parque pesado de Minadores, tirados por cuatro mulos, y peso de 2103 kilogramos por carruaje.

2 idem de Parque, para cuerdas, herramienta, instrumentos y efectos varios, tirados por cuatro mulos, y peso de 1965 kilogramos cada uno.

1 idem de fragua de campaña para el Parque de Ingenieros, tirado por cuatro mulos, y peso de 1890 kilogramos.

1 idem de servicio, como en los Parques anteriores.

Ahora bien, concretándonos, como venimos haciendo, á nuestros Parques de vanguardia, vemos: Que el peso de 390 kilogramos, á que asciende en números redondos el correspondiente al material que debe llevar una sección, es próximamente igual al peso de la carga que lleva un carruaje del Parque ligero italiano, y tanto por esta razón como por ser también igual el número de fracciones en que uno y otro se dividen, resulta para ambos una completa analogía, bajo el punto de vista de las conclusiones que hemos establecido para esta clase de Parques. En tal concepto y en vista de los inconvenientes que tiene el transporte á lomo, somos de parecer que el Parque de compañía de vanguardia debe ser conducido en carros, empleando cuatro para el material del Parque y uno para el servicio de la compañía, como en el Parque ligero italiano.

Los carruajes del material del Parque, exactamente iguales unos á otros, llevarán la herramienta, útiles y demás efectos que ya hemos detallado, constituyendo, digámoslo así, cada uno de ellos, el Parque independiente de una sección; y los cuatro, el Parque de la compañía. En cuanto al peso y forma de estos carruajes, así como el número de mulos que deban emplearse en su transporte, no podemos fijarlo sin haber hecho antes un estudio más detenido sobre el particular, siempre bajo el supuesto de que el Parque satisfaga las condiciones que quedan establecidas.

Secciones de montaña.

La índole especial que revisten nuestras guerras civiles impone la necesidad de estudiar los Parques de compañía bajo el doble aspecto de tener que satisfacer las condiciones que exigen la guerra *regular* y la *irregular* de montaña, tan frecuente en nuestro país.

Las dos guerras carlistas que hemos tenido en lo que va de siglo han revestido estos dos caracteres, y el tiempo de su duración puede dividirse en dos períodos correspondientes á las dos fases distintas que han presentado; el primero, desde la aparición de las partidas hasta su organización en unidades tácticas y de combate; el segundo, desde esta época hasta su terminación.

En lo que sigue nos referiremos á la última campaña, que por ser la más reciente es también la más conocida de todos.

Para combatir las partidas fué preciso fraccionar el ejército de operaciones en pequeñas columnas dotadas de gran movilidad que hiciese posible una persecución constante y rápida, con objeto de darlas alcance en el terreno quebrado de la montaña, que es el teatro de sus primeros hechos de armas. Esta primera fase de la guerra exige una organización especial de las columnas, organización que excluye toda clase de impedimenta que embarace sus movimientos; así que se componían de infantería, caballería, artillería de montaña é ingenieros, llevando la herramienta, municiones y equipajes en acémilas del país, requisadas en los pueblos del tránsito.

Las tropas de Zapadores se distribuyeron en estas columnas, más bien como tropas de combate que como técnicas ó especiales, y su cometido durante la acción y en las marchas fué siempre el de batirse en el mismo orden que la infantería.

Cuando las partidas adquirieron más importancia y empezaron á tomar la ofensiva contra las poblaciones, nuestras tropas acompañaron las columnas con el doble caracter de combatientes y técnicas, para establecer puestos fortificados en puntos de paso obligado de las montañas, organizar defensivamente aquellos puntos cuya ocupación militar se consideraba indispensable para la realización del plan de campaña, y

los que por ser afectos al Gobierno estaban más expuestos á las exacciones de los partidarios.

Se hicieron también, durante las marchas, muchas voladuras para cortar puentes y caminos; pero no contamos estos trabajos entre los que tendrían que hacerse si se repitiese por tercera vez esta guerra, porque resultaron contraproducentes al objeto con que fueron hechos. Entorpecieron en algunas ocasiones los movimientos de las columnas, sin dificultar en lo más mínimo los del enemigo, que disolvía sus partidas cuando la persecución le obligaba á ello, para volver á reunir las en los puntos que mejor convenía á sus planes.

Durante el primer período de la campaña se hizo sentir más la necesidad de la herramienta de oficio que la del Zapador, particularmente la de carpintero, albañil y cantero, porque, aparte de ser innecesarios los movimientos de tierras para el combate y escasos para los trabajos de defensa, proporcionaban los pueblos cuantos recursos de esta clase era preciso emplear en las obras de su fortificación, y únicamente se hizo sentir la necesidad de un pequeño Parque de compañía en algunos pueblos abandonados casi totalmente por el vecindario al acercarse las columnas y en la construcción de los puestos sobre los pasos obligados de la montaña.

En el segundo período, cuando los carlistas llegaron á ser dueños casi por completo de la montaña y se organizaron en unidades tácticas como el Ejército, y, como éste, tuvieron sus Cuerpos de Ejército con material de todas las armas é institutos, las operaciones tomaron el carácter de la guerra *regular*, si bien no llegaron en absoluto á revestir las formas de la guerra moderna, porque el enemigo no pudo completar sus medios de acción para combatir contra el ejército en las diferentes clases de terreno. Se empleó la artillería de batalla en lugar de la de montaña, única hasta entonces que había podido entrar en juego, y las columnas se vieron precisadas á marchar con toda la impedimenta que exigía su nueva organización en brigadas y divisiones.

Las tropas de Zapadores fueron desde entonces más bien técnicas que combatientes, y tuvieron que ejecutar toda clase de trabajos que les exige la guerra *regular*, para la cual eran deficientes sus Parques, no sólo bajo el punto de vista de su composición en número y clase de herramienta, útiles y demás efectos, sino por los medios de transporte, que

siguieron siendo las mismas acémilas, con los mismos atalajes que hasta entonces se habían empleado.

La deficiencia de los Parques de compañía dió lugar á la organización que hoy tienen; pero basada ésta exclusivamente en las necesidades de la guerra carlista, nos parece que cuenta con un exceso de efectos y herramienta para el primer período de la campaña, y tiene los inconvenientes que dejamos señalados para la guerra moderna.

Como consecuencia de todo lo expuesto sobre el caso especial de una guerra *irregular*, proponemos la organización de secciones con cargas á lomo, para que, al igual de la artillería de montaña, puedan seguir con las columnas durante la primera fase de la guerra.

Organización de las secciones de montaña.

El estudio de la organización que deben tener las secciones de montaña abraza dos puntos esencialmente distintos, que son: el baste y la carga.

En cuanto al primero, no tenemos datos suficientes para decidirnos á favor de un tipo determinado, y lo único que nos consta es que el baste de camones fijos del actual Parque de compañía tiene malísimas condiciones, debidas principalmente á que la forma recta de los camones le impide adaptarse fácilmente á los costillares del mulo. En el batallón de Telégrafos se ha obviado este inconveniente, adoptando para las cargas á lomo el sistema de camones articulados, que permite, aumentando ó disminuyendo el ángulo que éstos forman, amoldarse mejor á los costillares del mulo; y, á juzgar por los buenos resultados que dió en las grandes maniobras de otoño del año 1892, parece que resuelve mejor que ningún otro el difícil problema de los transportes á lomo. Pero como la opinión de los peritos en este asunto está muy dividida entre los dos sistemas de camones fijos ó articulados, y pudiera no ser bastante la experiencia que hasta ahora se tiene, creemos que sería muy conveniente el que se hiciesen experiencias comparativas con ambos sistemas, fijándose, particularmente para el de camones fijos, en el baste *alpino*, que por la forma curva de dichos camones acaso resuelva el problema mejor que ningún otro tipo del mismo sistema.

Con respecto al número de las cargas y su composición en cantidad y clase de herramienta, útiles y demás efectos que debe llevar este pequeño Parque, hemos tenido en cuenta la clase de trabajos encomendados á las tropas de Zapadores en las dos guerras civiles que hemos sostenido en lo que va de siglo, y creemos que pueden reducirse las actuales cargas de compañía á lo verdaderamente necesario, sin que falte nada de lo indispensable para la ejecución de dichos trabajos, organizando una sección de montaña, con cinco cargas, en la forma siguiente:

PRIMERA CARGA.

<i>Herramienta de Zapador.</i>	De cada lado.	5 palas planas.	}	Peso del baste. . .	37 kgs.	
		4 zapapicos.				
		1 hacha de dos manos.				
	Ó sea en total.	10 palas planas.	}	Peso de los útiles..	58 kgs.	
		8 zapapicos.				
		2 hachas de dos manos.				
	Sobrecarga..	2 rollos de cuerda. . .	}	Peso de la sobre-	carga.	18 kgs.
		8 marrazos de espiga.				
		1 cubo de zinc.				
					<i>Peso total. . .</i>	<u>113 kgs.</u>

SEGUNDA CARGA.

<i>Herramienta de Zapador.</i>	De cada lado.	5 palas planas.	}	Baste..	37 kgs.
		4 zapapicos.			
		1 hacha de dos manos.			
	Ó sea en total.	10 palas planas.	}	Útiles.	58 kgs.
		8 zapapicos.			
		2 hachas de dos manos.			
	Sobrecarga..	6 serruchos ordinarios	}	Sobrecarga.	18 kgs.
		2 rollos de cuerda. . .			
		8 á 10 astíles.			
					<i>Total. . .</i>	113 kgs.

TERCERA CARGA.

<i>Herramienta de Zapador.</i>	De un lado.	4 palas planas.		
		4 zapapicos.		
		1 hacha de dos manos.	Baste.	37 kgs.
	Del otro lado.	4 palas planas.	Útiles.	55 kgs.
		2 zapapicos.	Sobrecarga.	23 kgs.
		2 palanquetas.		
	Sobrecarga.	2 rollos de cuerda.		
		1 caja con clavazón y pernos.		
			<i>Peso total.</i>	<u>115 kgs.</u>
		Palas planas.		28
	Zapapicos.		22	
	Hachas de dos manos.		5	
	Palanquetas.		2	
<i>Total de las tres cargas.</i>	Marrazos.		8	
	Serruchos ordinarios.		6	
	Astiles.		10	
	Cubo de zinc.		1	
	Rollos de cuerda.		6	
	Cajas con clavazón y pernos.		1	

CUARTA CARGA.

Herramienta de carpintero, albañil y cantero.

Primera caja.

Primera tabla.	2 escoplos.	
	1 compás.	
	2 triángulos.	
	1 nivel de aire.	
	1 limatón.	
	1 lima.	
	3 formones.	
	1 triscador.	
	1 cepillo.	
	1 falsa regla.	
	4 barrenas espirales de dos manos.	

Segunda tabla. . .	}	4 martillos de carpintero.
		1 serrucho de punta.
		2 barrenas de mano.
		1 berbiquí y juego de 12 barrenas.
		1 escuadra de madera.
		1 tenazas.
		1 alicates.
		1 llave inglesa.

Segunda caja.

Primera tabla. . .	}	2 plumadas.
		1 camartillo.
		1 alcotana.
		1 maceta.
		1 escuadra.
		2 cinceles.
		4 punteros.
		2 barrines.
		1 compás.
		2 azuelas de una mano.
Segunda tabla. . .	}	1 piedra de sentar filos.
		1 alcotana.
		1 azuela de dos manos.
		3 mangos (de las alcotanas y de la azuela de dos manos).
		2 paletas.
		1 batidera.
		Bramante.
Sobrecarga.	}	Tronzadera y piedra de afilar.

Peso del baste. . .	37 kgs.
Dos cajas.	60 kgs.
Sobrecarga.	16 kgs.
	<hr/>
<i>Peso total.</i> . . .	<u>113 kgs.</u>

QUINTA CARGA.

Dos cajas, una de cada lado.

Primera caja.

Primera tabla. . .	}	10 kilógs. de dinamita
		núm. 1 en cajas de cartón, con serrín.
Segunda tabla. . .	}	25 cebos foto-eléctricos.
		1 cajita con 100 cápsulas triples, de fulminato de mercurio.
		50 metros de mecha Bickford.

Segunda caja.

Primera tabla. . .	}	10 kilogramos de dinamita núm. 1 en cajas de cartón, con serrín.	Peso del baste. . .	37 kgs.	
				Id. de las dos cajas.	53 kgs.
			Sobrecarga.	30 kgs.	
			<i>Peso total.</i> . .	<u>120 kgs.</u>	
Segunda tabla. . .	}	1 brújula Barkeer. . .			
			Papel y algunos enseres de dibujo. . . .		
			Lápices.		
			1 decímetro.		
	}	1 cinta métrica de 30 metros.			
			Documentación de la compañía.		
Sobrecarga.	}	Explosor Siemens. . .			
			300 metros de cable de doble hilo.		

Estas secciones, con el tren rodado que ya dejamos propuesto, completarian los Parques en las compañías para el servicio de vanguardia en la guerra moderna, y para atender á todas las necesidades de la guerra *irregular*.



SEGUNDA PARTE.

DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL.

Condiciones que deben tener los carros de este Parque.



EN vista de las consideraciones que dejamos hechas, respecto á los diferentes cometidos que tienen que llevar á cabo las compañías de Zapadores-Minadores, y las condiciones que deben satisfacer sus Parques para llenar cumplidamente estos cometidos, las que corresponden á los carros son las siguientes:

1.^a Deben ser ligeros, cuanto sea posible, para poder marchar con poco ganado al trote y galope en caminos ordinarios y aún á campo-través en terreno algo quebrado.

2.^a Deben tener una batalla pequeña para poder marchar por los caminos más estrechos de montaña por donde marchen los carros del país, que tienen menos anchura que los de la artillería de Cuerpo de Ejército.

3.^a Deben tener el centro de gravedad muy bajo y la carrilada bastante ancha para evitar, en lo posible, los vuelcos y los atascos cuando tengan que marchar á campo-través en terrenos blandos y algo quebrados.

Comparación entre los carros de cuatro y de dos ruedas para satisfacer estas condiciones.

En los carros de cuatro ruedas puede reducirse la batalla y bajar el centro de gravedad de la carga cuanto se juzgue necesario para satisfa-

cer las dos condiciones 2.^a y 3.^a; pero lo segundo sólo se podrá conseguir á expensas del diámetro de las ruedas y con perjuicio del esfuerzo de tracción, que tiene que ser mayor á medida que el diámetro de aquellas disminuye; de modo que si bien pueden cumplirse satisfactoriamente estas dos condiciones, no sucede lo mismo por lo que respecta á la 1.^a, que sólo podría quedar satisfecha con un aumento del esfuerzo tractor fuera de proporción con el peso de la carga. Si para evitar este inconveniente se acodasen los ejes, con el objeto de bajar el centro de gravedad, sin disminuir el diámetro de las ruedas, traería esto consigo un aumento en la batalla, que los haría inaplicables para los caminos estrechos de los países montañosos; y por último, si con el mismo objeto se suspendiera del eje trasero parte del peso que gravita sobre él, haciendo que dicho eje atravesase el cajón que lleve la carga, sería necesario separar los dos ejes del carro en la medida conveniente para que al cajón no estorbe el giro de las ruedas delanteras en el paso de los recodos ó curvas del camino; lo cual es un inconveniente aún mayor por lo que se dificulta la marcha en curvas de pequeño radio, aparte del aumento de peso que naturalmente trae consigo la mayor longitud del carro.

Con las carretas ó carros de dos ruedas, se evitan estos inconvenientes, si bien tienen á su vez otros que son inherentes al sistema. En primer lugar son más ligeros que los de cuatro ruedas, y por consiguiente satisfacen mejor que éstos la primera condición que dejamos establecida: se puede dar á las ruedas el diámetro que se quiera, y favorecer, por lo tanto, el esfuerzo de tracción, sin necesidad de tener que subir el centro de gravedad, que puede quedar tan bajo como se juzgue conveniente; y esto se consigue suspendiendo del eje parte de la carga, sin los inconvenientes que el mismo medio presenta en los de cuatro ruedas; y por último, como puede también reducirse la batalla cuanto sea necesario, están en condiciones de transitar por los caminos de montaña por donde pasen los carros del país.

A cambio de estas ventajas, presentan dos inconvenientes los carros de dos ruedas. El primero consiste en que la tracción se efectúa con bastante molestia para el ganado, que tiene que soportar el cabeceo de la lanza, motivado por el más pequeño desequilibrio de la carga á los dos

lados del eje; y el segundo, en la facilidad de atascarse en terrenos blandos, como consecuencia natural de cargar el peso sobre dos ruedas solamente; pero estos inconvenientes se obvian, en parte, con una buena distribución de la carga á los dos lados del eje, y aumentando la anchura de la llanta en la proporción que sea necesaria.

Comparando las ventajas y los inconvenientes de los dos sistemas de carros que acabamos de bosquejar, nos declaramos partidarios de los de dos ruedas para el caso especial que nos ocupa; pero como dentro de este sistema hay diferentes tipos, entre los cuales conocemos el carro de varas ó *catalán*, el de colleras y el de violín, todavía tenemos necesidad de precisar cuál de estos tipos satisface mejor las condiciones del problema que tratamos de resolver.

Descartamos, desde luego, el carro de varas, porque el tiro en reata que exige, aumentaría mucho la longitud de las columnas de marcha, siquiera no fuesen más que tres por carro el número de mulos, siendo por esta sola razón inadmisibile para el transporte de los Parques; además de que, teniendo que marchar á pié el conductor, no podrían sostenerse durante largo tiempo los aires de trote y galope del ganado.

La diferencia esencial entre los carros de colleras y los de violín consiste en la unión de los mulos del tronco, que en los primeros se hace por medio de un yugo sujeto por sus extremos á las colleras, mientras que en los segundos esta unión se establece por el balancín que se apoya en los sillines. Ahora bien, los esfuerzos transmitidos por la lanza, que en ambos casos va unida al yugo ó al balancín, se ejercen sobre las aguijas del ganado, en el primer caso, y sobre los costillares, en el segundo; y si bien estos esfuerzos son de una importancia relativamente pequeña, puesto que sólo dependen de un desequilibrio de la carga á los dos lados del eje y del cabeceo que tiene la lanza, y que es propio del sistema, no dejan, sin embargo, de ejercer una acción desfavorable, por lo menos en lo que respecta á la comodidad con que el ganado efectúa el tiro, que en último resultado se traduce en una pérdida del esfuerzo de tracción, mayor en el carro de colleras que en el de violín. Por esta razón, y por ser este último tipo el que únicamente se emplea para el transporte de grandes cargas en terrenos quebrados, como son los de las serranías de

Cuenca y Toledo, es por lo que en definitiva lo proponemos para el caso que nos ocupa.

Descripción del carro.

La diversidad de los efectos que constituyen la carga de estos carros, y las condiciones especiales en que deben ser transportados dichos efectos, nos obliga á introducir algunas modificaciones en la forma que afectan los empleados en varias de nuestras provincias. Estas modificaciones son las siguientes:

Para cumplir las condiciones que exige una buena distribución de la carga, según veremos más adelante, se necesita substituir la bolsa y el tablero con barandilla, que llevan los del país, por un cajón dividido en varios compartimentos.

Las ruedas tienen el cubo de bronce, como las que llevan los carruajes del batallón de Telégrafos, con objeto de aligerar el peso del carro.

Varía también en el enganche del tiro, como se ve en el detalle de la figura 5 (lám. 2), pero en la disposición de la lanza, atalajes del tiro y unión de éste con la lanza, es exactamente igual al sistema empleado en los carros del país; y, por lo tanto, sólo describiremos el cajón, que es la parte más esencialmente distinta y que más interesa conocer.

CAJÓN.—Las figuras 1 y 6 (láminas 1 y 3) representan la planta y vista de este cajón, que tiene 0^m,98 de ancho, 1^m,25 de alto y 1^m,70 de largo.

Está formado por un entramado horizontal, compuesto de los largueros *a* y traveseros *b*, cuyos largueros van sujetos al eje por el intermedio de las sopandas *c*, como representa la figura 7 (lám. 3); cuatro entramados verticales *d* (fig. 6, lám. 3), que van unidos al horizontal por medio de escuadras de hierro, según se ve en la figura 2 (lám. 1); los forros de los costados cuya tablazón se apoya sobre las piezas horizontales *e* (fig. 6, lám. 3) como está indicado en la figura 3 (lám. 1), y va, además, sujeta con pernos á los largueros y á las piezas *e* y *f* (figura 6, lám. 3).

En la figura 7 (lám. 3) está representada por un corte longitudi-

nal la disposición de la cubierta y de los tres pisos en que se divide el cajón.

La cubierta (fig. 4, lám. 2) está interrumpida entre los traveseros g , cuya separación se cierra con una portezuela que gira sobre uno de estos traveseros. En esta misma figura está representada la proyección horizontal de la barandilla h , que se ve de costado en la figura 6, lámina 3.

A los entramados verticales d van unidos con pernos los flejes i (figuras 2 y 6, láminas 1 y 3), que sirven para dar mayor rigidez al sistema y para transmitir á los largueros el peso de la parte inferior del cajón, permitiendo reducir la escuadría de las maderas que forman estos entramados.

El cajón está dividido, según su altura, en tres partes ó pisos, y cada una de estas partes en varios compartimentos, como se ve en las figuras 2, 3 y 7 (láminas 1 y 3). El piso inferior tiene dos, separados por una pared en sentido de su longitud; el intermedio seis, tres á cada lado del eje del carro, separados por una pared en el sentido de este eje, y de los cuales el central delantero está ocupado por la lanza; el superior siete, uno central cuya disposición está representada en la figura 4 (lám. 2), y tres á cada uno de los lados de éste, separados entre sí por paredes en sentido de la longitud del cajón.

En la parte delantera, y sujetos á los extremos de los largueros, van dos estribos de hierro.

Cada uno de los frentes lleva un número de portezuelas igual al de compartimentos que le corresponde, y estas portezuelas giran sobre los traveseros de los dos entramados verticales extremos.

Los detalles de enlaces de las paredes de distribución entre sí y con los demás elementos del cajón están representados en los dibujos.

Peso del carro.—El volumen de la madera del cajón, lanza y balancín es: $V = 0^{\text{m}^3},4011$.

De este volumen corresponde al entramado horizontal, entramados verticales, lanza y balancín: $0^{\text{m}^3},1478$. Y suponiendo que estas piezas sean de olmo, y de pino lo demás, el peso total de V será:

$$p = 0,1478 \times 723 + 0,2533 \times 559 = 248,35 \text{ kilogramos,}$$

ó sea $p = 300$ kilogramos en números redondos, teniendo en cuenta toda la parte de hierro.

Calculando en unos 240 kilogramos el peso del eje y de las ruedas, por comparación con los carros de artillería de este tipo, resulta para el peso del nuestro:

$$P' = 300 + 240 = 540 \text{ kilogramos.}$$

Según los estados demostrativos que más adelante se acompañan, referentes á la distribución de la carga, el peso de ésta es el siguiente:

	<u>Kilogramos.</u>
Sobre la parte trasera del eje.	252,25
— — delantera del íd.	293,33
Sierra-tronzadera.	1,29
Lanza de repuesto.	5,00
Pie del instrumento de topografía.	1,00
Tela de lona que va sobre la cubierta.	4,00
	<hr style="border-top: 1px solid black;"/>
	556,87
	<hr style="border-top: 3px double black;"/>

Resulta, pues, para el peso del carro, cuando está cargado,

$$P' = 540 + 556,87 = 1096,87,$$

ó sea 1100 kilogramos en números redondos.

Batalla del carro.—La batalla, ó sea la longitud del eje comprendido entre las dos ruedas, es de 1^m,08, y su anchura, medida entre los lados exteriores de las carriladas, de 1^m,36 (fig. 4, lám. 2).

Distribución de la carga en el cajón.

Al hacer esta distribución deben tenerse en cuenta las dos condiciones siguientes:

1.^a El peso debe resultar próximamente equilibrado á los dos lados del eje; pero si esto no sucede, como tiene que ocurrir forzosamente cuando esté empleada parte de la carga en la ejecución de los trabajos, debe preponderar el peso de la parte delantera, cuyo exceso viene á gravitar sobre los sillines del tronco, y no causa tanta molestia al ganado como si su acción se ejerciera en sentido contrario, lo cual sucedería si preponderase el peso de la parte trasera.

2.^a La carga y descarga debe ser sumamente sencilla, para que se pueda recoger y distribuir la herramienta sobre el campo de batalla con mucha facilidad y en el más breve tiempo posible, sin que haya que observar orden alguno en su colocación, para cuyo efecto conviene que esté separada por oficios y con independencia la que á cada uno de éstos corresponda, y aun dentro de esta segunda condición, la herramienta y los efectos más usuales serán los que deban colocarse más á mano.

Como medio de satisfacer estas condiciones, indicaremos la siguiente distribución, que puede variar en lo que la experiencia aconseje y no es fácil tener en cuenta en el proyecto.

PISO INFERIOR *C* DEL CAJÓN.—Este piso está dividido, según hemos dicho, en dos compartimentos, conteniendo cada uno de ellos los efectos indicados en el siguiente

ESTADO NÚM. 1.

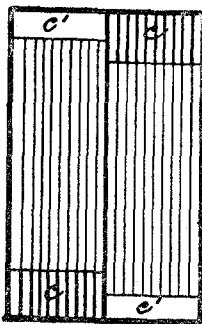
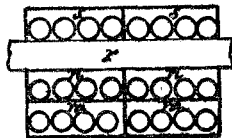


Fig. C.



- EN LA CAPA *s* : Mangos de repuesto.
- EN LA — *n* : Mangos de las palas.
- EN LA — *m* : Barras y palancas.
- r* : Eje del carro.

Fig. D.

	Peso en kilógramos
9 palas planas, de mango largo, puestas de canto, cuyos hierros están representados en <i>c</i> (fig. C)	18,00
En los lados opuestos á los hierros de las palas van colocados por capas superpuestas y con entera independencia para mayor facilidad en la carga y descarga, como lo indica la figura D , los efectos siguientes:	
1 barra de mina, de 1 ^m ,25 de largo.	4,30
1 pistolete de id. id., de id.	4,30
1 idem de id., de 0 ^m ,90 de id.	3,60
1 cuchara de id., de 1 ^m ,25 de id.	1,10
1 palanca de pie de cabra, de 1 ^m ,25 de id.	10,00
1 palanqueta, de 0 ^m ,90 de id.	3,60
6 mangos de repuesto; 3 de palas, 2 de zapapicos y 1 de hacha.	0,00
1 mira.	1,10
2 alcotanas.	4,00
1 saco-morral para el pienso del ganado.	0,35
20 sacos terreros, á 0,365 kilógramos uno.	7,30
<i>Total.</i>	57,65

Las alcotanas se colocan de manera que sus hierros toquen las cabezas de las barras, y sus mangos, intercalados con éstas, forman parte de la primera capa.

Entre los hierros de las alcotanas y los testers del carro quedan dos espacios *c'*, en los que van los fajos de sacos terreros.

La mira forma parte de la capa de los mangos de repuesto, así como el pie del instrumento de topografía, del cual no se ha hecho mención, y cuyo peso, que es de 1,50 kilógramos, habrá que añadirlo al total anterior del compartimento que corresponda.

PISO INTERMEDIO *B*.—Está dividido en seis compartimentos, *b*, *b*², *b*³, *b*⁴, *b*⁵, *b*⁶, que contienen los efectos indicados en el siguiente estado número 2.

ESTADO NÚM. 2.

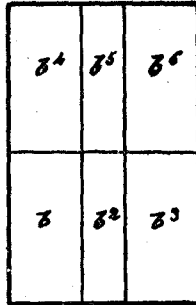


Fig. B.

Peso
en
kilógramos.

Compartimento b:

1 caja, núm. 1, para herramienta de carpintería.	7,00
Esta caja contiene:	
6 barrenas de dos manos, de diferentes diámetros (2 juegos de 3).	2,00
4 idem de una mano, de diferentes diámetros.	0,38
4 formones de cubo.	1,89
1 lima plana de corte grueso.	0,45
1 idem id. de corte fino.	0,20
2 triángulos-limas.	0,16
1 escofina plana.	0,37
1 tenazas pequeñas.	0,39
1 cepillo de corte.	0,58
1 dogo pequeño.	1,00
2 mazos.	1,70
1 plomada.	0,30
1 desclavador.	0,23
1 compás de hierro.	0,35
1 alicates planos.	0,16

Suma y sigue. 17,16

	Peso en kilogramos.
<i>Suma anterior.</i>	17,16
1 alicate de corte.	0,15
1 cortafrio.	0,13
1 falsa regla de madera.	0,11
1 nivel de aire.	0,46
2 dobles decímetros de madera.	0,01
2 metros de madera.	0,06
1 destornillador.	0,06
1 llave inglesa.	1,75
1 íd. de tuercas.	2,20
1 triscador.	0,40
12 lápices de carpintero.	0,05
2 escoplos.	0,69
Almazarrón.	0,10
1 barrena americana de 35 milímetros de diámetro.	1,05
En el costado, y debajo del larguero del carro, van:	
2 hachas de leñador.	5,00
<i>Total.</i>	<u>29,38</u>
 <i>Compartimento b²:</i>	
1 crick pequeño, de acero, cuyo peso es de.	<u>25,00</u>
 <i>Compartimento b³:</i>	
1 caja para herramienta de albañil y cantero.	7,00
Esta caja contiene:	
2 paletas.	1,00
1 plomada.	0,30
1 nivel de albañil, de charnela.	0,70
6 punteros de pico de gorrión.	1,62
6 punteros de boca de escoplo.	2,10
2 macetas de mano.	3,72
<i>Suma y sigue.</i>	<u>16,44</u>

	Peso en kilógramos.
<i>Suma anterior</i>	16,44
2 martillos de cantero	2,80
2 macetas de corte.	3,84
1 escuadra de hierro.	0,50
1 falsa-regla de hierro.	0,60
Mangos de repuesto para esta herramienta (aproximada- mente).	1,00
<i>Total</i>	25,18
1 caja de madera que contiene una piedra de sentar filos. . .	1,12
En el costado, debajo del larguero del carro, van:	
1 hacha de leñador.	2,50
1 hacha de carpintero.	2,70
<i>Peso total que lleva este compartimento</i>	31,50
<i>Compartimento b⁴:</i>	
1 caja núm. 2 para herramienta de carpintería.	7,00
Esta caja contiene:	
2 serruchos ordinarios.	1,00
1 serrucho de punta.	0,11
3 sierras de mano, cuyas armaduras van colocadas en la caja, separadas de las hojas.	4,71
3 azuelas de mano, también desarmadas como las sierras. . .	3,69
3 hachas de mano, con un mango de repuesto.	2,44
4 martillos.	3,88
2 tijeras grandes, de acero, para cortar las alambradas de las defensas accesorias.	3,00
<i>Peso total de la caja</i>	25,83
En el costado, y debajo del larguero del carro, van:	
2 hachas de leñador.	5,00
<i>Peso total que va en el compartimento</i>	30,83

Peso
en
kilógramos.

El compartimento b^3 no lleva efecto alguno, porque es por donde pasa la lanza del carro.

Compartimento b^6 :

1 maza de dos manos.	9,00
2 macetas de dos manos.	8,60
2 mangos de repuesto.	0,50
1 caja que contiene una piedra de afilar.	8,00
En el costado, debajo del larguero, van:	
1 hacha de leñador.	2,50
1 hacha de carpintero.	2,70

Total. 31,30

Piso SUPERIOR A.—Dividido en siete compartimentos. El central lo está, á su vez, en tres, que son las dos cajas a y b y el espacio c que queda entre éstas y las paredes del cajón, como se ve en la figura A. En

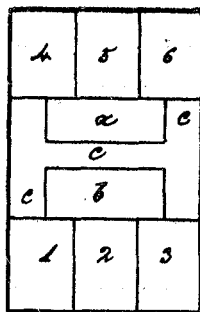


Fig. A.

este espacio van 14 zapapicos, 7 á cada lado del eje del cajón, colocados unos encima de otros los hierros de cada lado, con lo cual los mangos vienen forzosamente á quedar entre los dos costados mayores de las cajas. En éstas se colocan los efectos que se indican en el siguiente estado núm. 3, en el que van también indicados los contenidos en los seis compartimentos restantes de este piso.

ESTADO NÚM. 3.

	Peso en kilogramos.
<i>Compartimento núm. 1.</i>	
1 brújula Barkeer, con funda de cuero y correa para llevarla en bandolera.	1,00
2 rollos de alambre, de dos gruesos.	5,00
1 caja de madera.	1,00
Esta caja contiene:	
1 rollo de papel de dibujo.	0,25
1 id. id. de barbas.	0,25
Bujías de esperma.	0,50
2 dobles decímetros de madera.	0,02
2 gomas de borrar tinta y lápiz.	0,03
12 lápices.	0,06
1 cortaplumas.	0,10
1 juego de escuadras de madera.	0,10
1 regla id. id.	0,10
1 estuche de matemáticas.	0,75
1 cajita de plumas de dibujo.	0,10
1 barra de tinta china.	0,05
2 platillos para tinta china.	0,15
1 rodete de cinta para medir.	0,25
	<hr/>
<i>Total.</i>	9,71
	<hr/>

El compartimento núm. 2 lleva una caja de madera que
contiene 20 kilogramos de dinamita. En total. 27,00

<i>Compartimento núm. 3:</i>	
1 caja de madera.	1,00
Esta caja contiene:	
60 metros de mecha impermeable.	1,20
	<hr/>

Suma y sigue. 2,20

	Peso en kilógramos
<i>Suma anterior</i>	2,20
50 metros de mecha ordinaria.....	1,25
50 id. de id. de combustión rápida.....	2,50
Mecha de algodón para aplicar el fuego á las anteriores. . .	0,25
Cebos eléctricos.....	2,00
1 cajita con pajuelas de viento.....	0,30
1 id. con 50 cápsulas fulminantes (triples).....	0,20
<i>Total del peso de la caja</i>	<u>8,70</u>
1 bolsa de piel.....	0,50
Esta bolsa contiene:	
Estopa para empalmes.....	0,80
Caucho para id.....	0,20
Hilo bramante de 5 milímetros de diámetro.....	0,10
1 tijeras ordinarias.....	0,15
2 navajas pequeñas de muelles.....	0,50
1 alicates planos para fijar la mecha á la cápsula.....	0,17
1 id. de corte.....	0,17
<i>Peso total de la bolsa</i>	<u>2,59</u>
1 caja de madera.....	1,00
Esta caja contiene:	
Pernos de repuesto para el cajón del carro.....	3,00
10 candados de id. para las portezuelas de los compartimentos.	1,00
2 chavetas de id. con sus correas y pasadores para los husillos del eje.....	0,40
<i>Peso total que lleva el compartimento</i>	<u>5,40</u>
<i>Peso total que lleva el compartimento</i>	<u>16,69</u>

	Peso en kilógramos.
<i>Compartimento núm. 4:</i>	
1 cajita de hojadelata, con grasa para lubricar el eje.	0,50
1 linterna de lona, con fuste de hierro.	0,85
1 idem ordinaria, para aparcar.	1,30
1 frasco de hojadelata, con aceite de oliva.	0,40
Pávilos para la linterna ordinaria.	0,15
1 caja de madera.	1,00
Esta caja contiene:	
6 marrazos.	5,10
<i>Total.</i>	9,30

En los compartimentos número 5, correspondientes á los cuatro carros, van:

En el de la primera sección, la biblioteca de campaña, que se determina como reglamentaria, y la documentación de la compañía, cuyo peso total suponemos, aproximadamente, de. 10,00

En el de la segunda sección:

1 taquímetro Troughton, de pequeño modelo (tres pulgadas), con su caja.	5,00
1 caja de madera.	5,25
Esta caja contiene:	
12 pernos de 300×18 milímetros, con sus tuercas y ovalillos correspondientes, á 0,850 kilógramos uno.	10,20
9 pernos de 400×18 milímetros, con sus tuercas y ovalillos correspondientes, á 1 kilógramo uno.	9,00
7 pernos de 200×14 milímetros, con sus tuercas y ovalillos correspondientes, á 0,365 kilógramos, uno.	2,55
<i>Total.</i>	32,00

Estos pernos los hacemos figurar aquí como material del Parque, aunque hasta ahora no hayamos hecho mención de ellos, en previsión de algún caso especial, como es, por ejemplo, la construcción de un puente del momento con maderas de pequeña longitud que sea preciso empalmar á fin de formar con ellas las vigas del tablero, y para lo cual no ofrezca la clavazón bastantes garantías de seguridad. Repetimos que sólo en algún caso especial; y en tal concepto limitamos á un pequeño número el total de pernos que va en el Parque, proporcionando sus dimensiones á los gruesos más usuales de las maderas que entran en la clase de obras que pueden ejecutarse, sin perjuicio de aplicarlos también á maderas de más pequeña escuadría, para lo cual es preciso que se aterraje el fuste en toda la mitad de su longitud.

En el compartimento de la tercera sección:

	Peso en kilógramos.
1 explosor Siemens, cuyo peso es de.	12,40

En el de la cuarta sección:

1 bobina con 500 metros de hilo doble y peso de.	13,60
--	-------

El compartimento número 6, lleva:

1 cable de 20 metros de largo y una amarra de 25. En total.	15,25
---	-------

Caja b:

1 amarra de 25 metros de largo.	6,50
100 metros de cuerda de trazar.	0,44
100 metros de cuerda para trincar.	0,44
100 metros de cuerda para ligaduras de caballetes.	0,44
1 caja para clavazón gruesa y menuda.	7,50

Esta caja contiene:

Clavos de 16 á 25 centímetros.	10,00
Clavos de 15 centímetros.	5,00
Clavos de 10 centímetros.	3,00
Puntas de Paris.	1,00

<i>Total.</i>	34,32
-------------------------	-------

	Peso en kilogramos.
Caja <i>a</i> :	
100 metros de sondaleza..	3,00
Hachas de viento.	10,00
2 amarras de 25 metros de largo..	13,00
<i>Total.</i>	26,00

En diagonal, sobre las dos cajas, va la sierra de trocear, cuyo peso es de. 1,29

En el compartimento número 1 del carro de la segunda sección, además de los efectos que quedan ya indicados en este estado y que son comunes á las cuatro secciones, van unas tablas de Cuartero y un registro de taquímetro.

EXTERIORMENTE AL CAJÓN.—Debajo del pescante y colgado de la lanza va un cubo de hierro para dar agua al ganado, y dentro de este cubo un flotador de madera. El peso total del cubo y flotador es de. 4,00

Sujeta á un costado del cajón va una lanza ó timón de repuesto, cuyo peso es de unos. 5,00

Sobre la cubierta se coloca una tela de lona que pese aproximadamente. 4,00

El carro lleva tente-mozos en los testeros.

Consideraciones sobre la distribución de la carga.

Sumando los pesos que cargan á un lado y á otro del eje, tenemos:

Para el peso trasero P =

57,65 kgs. correspondientes al piso inferior.	}	= 252,25 kgs.
29,38 » id. al compartimento <i>b</i> del piso intermedio.		
25,00 » id. id. b^2 id. id.		
31,50 » id. id. b^3 id. id.		
9,71 » id. id. núm. 1 del piso superior.		
27,00 » id. id. núm. 2 id. id.		
16,69 » id. id. núm. 3 id. id.		
21,00 » id. id. central id. id.		
34,32 » id. á la caja <i>b</i> id. id.		

Para el peso delantero $P' =$

57,65	kgs.	correspondientes al piso inferior..	} = 292,33 kgs.
30,83	»	id. al compartimento b^4 del piso intermedio. .	
31,30	»	id. id. b^6 id. id.	
9,30	»	id. id. núm. 4 del piso superior. . .	
32,00	»	id. id. núm. 5 id. id.	
15,25	»	id. id. núm. 6 id. id.	
21,00	»	id. id. central id. id.	
26,00	»	id. á la caja a id. id.	
4,00	»	id. al cubo y flotador.	
65,00	»	id. al peso del conductor.	

Comparando estos dos pesos, resulta para la parte delantera una preponderancia de $P' - P = 292,33 - 252,25 = 40,08$ kilogramos por concepto de la carga solamente; pero además, hay que tener en cuenta el peso de la lanza, balancin, pescante, etc., que cae todo delante del eje y es preciso sumarlo con el anterior. De modo que, en números redondos, esta preponderancia podemos calcularla en unos 65 ó 70 kilogramos; próximamente igual al peso del conductor.

La distribución que acabamos de hacer podrá variar, según ya digimos, si al hacer el ensayo en un carro, que convendría construir con el objeto de hacer experiencias, se viera que era preciso modificarla, tanto porque se tocáran inconvenientes que aquí no se tienen en cuenta, como porque se creyese que la bobina y el explosor debieran ir en un mismo carro á fin de no tener que emplear más que el de una sección para el caso de voladuras por medio de la electricidad. De no tocarse en la práctica algun inconveniente, creemos que satisface las dos condiciones enunciadas.

En primer lugar, porque la preponderancia que resulta es insignificante para que pueda molestar al ganado, y suficiente para tener constantemente apoyado el balancin de la lanza sobre los sillines del tronco. Y subsistirá siempre, aun durante la marcha sobre el campo de batalla cuando se haya distribuído la herramienta del Zapador, porque esta herramienta está simétricamente colocada á los dos lados del eje y no altera las condiciones establecidas.

En segundo lugar, la herramienta va separada por oficios, con absoluta independencia, para evitar confusiones y hacer más sencilla su distribución cuando sea necesario emplearla; y por lo que respecta á la del zapador, que es la de uso más frecuente y la que exige mayor rapidez en la carga y descarga, puesto que en algunas ocasiones habrá necesidad de hacerla sobre el mismo campo de batalla, es la que va más á mano y menos cuidado necesita su colocación.

Cálculo para determinar el trabajo á que están sometidas las piezas principales del carro que se proyecta.

LARGUEROS: $a = 8$ cm.; $b = 12$ cm.; $l = 170$ cm.—Estas piezas del entramado horizontal pueden considerarse, para los efectos del cálculo que se va á hacer, divididas en tres partes; una de 80 centímetros de longitud, que se apoya sobre la sopanda, y las dos extremas de 45 centímetros cada una, que pueden asimilarse á piezas empotradas en un extremo y cargadas con pesos uniformemente repartidos en toda su longitud; pudiendo, por lo tanto, aplicárseles la fórmula

$$R \frac{I}{v} = \frac{1}{2} P l,$$

la cual se convierte en la [1], substituyendo en vez de I y v , sus expresiones correspondientes á la sección rectangular del larguero;

$$R \frac{a b^3}{6} = \frac{1}{2} P l. \quad [1]$$

Ahora bien, el peso que gravita sobre cada una de las partes extremas es diferente, porque sobre la delantera, además del que proporcionalmente le corresponde por el cajón y la carga que éste contiene, viene á descansar la mitad del peso del conductor, de modo que será la que más trabaje; y si su escuadría resiste este trabajo, con mayor razón resistirá la otra parte que está detrás del eje, y mucho más la que va encima de la sopanda.

Es preciso tener también en cuenta que para recibir los entramados

verticales extremos llevan los largueros las correspondientes cajas que disminuyen el lado b de su escuadría en 3 centímetros, de modo que en vez de 12 centímetros para este lado no podemos contar más que con 9 en el cálculo del trabajo.

Nos falta conocer el peso P , que gravita sobre esta parte delantera del larguero, y para determinarlo tenemos, en números redondos y por exceso,

$$\left. \begin{array}{l} \text{Peso del cajón} = \dots\dots\dots 300 \text{ kgs.} \\ \text{Peso de la carga} = 556,87 - 65 \text{ (peso del con-} \\ \text{ductor)} = 491,87; \text{ ó sea.} \dots\dots\dots 500 \text{ kgs.} \end{array} \right\} = 800 \text{ kgs.}$$

La mitad de este peso descansa sobre toda la longitud de un larguero, que es de 170 centímetros; por consiguiente, sobre 45 centímetros, que es la longitud de la parte que consideramos, descansarán $\frac{400 \times 45}{170}$; y añadiendo 40 kilogramos, que suponemos ahora que sea la mitad del peso del conductor, para mayor confianza en el resultado que se obtenga, tendremos para P la expresión:

$$P = \frac{400 \times 45}{170} + 40 = 145,90 \text{ kgs.} \quad [2]$$

$$\text{Los datos son, pues, los siguientes.} \dots\dots \left\{ \begin{array}{l} a = 8 \text{ cm.} \\ b = 9 \text{ cm.} \\ l = 45 \text{ cm.} \\ P = 145,90 \text{ kgs.} \end{array} \right.$$

Substituyendo estos valores en la fórmula [1] resulta:

$$R \frac{8 \times 9^2}{6} = \frac{145,90}{2} \times 45;$$

y la expresión siguiente para valor de R :

$$R = 30,40 \text{ kilogramos por centímetro cuadrado,} \quad [3]$$

menor de 40, que es el coeficiente empleado en obras de gran solidez ó maderas medianas (*Mecánica* de Marvá).

LLANTA: anchura, $a = 7$ cm.; grueso, $b = 1,8$ cm.—La práctica enseña que basta un grueso de 1,8 centímetros para que la llanta pueda resistir al desgaste producido por los rozamientos contra el suelo y contra la zapata del freno.

Respecto á la anchura, la fijamos prudencialmente en 7 centímetros, superior á la que se admite como término medio para caminos ordinarios en carruajes de poco peso, que es de 6 centímetros, con objeto de satisfacer en lo posible la condición tercera.

EJE: sección cuadrada, $b = 6,5$ cm.—Este carro puede ser tirado por dos, tres ó cuatro mulos, según que se quiera menor ó mayor velocidad en la marcha, pero en cualquier caso de éstos podemos considerar, para los efectos del cálculo del trabajo á que está sometida esta pieza, como sino llevase más que dos mulos, en atención á que la práctica enseña que no se debe contar más que con la mitad de la fuerza de tracción máxima que puede desarrollar el ganado cuando su número pasa de dos; por consiguiente, los esfuerzos á que está sometido el eje son los siguientes:

- p' = peso del cajón. = 300 kg.
- p'' = peso de la carga que contiene el cajón. . = 500 kg.
- p''' = peso del conductor. = 80 kg. (calculado por exceso.)
- p'''' = esfuerzo de tracción = 450×2 = 900 kg.

Los tres primeros cargan por mitad sobre el eje en toda la extensión de cada una de las dos superficies de contacto de esta pieza con las sopandas, y suman dos fuerzas verticales R aplicadas á los centros de gravedad de dichas superficies.

El cuarto se determina teniendo en cuenta que el esfuerzo del ganado será el máximo en el momento de un atasco que no es posible vencer, y que el que puede desarrollar un mulo en tales casos es de 450 kilogramos en caminos ordinarios. Esta fuerza se descompone también en dos partes iguales que obran sobre el eje por el intermedio de los largueros del cajón, y pueden, por lo tanto, considerarse como horizontales y aplicadas á los puntos de intersección con las verticales de los pesos. Tenemos, pues,

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= \frac{1}{2} p' + \frac{1}{2} p'' + \frac{1}{2} p''' = 150 + 250 + 40 = 440 \text{ kgs.} \\ p_2 &= \frac{1}{2} p'''' = \dots\dots\dots = 450 \text{ »} \end{aligned} \right\} [4]$$

Estas son las dos fuerzas que obran sobre cada uno de los dos puntos del eje correspondiente á las verticales de los pesos, y su resultante P tiene por expresión:

$$P = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = \sqrt{440^2 + 450^2} = 630 \text{ kgs. en números redondos. [5]}$$

Ahora bien, el caso presente puede referirse, para los efectos del cálculo del trabajo, al de una pieza empotrada en un extremo y cargada en el otro con un peso P , y el resultado que obtengamos será el mismo, cualquiera de las dos fuerzas que consideremos, en atención á que éstas son iguales y equidistantes de los puntos de empotramiento.

Aplicando, pues, la fórmula $R \frac{I}{v} = P l$; ó bien $R \frac{b^3}{6} = P l$, en la que l , P y b tienen los siguientes valores conocidos:

$$b = 6,5 \text{ centímetros.}$$

$$P = 630 \text{ kilogramos.}$$

$$l = 19 \text{ centímetros} \left\{ \begin{array}{l} \text{distancia entre la sección media de empotramiento} \\ \text{del eje y la línea media de la sección de contacto} \\ \text{de éste con la sopanda.} \end{array} \right.$$

Resulta:

$$R \frac{274,625}{6} = 630 \times 19$$

y

$$[6] \quad R = 261,52 \text{ kilogramos por centímetro cuadrado:}$$

menor que 600 que es el coeficiente de trabajo para el hierro, en obras de mucha resistencia.

PINAS: sección cuadrada, $b = 7$ cm.—Para el cálculo del trabajo de estas piezas se observará que el caso más desfavorable es que una de las pinas se apoye en el suelo, por el medio de su longitud, entre los puntos de apoyo que le prestan dos rayos consecutivos, pudiendo considerarse este trozo como empotrado en los extremos y cargado en su punto medio con un peso P .

La carga P que gravita sobre cada rueda, está representada por el valor de p_1 de la expresión [4] aumentado en unos 125 kilogramos, en

números redondos, correspondientes al peso propio de la rueda y al de la mitad del eje.

Tendremos, pues, aplicando la fórmula del caso en que está comprendido el problema:

$$[7] \quad R \frac{l^3}{6} = \frac{1}{8} l (440 + 125).$$

La longitud l de la pina se calcula observando que, como las ruedas tienen doce rayos, la separación de éstos, ó sea l , es igual á $\frac{2\pi r'}{12}$; y como r' es igual al radio r de la rueda disminuído en el grueso de la llanta y en la mitad de la altura de la pina, es decir, $r' = 70$ centímetros — 3,5 centímetros — 1,8 centímetros, tendremos que

$$l = \frac{2\pi r'}{12} = \frac{2 \times 3,141 \times 64,70}{12} = 34 \text{ centímetros}$$

en números redondos; y por consiguiente la fórmula [7] se transforma en

$$R \frac{34^3}{6} = \frac{1}{8} \times 565 \times 34;$$

y $R = 38$ kilogramos por centímetro cuadrado. [8]

Pero como la pina va protegida por la llanta, este trabajo quedará reducido muy considerablemente.

RAYOS: sección rectangular, $l = 61,5$ cm.; $a = 4,5$ cm.; $b = 6$ cm.— El caso más desfavorable para la resistencia de los rayos es cuando estando vertical uno de ellos carga sobre él todo el peso, actuando por compresión. Este peso P es el p_1 de la expresión [4] aumentado en unos 30 kilogramos correspondientes al peso de la mitad del eje; es decir, $P = p_1 + 30 = 470$ kilogramos.

Aplicando la fórmula $R = \frac{P}{\omega}$ que corresponde al caso de piezas comprimidas en sentido de su longitud, se tiene:

$$R = \frac{470}{6 \times 4,5} = 18 \text{ kgs. por cm.}^2 \quad [9].$$



RESÚMEN.

Después de todo lo que dejamos expuesto sólo nos queda por examinar si el carro que proyectamos, cargado con el peso que lleva, satisface las condiciones enunciadas al principio de esta Memoria.

Por de pronto vemos que el centro de gravedad de la carga, ó sea del cajón cargado con todos los efectos del Parque y de repuesto del carro, está á una altura sobre el suelo igual á $\frac{1}{2} \times 1^m,255 + 0^m,41 = 1^m,037$; y siendo de $1^m,36$ la anchura total del carro comprendida entre los lados exteriores de las carriladas, la vertical de dicho centro de gravedad sólo caerá fuera de las ruedas con inclinaciones del eje sobre la horizontal mayores que la representada por un ángulo α , cuya tangente sea:

$$\text{tang. } \alpha = \frac{0,68}{1,037} = 0,655736,$$

que corresponde á un ángulo $\alpha = 33^\circ 10'$, proximamente.

Luego, según el cálculo, este carro puede marchar á campo-través por laderas de 33° de pendiente, sin temor á vuelcos, máxime si se observa que en el cálculo anterior no se tuvo en cuenta el peso del eje y de las ruedas, cuyo peso favorece la estabilidad. Pero aun cuando en la práctica no pueda llegarse á este límite, porque hay accidentes en la marcha que no es posible hacerlos entrar en el cálculo, como son, por ejemplo, los obstáculos que se presenten al paso de una de las ruedas, obstáculos que pueden consistir en una piedra ó en la mayor blandura del terreno debajo de una ó de otra rueda, siendo causa de que el eje tome mayor inclinación sobre el horizonte que la natural del terreno, siempre estará, por su pequeña batalla y por lo baja que lleva la carga,

en mejores condiciones aún que los carros del país, de este tipo, para poder marchar por los caminos de montaña por donde éstos marchen.

Si aplicamos la fórmula

$$T = (A + f\rho) \frac{P}{r} + A \frac{p}{r}$$

(*Mecánica aplicada* de Morin) para determinar el esfuerzo total T de tracción que debe desarrollar el tiro, paralelamente al suelo, para vencer la resistencia que opone el terreno y el rozamiento del eje en carros de dos ruedas que marchan por caminos ordinarios, y en cuya fórmula representan:

$A = 0,016$: coeficiente de rozamiento de las ruedas contra el suelo;

$f = 0,065$: — — — — — de los husillos del eje;

$\rho = 0,03$: radio del husillo;

$P = 856,87$: presión vertical ejercida sobre el eje, ó sea la suma de los pesos de la carga y del cajón;

$p = 200,00$: peso de las ruedas, en números redondos y por exceso;

$r = 0,70$: radio de las ruedas,

tendremos:

$$T = (0,016 + 0,065 \times 0,03) \frac{856,87}{0,70} + 0,016 \times \frac{200}{0,70} = 26,71 \text{ kgs.},$$

que es aún menor que el trabajo por segundo que puede desarrollar un mulo marchando al paso en caminos ordinarios y terreno horizontal, durante ocho horas.

Por consiguiente, el carro que proyectamos podrá marchar en las mismas condiciones anteriores al trote y al galope, con sólo dos mulos, cuando las circunstancias obliguen á tomar estos aires. Sin embargo, como quiera que siempre es necesario llevar algún mulo de respeto, consideramos conveniente que, por lo menos, dos de los cuatro carros sean tirados por tres mulos.

La barandilla de hierro que va sobre la cubierta, como se ve en los dibujos, tiene por objeto contener las sacas de heno ó paja que en algu-

na ocasión haya necesidad de llevar para raciones del ganado durante varios días, y que por su excesivo volumen no quepan en el carro de la compañía destinado á este objeto, y para el transporte de equipajes, víveres de oficiales, etc. Sirve también para sujetar á ella una rueda de repuesto, que debe llevar cada Parque de compañía, y que en estos carros no tiene mejor colocación que sobre la cubierta de uno de ellos; no obstante que esto lo presentamos como punto de discusión, por si conviniera mejor, y es á lo que más nos inclinamos, el que esta rueda fuese en el Parque divisionario ó en el de Cuerpo de Ejército.

Madrid, 1.º de enero de 1894.

FIN.

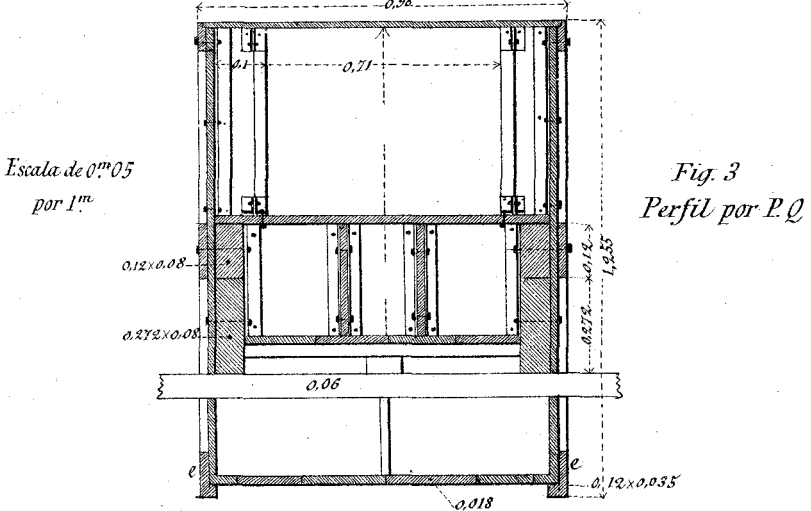
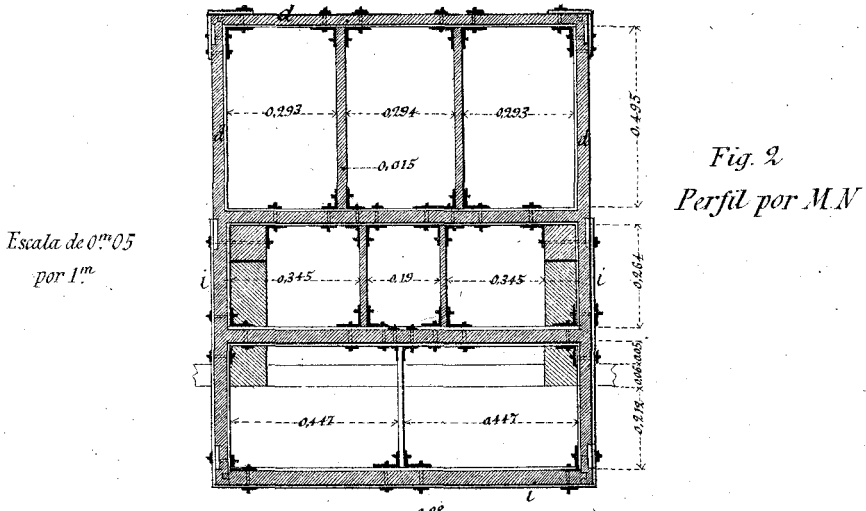
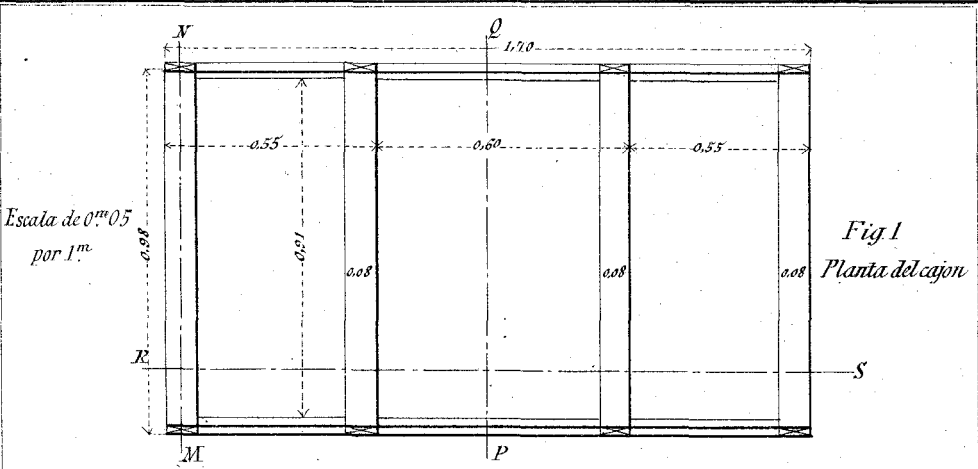


Fig. 4

Proyección horizontal del cajón y del interior del compartimento central superior.

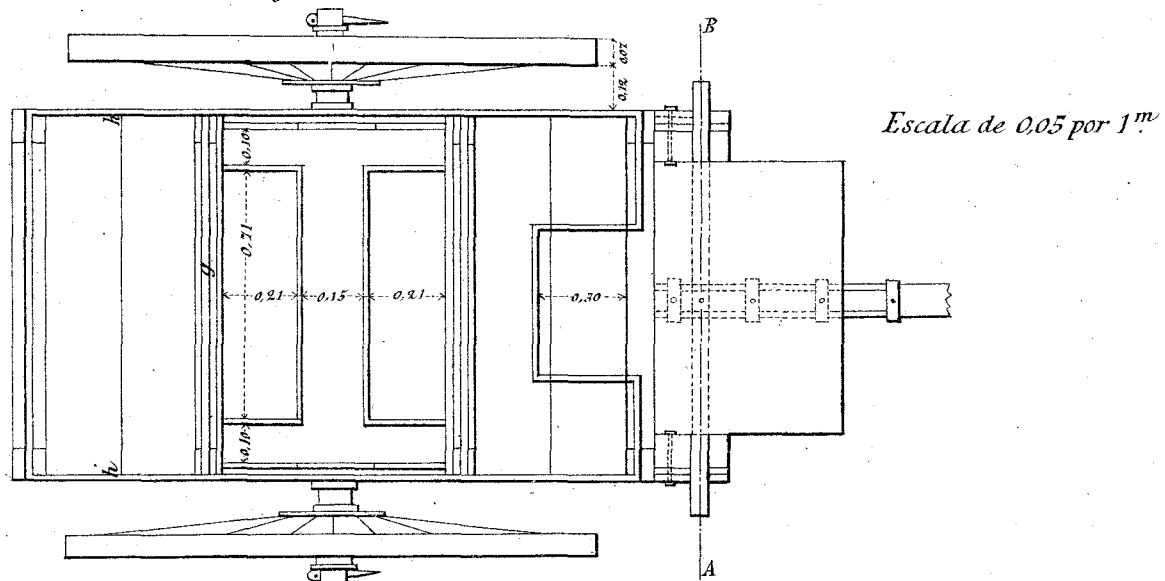


Fig. 5

Detalle del enganche del tiro.

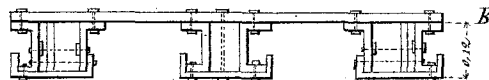


Fig. 6. Vista lateral del carro

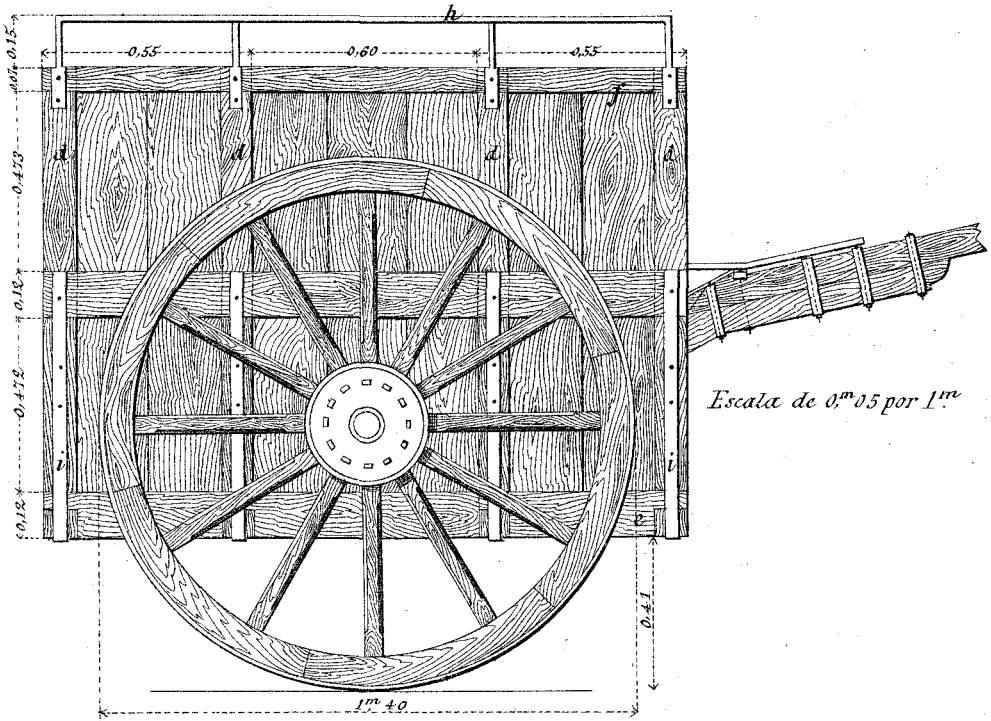
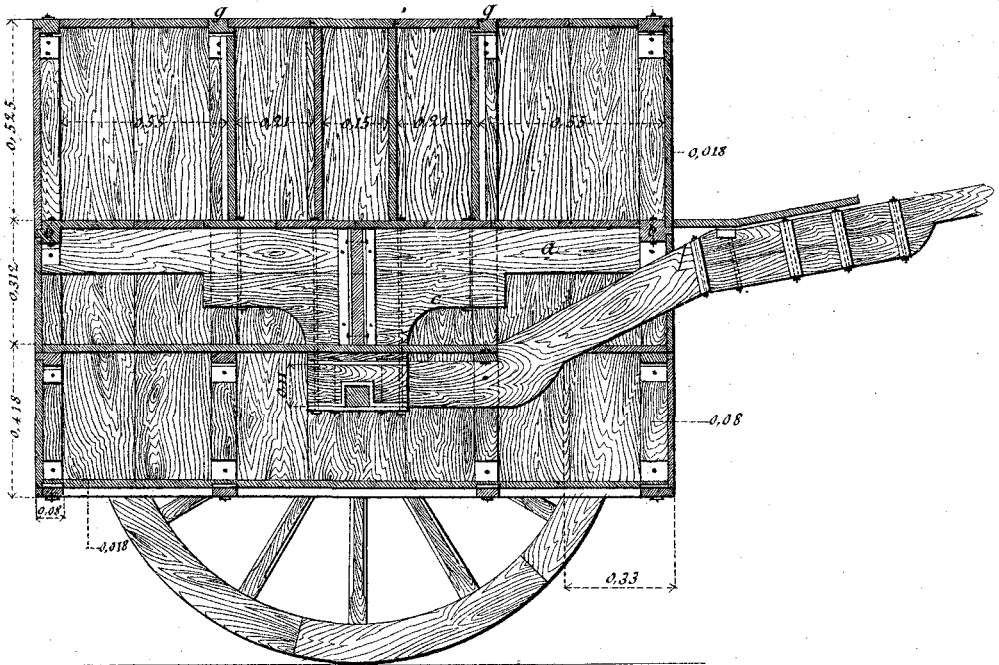
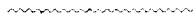


Fig. 7 Sección por R. S. de la fig. 1



DESENFILADA



CAPÍTULO I.

Concepto moderno de la desenfilada.

Asuntos generales que comprende el estudio de una obra de fortificación.—Importancia que hay que conceder á la acción de los proyectiles.—Definición de la desenfilada.—La desenfilada no es lo mismo que la aplicación de la fortificación al terreno.—Principios en que debe basarse la desenfilada.—Los principios de la desenfilada no son absolutos.—Clasificación de la desenfilada por sus resultados.

Asuntos generales que comprende el estudio de una obra de fortificación.



PARA llevar á cabo el proyecto de una obra cualquiera de fortificación, el ingeniero militar ha de estudiar, conocer y resolver diversas cuestiones, teniendo presentes las circunstancias particulares que se presentan en cada caso. El orden en que se verifica este estudio completo, puede condensarse en los siguientes asuntos principales:

1.º Conocer el plan general de defensa del territorio, para deducir la mayor ó menor conveniencia de fortificar el punto de que se trata y la importancia que han de tener las obras que se proyecten.

2.º Estudiar las condiciones de la localidad, para determinar dentro de ella el mejor emplazamiento de estas mismas obras.

3.º Observar, en cada uno de los emplazamientos, la mejor dirección de las líneas generales de las futuras fortificaciones, de manera que éstas puedan cumplir con su objeto defensivo y también ofensivo.

4.º Detallar en planta y perfil la organización que debe darse á cada línea.

5.º Proyectar las construcciones accesorias, pero indispensables, á la obra que se ha de ejecutar.

Los elementos para efectuar este trabajo no pueden enumerarse detalladamente. Las teorías más ó menos admisibles del arte militar en su

más elevada y en su más sencilla acepción; el examen de la influencia del terreno en la guerra; el estado económico del país; sus aspiraciones históricas ó políticas; el conocimiento completo de los medios de que podrá disponer el ataque; el estado de la industria militar y las exigencias del arte de construir; el recuerdo de las necesidades de una guarnición, etc., etc., se tendrán siempre en cuenta al proyectar cualquier obra. Pero es tal el enlace que estos elementos diversos tienen entre sí; de tal modo se equilibra su respectiva importancia dentro del problema principal, que raras veces se realizará un estudio de esta naturaleza sin que la primera línea trazada sobre el papel no indique el fin del trabajo puramente mental del ingeniero, que habrá sintetizado las cuestiones, después de haber hecho desfilas sobre el terreno que va á fortificar todas las ideas de los tratadistas, todos los tipos de los maestros, todas las elucubraciones de los soñadores, todas las realidades de los industriales. Sólo así, condensando y desmenuzando; reuniendo las notas sueltas y detallando la concepción principal, podrá llegarse á la solución que satisfaga á las múltiples exigencias de la práctica.

Importancia que hay que conceder á la acción de los proyectiles.

Entre todas las circunstancias que se acaban de exponer, y que, si bien son las principales, no son las únicas, hay que tener presente en primer término la acción del fuego enemigo en general, y en particular de la artillería, cuyos efectos son más poderosos. Las obras de fortificación no deben nunca desentenderse de corresponder á dos series de condiciones fundamentales en cuanto á las armas de fuego se refiere. Una es la de que su emplazamiento en las obras sea el más perfecto posible; que desde éstas pueda batirse perfectamente el terreno exterior; que el servicio se realice en buenas condiciones. La segunda es que debe procurarse, por todos los medios que estén al alcance del ingeniero, que la acción de la artillería y del fuego enemigo en general produzcan sobre las obras, sobre el artillado y sobre la guarnición que las defiende el menor efecto que sea posible conseguir.

De nada serviría una obra cuyo emplazamiento, admirablemente elegido, permitiera ofender con ventaja al enemigo, si éste, de un modo

fácil, pudiera á su vez cañonear la obra y reducirla á la impotencia en un corto período de tiempo. Por el contrario, supóngase dotada aquélla de todo lo necesario para resistir el efecto de los más poderosos proyectiles que pueda lanzarle el enemigo, pero sin que sus piezas, sus medios ofensivos, estén convenientemente dispuestos, y se obtendrá una fortificación poco menos que inútil. Las dos condiciones dichas son, por lo tanto, de la mayor importancia; preciso es tenerlas siempre en cuenta, siendo por lo demás completamente independientes, esto es, que puede estar satisfecha la una sin estarlo la otra, y recíprocamente.

Definición de la desenfilada.

Estas vulgares consideraciones que acabamos de exponer respecto de la importancia de lo que á la artillería se refiere, nos conducen fácilmente á la definición que, dentro del estado actual del arte de la guerra, debe darse á la desenfilada. Si hay una condición ó serie de condiciones del más alto valor, que imponen la necesidad absoluta de que se procure obtener en las obras de fortificación, cualesquiera que sean su importancia y el fin á que se destinan, un máximo de protección contra el efecto de los fuegos enemigos; si esta condición ó serie de condiciones pueden existir con independencia de otras que hay que tener presentes al proyectar las fortificaciones, dichas condiciones podrán formar uno de los varios cuerpos de doctrina que en conjunto constituyen la fortificación; serán una de las distintas ramas de este arte, y nada más natural, como ya veremos, que agruparlas bajo el nombre de *Desenfilada*, que será, por lo tanto, *la parte de la fortificación que se ocupa de disponer los medios para que los proyectiles enemigos produzcan el menor efecto posible sobre las obras y el personal y material que contienen.*

¿Cometemos una impropiedad usando la palabra *desenfilada* en este sentido? Si el lenguaje es una cosa inamovible, si el Diccionario es un Código, si la etimología es la razón única de la existencia de las palabras, indudablemente sí. En efecto, en el *Diccionario Militar* del general Almirante se lee en el artículo *Desenfilas* la siguiente definición: «buscar, por medio de combinaciones con el trazado, el relieve, los traveses, el modo cómo una obra no sea *enfilada*»; y en el artículo *Desenfi-*

lada: «en el arte de la fortificación, la parte que entiende en acomodar al terreno tanto la traza como el relieve de las obras, de modo que no sean batidas con fuegos de enfilada».

Acudiendo á la explicación de lo que debe entenderse por *enfilada*, se encuentra referida á la de *enfilarse*, de la que dice: «este verbo sólo se aplica al fuego de artillería, cuando la trayectoria del proyectil coincide con una fila enemiga, y hace en ella, por consiguiente, grande estrago. Por extensión, sean filas, hileras, crestas de parapetos, trincheras, puentes ó lo que fuese, enfilarse es *aprovechar* el proyectil, matar con él en cada tiro el mayor número de hombres posible. Cuando una tropa atraviesa un puente, por ejemplo, lo que la bala derriba no son filas, son hileras. Los ingenieros acuden á desenfilarse, esto es, á remediar la enfilada, ya por la traza ó disposición de las obras, cuando es posible, ya por medio de traveses, espaldones, cestones ó candeleros».

Si no nos atuviéramos más que á una parte de esta definición, podríamos decir que, *si enfilarse es aprovechar el proyectil, desenfilarse debe ser impedir que se aproveche*, con lo cual escusábamos dar más explicaciones del alcance que hemos marcado á la *desenfilada*. Pero no cabe duda que el espíritu de esta definición, así como la que se encuentra en el *Diccionario Enciclopédico* de Roque Barcia, es establecer que para haber desenfilada, ha de haber tiro de enfilada, tiro que coja á lo largo una serie de hombres, de piezas, etc.

Difiere algo de estas definiciones la que se encuentra en el *Diccionario de Arquitectura é Ingeniería* de D. Pelayo Clairac, pues en él se lee, tomado de un Diccionario militar extranjero: «*Desenfilarse*: formar el trazado ó relieve de una obra de fortificación de modo que su interior no sea visto ni enfilado desde ningún punto dominante exterior». Aquí entra el concepto anticuado de la desenfilada de las vistas; pero por la contextura del párrafo parece que quiere indicar que de cualquier punto del horizonte pueden venir (valga la palabra) *vistas* ó proyectiles peligrosos de los que sea necesario desenfilarse, aunque limitándolo á aquellos que sean dominantes.

En el *Diccionario Enciclopédico Hispano-Americano* que actualmente publican los Sres. Montaner y Simón, se lee en el artículo correspondiente lo que sigue: «En fortificación, se llama así la parte que trata del

»modo de disponer la traza y relieve de las obras, ó el terreno en que
»están asentadas, con objeto de que no sean batidas con fuegos de enfi-
»lada y de que se preserve al defensor de los fuegos del enemigo colo-
»cado en lugares dominantes.» En esta definición se acepta claramente
que el ingeniero que desenfila una obra la preserva de cualquier género
de tiros del enemigo, imponiendo como única condición la de que pro-
cedan aquéllos de sitios que dominen la obra de que se trata.

Condensem ahora lo expresado en las distintas definiciones que
acabamos de transcribir, para deducir lo que interesa á nuestro objeto.
Obsérvase en todos los autores que se ocupan de explicar el sentido de
la palabra «desenfilada» la natural tendencia á dar importancia á la eti-
mología de la misma, esto es, á ligarla á la idea del «tiro de enfilada».
Mas, no ya en los tiempos presentes, sino en los históricos de la fortifi-
cación, es decir, desde el apogeo hasta el ocaso del sistema abaluartado,
se reconoció la necesidad de proteger los adarves de las vistas, que eran
sinónimos para este caso de los fuegos del enemigo, cualquiera que fue-
ra su dirección con respecto á la obra. Ahora bien; este era un problema
geométrico, de resolución más ó menos difícil, pero al fin sujeto á los
rigorosos procedimientos de las matemáticas; y como el resultado apete-
cido se podía obtener siempre, hubo de formar el cortejo indispensable
del estudio *militar* de la fortificación este otro estudio matemático que
recibió el nombre de *desenfilada*, á pesar de no tener ya nada que ver
con el origen de la palabra, pues era por completo independiente de si
había ó no enfilada, en su acepción estricta.

Pues bien, si esto es cierto, si en los tiempos que pudiéramos llamar
clásicos de la fortificación quedó autorizado el uso de la palabra fuera
de su sentido más importante, ¿hay alguna razón para que en este otro
sentido más lato deje de seguir los progresos del arte á que pertenece?
¿Es preciso limitarlo á los casos especiales, que indican algunas de las
definiciones citadas, de que el enemigo ocupe puntos dominantes? Para
esto último sería preciso definir bien lo que debe entenderse por punto
dominante, lo que, si sería fácil en el caso de que las trayectorias fueran
rectilíneas, como los rayos visuales, no lo es siendo curvas aquéllas. Lo
que entonces sólo podía hacerse desde puntos más elevados que el plano
de asiento de las obras, que era batir las escarpas y la parte de los adar-

ves próxima al parapeto, hoy puede hacerse desde lugares mucho más bajos que el nivel de la fortificación, puesto que se cuenta con los fuegos curvos de todas las piezas, y en particular con el de los obuses y morteros rayados, mucho más precisos hoy que lo eran antiguamente los de los morteros de la época. No hay, por lo tanto, posibilidad de distinguir, desde el punto de vista de la desenfilada, los lugares dominantes de los que no lo son, pues desde todos ellos se pueden batir las obras, siendo por lo tanto la dominación un accidente puramente relativo, de gran influencia, como más adelante veremos, pero que no puede desligarse de la existencia del fuego enemigo, pues de donde quiera que procedan los proyectiles que vayan á caer sobre una obra, lo harán con peligro para la misma y habrá, por lo tanto, que intentar desenfilarse de ellos.

Pero aún hay más que decir con respecto á la extensión que ha de darse á la palabra desenfilada. Con la traza y el relieve puede un adarve, por ejemplo, ser desenfilado de tales ó cuales fuegos; la altura del parapeto de tal batería protege, geoméricamente hablando, á los sirvientes de los proyectiles que caigan con tal inclinación; mas viene el proyectil, se introduce algo por debajo de la cresta del parapeto, atraviesa éste y causa un destrozo en el personal y material teóricamente protegido. El parapeto era, por lo tanto, de escaso espesor, y en vista de ello cabe preguntar: ¿Estaba la batería desenfilada? Es imposible decir que sí sin caer en nebulosidades y complicaciones que llevarían la fortificación al principio del siglo que ya termina; hay que decir sin rodeos que no estaba desenfilada de aquel género de proyectiles por lo menos, y al decir esto se extiende, se moderniza más y más el campo de esta rama de la fortificación, pues se admite que no tan sólo el relieve ha de ser tal como lo indican los procedimientos geoméricos, sino que es preciso que las masas que forman este relieve sean aptas para resistir la acción de los proyectiles, dada la dirección probable en que han de ser heridas.

Convengamos ya, por lo tanto, en que desenfilar, ateniéndonos á lo que acabamos de decir, es dificultar ó impedir el aprovechamiento de los proyectiles, independientemente de si proceden ó no de puntos dominantes, y sin tener en cuenta la dirección de sus trayectorias con respecto á las líneas de la fortificación. Pero el lenguaje moderno exige aún algo más en este sentido, puesto que hasta ahora parece que no se habla

más que de las piezas y sus sirvientes, y cuando más de los adarves ó terraplenes, y sin embargo, en las obras de fortificación existen otros muchos elementos por demás interesantes, sobre los cuales el fuego enemigo puede producir efectos desastrosos si no se acude á *desenfilarlos*. Y así se dice, sin protestas de nadie, que las mamposterías de tal escarpa están desenfiladas de los proyectiles que caigan con una inclinación determinada; que igualmente lo está la entrada de un repuesto; que esta masa de tierras desenfila aquel edificio, etc., etc.; es decir, que cada vez nos acercamos más á reconocer que la definición de desenfilada no es, en la actualidad, la que le señalan los más castizos escritores ó los que han estudiado con detenimiento las fuentes de nuestro idioma, sino que esta palabra expresa hoy un concepto más lato, puesto que corresponde á una parte de la fortificación que, extendiendo su vuelo, se ocupa de estudiar ó disponer los medios para que no se aprovechen los proyectiles enemigos sobre las obras y lo que albergan; es decir, que nos acercamos á la definición que de ella hemos dado antes.

Pero el uso de esta palabra, imponiéndose con la fuerza de la necesidad, no exige, para que tenga lugar la desenfilada, que ésta se obtenga por tal ó cual procedimiento, por la traza ó por el relieve: se contenta con que el fin se consiga por cualquier artificio, y lo mismo se dice de una pieza que está desenfilada por un través, que de un soldado que al encogerse detrás de un árbol protege su cuerpo de los proyectiles enemigos. Desenfilarse es, por lo tanto, ocultarse, escapar (dentro del sentido explicado) de los fuegos del enemigo, y la definición que hemos dado de la desenfilada es la estricta, á pesar de que reconocemos con Balmes, que no puede haber ninguna definición buena, á menos de estar al fin de los tratados y no al principio como se acostumbra; pero como de la definición hemos de partir para seguir nuestro camino, justo es que por ella hayamos empezado, explicando de paso las razones que hemos tenido para apartarnos de las que hemos citado, fundándonos en que tácitamente, como se ha visto, la única definición que hoy se admite de la desenfilada es la que hemos aceptado.

El capitán de Ingenieros E. Rocchi, del ejército italiano, reconociendo que la desenfilada tiene por objeto procurar protección á los elementos de la defensa contra los proyectiles enemigos, indica que este

objeto es tan antiguo como la fortificación, no constituyendo, por lo tanto, un fin aislado de la misma. Las citas históricas que al efecto hace (1) lo demuestran así, como no podía menos de suceder teniendo en cuenta lo que se entiende por fortificación. Corroborar, por lo tanto, este concepto el error que existe en considerar la desenfilada como un accesorio geométrico del estudio de las obras defensivas: no, la desenfilada hay que comprenderla como formando parte de la doctrina más general de la fortificación, como uno de los capítulos de este estudio, de tal manera que prescindir de él es desconocer el arte, y olvidarlo en la práctica es crear obras imperfectas, por esta misma razón de que la protección es uno de los elementos característicos de las obras de *carácter defensivo*.

La desenfilada no es lo mismo que la aplicación de la fortificación al terreno.

Hemos indicado antes, é insistiremos después en ello, que las condiciones que exige la desenfilada para verse satisfecha, no son las mismas con que han de cumplir los emplazamientos de la artillería para batir el terreno exterior, y al señalar esta diferencia entre la protección y los medios de ofender al enemigo, ya lo hicimos con el objeto de que se notara la independencia entre las bases y las reglas de la desenfilada y las de otra rama alguna de la fortificación; mas nuestra tarea en este punto no terminó con lo dicho, puesto que hemos de insistir en el deslinde de campos dentro del arte común que los une, ya que si por cualquier concepto se demostrara que los principios de la desenfilada no le pertenecían exclusivamente, habría dejado de existir como cuerpo independiente para soldarse al más próximo. Este es, sin duda alguna, el que se ha llamado *la aplicación de la fortificación al terreno*, y es, por lo tanto, interesante dejar bien sentada la diferencia esencial entre una y otra ramas de la fortificación.

Aplicar la fortificación al terreno puede comprenderse de dos muy distintos modos, y el primero y más importante es suponer que con dicha frase se quiere dar á entender el estudio que ha de hacerse para, en cada caso particular, proyectar una fortificación, que necesariamente ha de estar situada sobre el terreno.

(1) DEFILAMENTO, por E. Rocchi.—*Rivista di Artiglieria e Genio*.—Noviembre, 1892.

Pretender desligar la desenfilada de este estudio sería un absurdo; pero lo sería también desligar de él los principios de construcción, los del empleo estratégico de las fortificaciones, y en resumen, todos los que hemos dicho al principio de este capítulo, que se han de tener en cuenta al proyectar una obra. Porque, téngase bien presente, ó hay una fortificación ideal, una fortificación en el papel, una geometría de las fortificaciones y otra fortificación real y práctica, ó si no hay más que un arte, el conjunto de este arte es la aplicación de la fortificación al terreno, que es la fortificación misma, considerada en conjunto y en el sentido más elevado.

Otro punto de vista de la aplicación de la fortificación al terreno es el siguiente. El ingeniero, al estudiar la organización de las obras de fortificación, se preocupa del flanqueo, de la disposición de los fosos, de los terraplenes, de los caminos cubiertos, etc., etc.; los maestros del arte presentan, según sus ideas, agrupados estos elementos, formando tipos especiales de estudio que no se pueden aplicar con exactitud á toda clase de terrenos, de donde nace un conjunto de reglas para amoldar una cosa á otra, que constituye una rama especial de la fortificación. Pues bien, aquí es donde hemos de entrar á deslindar si esta rama se diferencia esencialmente de la desenfilada, y para nosotros no cabe ninguna duda de que estas diferencias fundamentales existen.

En efecto, la aplicación de la fortificación al terreno dice y explica el trazado que han de seguir los fosos y terraplenes cuando han de estar en pendiente en vez de estar en línea recta y de nivel; la situación de las obras destacadas con respecto al cuerpo de plaza que no esté en el mismo plano; el método para ocupar una meseta cuyos flancos sean escarpados ó tengan tal ó cual pendiente; los procedimientos para cerrar un desfiladero por medio de un fuerte de montañas; los artificios por los que se podrá asegurar el flanqueo cuando el terreno sea de roca; las reglas que se han de adoptar para situar las obras de una plaza á caballo sobre un río; el partido que se puede sacar de un terreno pantanoso ó de aquel otro que tiene una capa acuífera á corta profundidad, etc., etc. Y ahora bien, de todo esto y muchísimo más que podríamos decir (puesto que se puede escribir un extenso libro sobre la materia), ¿qué hay que tenga que ver con la desenfilada, más que lo que tienen

que ver las diversas ramas de un árbol con el tronco común de donde arrancan?

Considérese bien el asunto y se verá toda la posible independenciamiento de estas dos cuestiones, y aún más, se podrá observar que cuando se han desconocido estas diferencias y se han confundido indebidamente la desenfilada y la aplicación de la fortificación al terreno, este arte ha llegado al fondo de su estado decadente. En efecto, cuando la fortificación abaluartada era el único sistema aceptado, en el siglo anterior al nuestro, la aplicación de la fortificación al terreno apenas tenía importancia, puesto que en la mayoría de los casos se construían las fortificaciones sobre un plano ideal, que venía á reemplazar el plano del papel y todo se reducía á hacer algo más costosas las obras de lo que lo hubieran sido en terreno llano, por los movimientos de tierra á que daban lugar, sin que se produjera ninguna complicación teórica. Mas vino después, por el incesante progreso de la artillería, á considerar el efecto que podrían producir los proyectiles lanzados por el enemigo desde las alturas próximas, y de esto nació una peregrina idea, que si hizo de algunos ingenieros célebres geómetras, dió rudo golpe á la fortificación, encaminándola á suponer y demostrar por el cálculo que era posible, combinando el trazado y sobre todo el relieve de las obras, asentar éstas de cualquier modo y enfrente de cualquier altura, para llegar á erigir en las peores condiciones fortificaciones perfectamente iguales á las que ocupaban situaciones magníficas. El conjunto de reglas para conseguir esta manera de aplicar la fortificación al terreno por un método teórico, fué la desenfilada de principios y mediados de este siglo, tan extraña en sus métodos que, como dice muy bien Girard, «se complicaron éstos hasta la determinación de asíntotas, hasta la consideración de conos con hojas ascendentes y descendentes, hasta la división del terreno peligroso en zonas de infantería y artillería, reduciendo el proyecto de fortificación á un proyecto de desenfilada, en el que era mucho más importante que llegar á una feliz combinación de obras y el modo de adaptarlas á la forma del terreno, resolver un problema de geometría descriptiva, á menudo planteado en condiciones absurdas é imposibles.»

Ideas tan desligadas de la realidad justifican que el general Arroquia haya dicho en su obra *La fortificación en 1867*, que «bajo el modesto

»título de *desenfilada* se entiende la investigación de la manera de ple-
»gar al terreno, cualquiera que sea su forma, los trazados de fortifica-
»ción, tanto de campaña como permanente, de modo que conserven las
»obras las mismas propiedades defensivas y ofensivas que se les ha atri-
»buído cuando se las suponía situadas sobre planos horizontales». Es
decir, que en época no muy lejana, exigiendo poco de la desenfilada, se
le pedía que proyectara obras sobre el terreno, como si el terreno no
existiera. No se sospechaba aún que el terreno es el primer auxiliar del
ingeniero, que es el principal elemento de que ha de sacar partido, y
por el contrario, lo que se pretendía era una receta para que no hubiera
necesidad de tenerlo en cuenta para nada.

Tan falsos principios hay que desterrarlos por completo. El ingenie-
ro ha de proyectar sus obras sobre el terreno, que es y debe ser un
amigo que ha de favorecerle, y no un enemigo al que ha de temer; y una
vez concebidas aquéllas, ha de examinar si están desenfiladas, y si no lo
están, acudir á los recursos que le proporciona esta parte de la fortifi-
cación para desenfilarlas. Pretender otra cosa, soñar siquiera con que,
con la desenfilada en una mano y el lápiz en la otra, todas las obras que
se tracen resultarán lo mismo que cuando *se las suponía situadas sobre
planos horizontales*, es pedir á la desenfilada un imposible y desvanecer
de un soplo la importancia de la aplicación de la fortificación al terreno.
Vivan, por lo tanto, juntas estas dos secciones hermanas de un mismo
arte, no se involucren los principios de la una en los de la otra, y el in-
geniero, desembarazado en sus concepciones, tendrá en la desenfilada
una piedra de toque para saber qué condiciones reúne una obra, y un
método para mejorarla dentro de ciertos límites; pero no se la subordine
á la teoría de la aplicación de la fortificación al terreno, no más ni menos
importante que ella, pues en los conjuntos armónicos todas las partes
contribuyen á la belleza y perfección del todo.

Principios en que debe basarse la desenfilada.

Extendido el campo de la desenfilada fuera de los estrechos límites
que le marcaban lo restringido de su objeto y el rigorismo de las leyes
geométricas que causaron su muerte, natural es también variar en su

esencia los elementos que le sirven de base; y para averiguar cuáles han de ser éstos no es preciso acudir á grandes investigaciones ni discusiones, sino sencillamente, teniendo fijos en la mente los fines que persigue la *Desenfilada*, tal como se ha definido, averiguar por qué medios generales, sin entrar en detalles que aquí estarían fuera de su lugar, se podrían conseguir aquéllos.

Las obras defensivas pueden hallar su primer elemento protector en la posición que ocupan. Considerada la fortificación, como debe serlo, parte integrante del arte militar, es casi inútil insistir en recordar que hay posiciones buenas, medianas y malas, y que éstas lo son en virtud de multitud de circunstancias estratégicas ó tácticas. Las obras defensivas pueden ocupar emplazamientos de estas diversas naturalezas, y es indudable, como después veremos, que hay posiciones que por sí solas constituyen un gran factor de la protección. Pueden estas posiciones proporcionar naturalmente la protección que residirá en sus propias condiciones; puede ser que el arte defensivo se las haya proporcionado, manteniendo alejado al enemigo por la acción de la artillería en la forma que se dirá, ó bien, finalmente, la bondad de la posición nacerá quizá de las malas posiciones que el enemigo pueda ocupar alrededor de ella para ofenderla.

La situación relativa de las obras propias y las del enemigo tiene también marcada influencia en la protección, tanto si esa situación relativa se considera en el horizonte (puesto que no es lo mismo ofender de frente ó de flanco, etc., una obra), como si se considera en altura, teniendo en cuenta las diferencias de nivel, que tanto influyen en la trayectoria y en los ángulos de caída de los proyectiles. Del conocimiento del valor de tales condiciones relativas pueden deducirse ventajosas reglas para la desenfilada de las obras.

Todo cuanto tienda á favorecer el tiro de la artillería enemiga es contrario á la desenfilada de las obras propias; todo cuanto tienda á dificultarlo y hacer disminuir su precisión, es favorable á la desenfilada. Como causas que pueden dificultar la precisión y la corrección del tiro pueden citarse la movilidad de los blancos, la falta de exactitud en la apreciación de las distancias y la imposibilidad de observar el efecto del tiro, lo que se logra por medio de la desenfilada de las vistas. La forma

vaga de las obras, su escaso relieve, el destacarse poco su coloración sobre el fondo en que se proyectan, son igualmente circunstancias favorables á la desenfilada considerada en el concepto de que al presente tratamos. También la facilita la dispersión de las obras.

Finalmente, las masas cubridoras, de forma y dimensiones adecuadas, son uno de los principales elementos de que puede disponerse para la protección, sobre todo si se amoldan á las imperiosas exigencias debidas á la enorme fuerza viva de los proyectiles disparados por las piezas modernas.

En resumen, los elementos de que hay que echar mano para desenfilarse las fortificaciones son los siguientes:

- | | | |
|---|---|--|
| <p>1.º—<i>Desenfilada por la posición que ocupan las obras.</i></p> | } | <p>Cualidades propias de la posición.
Cualidades debidas á la acción de otras obras defensivas y de la artillería propia.</p> |
| <p>2.º—<i>Desenfilada por la dificultad de que el enemigo utilice convenientemente el tiro.</i></p> | } | <p>Movilidad del blanco.
Falta de exactitud en la apreciación de las distancias.
Imposibilidad de observar el tiro.
Dispersión de las obras.
Dificultad de reconocer la obra.
Aminoración de los efectos de los proyectiles.</p> |
| <p>3.º—<i>Desenfilada por las masas protectoras. . .</i></p> | } | <p>Tierras y armas.
Mamposterías.
Materiales metálicos.
Materiales diversos.</p> |

Una vez que hayamos detallado estos conceptos de la desenfilada en los capítulos sucesivos, podremos tratar de la influencia de la desenfilada en las diversas partes y en el conjunto de las fortificaciones, pero antes de proseguir más adelante conviene aclarar el concepto que debe formarse de las conclusiones de la desenfilada.

Los principios de la desenfilada no son absolutos.

Repetidas veces tendremos motivo de decir que tal ó cual disposición es buena ó mala; que una solución es más ó menos perfecta, y para evi-

tar que en cada ocasión hayamos de hacer las mismas protestas, consignamos aquí, de una vez para siempre, que las conclusiones que se sienten no deben tomarse en sentido absoluto, sino que al calificar un procedimiento de bueno, mediano ó malo, lo haremos únicamente dentro del campo de la desenfilada, que, como hemos dicho anteriormente, no es ni con mucho, el único en que se ha de mover el ingeniero, obligado en cada caso á pesar el valor de las diversas circunstancias características.

Imagínese, por ejemplo, que se trata de construir un fuerte para cerrar el paso de una frontera. Examinando el camino que ha de batirse (condición que en este caso es la de mayor interés, pues ésta es la causa determinante de la construcción del fuerte), se elige un emplazamiento que cumple con este fin principal de una manera admirable. Supóngase que la elección se ha hecho sobre el plano, y que al ir á comprobarla sobre el terreno se nota que éste ofrece pésimas condiciones para la cimentación, ó que la localidad es malsana. El ingeniero ¿qué habrá de hacer sino comparar las ventajas con los inconvenientes para decidir, en último caso, la que cree preferible entre varias soluciones que en unos conceptos son buenas, y en otros, absolutamente independientes, son malas? Sólo una causa podría decidirle, en absoluto, á abandonar el emplazamiento elegido, la de saber que el enemigo podría rebasarlo usando otra comunicación próxima y de buenas condiciones, y es que ésta afectaría á la razón fundamental de la existencia del fuerte; pero entre todos los demás detalles, la lucha se ha de establecer, y por lo tanto, no tendría nada de particular que el ingeniero no abandonara el emplazamiento elegido, á pesar de notar que existe un punto dominante dentro del alcance eficaz de la artillería.

La desenfilada diría, en este caso, que la posición era defectuosa, pero el ingeniero, que no ha de proyectar con arreglo á un formulario, sino que tiene que juzgar los asuntos con criterio razonado, prescinde, si es posible, de lo que le manda la desenfilada, sin perjuicio de acudir después á remediar los defectos que ha tenido necesidad de aceptar. Esta elección defectuosa, desde un punto de vista, puede ser, sin embargo, buena, en conjunto, y sería grave falta condenarla sin atender á las circunstancias que la han motivado. Por lo tanto, como resumen, diremos: que una cosa es tener presentes todas las prescripciones del arte y otra

la necesidad de satisfacerlas todas. En lo primero, el ingeniero resuelve las cuestiones con criterio científico y práctico á un tiempo; en lo segundo, se convierte en esclavo de sus propias leyes, y nosotros, al agrupar estos elementos de la desenfilada, no pretendemos, de ningún modo, prescribir una pauta, sino señalar un camino.

Clasificación de la desenfilada por sus resultados.

Cuanto al valor de la protección obtenida, la desenfilada puede dividirse en *absoluta* y *relativa*. Sería la primera la que por sus procedimientos proporcionára á las obras una seguridad indudable contra todos los proyectiles que racionalmente pudieran alcanzarlas dentro de un determinado estado del arte de la guerra. La desenfilada absoluta es absurda: pudiera aproximarse á este ideal la obra que estuviese protegida por inmensa bóveda metálica de grandísimo espesor, pero aún así tendría cañoneras ú otro punto vulnerable, y de no existir éstas, el conjunto no sería una fortificación verdadera, sino un sudario de hierro, que el enemigo, lejos de rehuir con temor, miraría con desprecio. Debe, por consiguiente, considerarse la desenfilada de una obra como una cuestión puramente relativa, careciendo de valor las expresiones que dicen que tal obra está ó deja de estar desenfilada, si no se las considera como una manera peculiar de indicar sus cualidades respectivas, examinadas desde el punto de vista de la protección, y teniendo en cuenta los elementos ofensivos del enemigo.

Con respecto á la extensión dada á la desenfilada, puede dividirse ésta en *general* ó *completa* y *parcial*. Se entenderá el primer concepto cuando la protección exista contra los proyectiles, cualquiera que sea la dirección con que caigan.

Una cúpula proporciona la desenfilada completa (no absoluta), y un escudo, un parapeto, son el ejemplo de elementos de desenfilada parcial.

Sentadas estas consideraciones, podremos ya tratar de los elementos de la moderna desenfilada, sin que en todos los momentos tengamos que afirmar el valor que hay que dar á las palabras, cuyo alcance únicamente debe ser el que se ha expuesto.

CAPÍTULO II.

Desenfilada por la posición que ocupan las obras.

I.—CUALIDADES PROPIAS DE LA POSICIÓN.—Posiciones en países de montañas.—Idem en comarcas inundables.—Idem en las costas.—Idem en las islas.—II.—CUALIDADES DEBIDAS Á LA ACCIÓN DE OTRAS OBRAS DEFENSIVAS Y DE LA ARTILLERÍA PROPIA.—Protección de las localidades.—Plazas en el litoral.

I.—Cualidades propias de la posición.

Posiciones en países de montañas.



UNA obra defensiva situada en una zona de terreno montañoso, tiene en sí misma, prescindiendo, como aquí debemos prescindir, de sus cualidades estratégicas y tácticas, un medio de protección contra la artillería enemiga, por la dificultad de que un tren de sitio pueda colocarse con relativa facilidad ante sus muros. Así hemos visto en nuestras guerras civiles plazas de escasa importancia, rodeadas de un recinto anticuado, oponer una resistencia prolongada á los esfuerzos de las tropas destinadas á apoderarse de ellas, y puede afirmarse que una parte importante de sus medios defensivos consistía en la dificultad que el terreno, la escasez de comunicaciones y todo género de obstáculos naturales oponían á la aproximación del material de guerra necesario para batirlas. Trasládese con la imaginación la misma plaza á una comarca llana, cruzada por buenos caminos, y toda la resistencia se desvanecerá al momento, pues las murallas y las obras que pudieran sufrir sin grandes destrozos los efectos de la artillería de campaña, no podrán resistir igualmente el de la más poderosa artillería de sitio. Únase á este medio defensivo que ofrece el terreno, el esfuerzo que pueden hacer las partidas sueltas ocupando posiciones ventajosas, y se tendrá la clave de lo pertinaz de las defensas de que nos ocupamos. Ahora bien, estas circunstancias no deben considerarse como extraordi-

narias en la guerra, y menos en las que tengan lugar en nuestro país, por lo cual no es posible ni lógico desligar la manera de ser de una fortificación que se proyecte, de la comarca que la rodea: si ésta es asequible fácilmente, ni podrá contarse con una enérgica defensa exterior activa (á menos de disponer de una guarnición muy importante), ni habrá otro medio que fiarlo todo á las mismas condiciones de las obras, que en este caso no estarán, ni con mucho, desenfiladas por este primer procedimiento de protección, que dificulta el aprovechamiento de los proyectiles enemigos, precisamente porque pone obstáculos para que la artillería llegue á estar en el caso de lanzarlos.

Claro es que de este medio de protección no puede disponer á capricho el Ingeniero, no porque no haya en nuestro país sobradas localidades que le ofrecieran para ello condiciones sobresalientes, emplazadas como se hallan en el centro de grandes macizos montañosos, sino porque como la distribución de las fortificaciones sobre el territorio de la nación ha de hacerse con arreglo á los principios de la estrategia, resultará algunas veces que las plazas estén en las condiciones dichas, pero en la mayoría no será así, por lo que este medio de protección es prácticamente escaso para los grandes centros defensivos.

Pero no se crea, sin embargo, que el procedimiento de desenfilada de que nos estamos ocupando debe ni despreciarse ni olvidarse al elegir los emplazamientos de algunas obras. En efecto, tratándose de los fuertes barreras, aunque por la misma índole de su objeto han de estar emplazados en los puntos más fácilmente practicables de las fronteras, posible será en ciertos casos escoger la posición de manera que una vez inutilizada alguna obra importante del camino quede el fuerte de tal modo aislado que no sea fácil en un corto período de tiempo hacer llegar á sus inmediaciones gruesa artillería, con lo cual, de un modo relativo, por supuesto, quede el fuerte desenfilado por el tiempo necesario, que no es mucho el que se exige á obras de esta naturaleza.

En la elección de las plazas fronterizas, las primeras con que tendrá que tropezar el invasor, no podrá tampoco olvidarse que puede realzar el valor defensivo de las obras, esa dificultad que ofrece el terreno, aumentada por la acción de tropas apropiadas al caso. Italia no lo ha olvidado al crear sus compañías alpinas, y en España se ha hecho con

éxito algun ensayo en los Pirineos orientales, aunque no con tropas de organización especial. Retrasando algo las plazas con respecto á la frontera, se ensancha la zona que ha de recorrer el enemigo antes de poderla acordonar y batir, y esta faja fronteriza, cuando se trata de una verdadera comarca montañosa, con sus fuertes barreras, sus tropas, condecoras del pais, y las comunicaciones destruídas, constituye un considerable medio de protección de lo que queda á su espalda. El invasor, obligado á diseminarse en una parte del país enemigo para llegar á ellas, empieza á luchar con dificultades y sobre todo pierde lo que pudiéramos llamar *el calor de la patria* antes que ningún combate favorable le haya podido substituir con el entusiasmo lejítimo de la victoria. Nuestra frontera del Norte proporciona campo apropiado para la aplicación de estos principios, y á buen seguro se equivocaría quien, asimilando dicha frontera, debida á la naturaleza, con las de otros pueblos de Europa que dan la pauta de las más elevadas cuestiones militares, acercára al enemigo, al invasor, nuestras futuras plazas, para que sin haber antes opuesto más que débiles obstáculos á su marcha, pudiera batirlas con todo el material que deseara. El vacío es por sí sólo un gran medio de defensa, como lo prueba la campaña de Rusia; el espacio cada vez más grande que ha de ocupar el invasor, lo es también, por lo que es probable que Zaragoza no hubiera caído en poder de los franceses si aquella plaza hubiera estado al Sur de la Península; ni Paris hubiera podido ser tan pronto y tan fuertemente sitiado por los alemanes, si dicha capital ocupara una posición más al Mediodía de Francia. Todo prueba, por lo tanto, ese valor pasivo y activo á un tiempo que suele tener el terreno, y el ingeniero, que ha de procurar dar á las obras que proyecte todas las garantías de resistencia que le sea dable conseguir, no olvidará, de seguro, éste que de tan importantes resultados puede ser.

Posiciones en comarcas inundables.

Conseguir la protección de las fortificaciones ó de alguno de sus frentes por medio de la inundación de la zona de terreno anterior á ellas, es un recurso verdaderamente clásico en la historia de las obras defensivas. Recurso que no se puede emplear siempre, es cierto; pero

que, por su manera de ser, pueda proporcionar á las fortificaciones innegables ventajas.

Nuestras guerras en los Países Bajos están todas llenas de hechos que atañen á la existencia de terrenos inundables delante de alguno de los frentes de ciertas plazas.

En Bélgica y Holanda, cerca de las desembocaduras de los ríos, y en toda la parte de su curso que está sujeta á las influencias de la marea oceánica, existen vastas superficies de terreno que están sumergidas durante las altas mareas, y que emergen al bajar el nivel de las aguas, cuyos terrenos reciben el nombre de *schorres*.

Los *schorres*, por la sedimentación del limo, tienden á elevar su nivel; de manera que sólo quedan sumergidos durante las crecidas y las mareas altas. En estas condiciones, es fácil, estableciendo diques convenientes, detener las aguas, dejando dichos terrenos en seco. Esos diques convierten los inútiles *schorres* en campos perfectamente dispuestos para la vegetación; campos que reciben el nombre de *polders* en Bélgica y Holanda, de *marches* en el Holstein y en la Alemania del Sur, y de *sablinas* en los departamentos franceses del Norte del Pas-de-Calais.

La destrucción de los diques vuelve al dominio de las aguas el terreno que defienden, y de aquí que estos terrenos inundables puedan convertirse en un poderoso elemento de guerra. Las operaciones realizadas por el genio del imponderable duque de Parma en el sitio de Amberes, son el más elocuente testimonio de su importancia; y aun que en nuestro país no existen comarcas de análoga naturaleza, aquellos gloriosísimos trabajos, que constituyen quizá la más brillante página de nuestra historia en lo que se refiere á la técnica militar, obligan á tratar de esta materia con el mismo cariño que si aún las tuviéramos formando parte de nuestras posiciones.

Los terrenos inundables pueden ofrecer dos distintos géneros de protección á las obras defensivas: primero, por el obstáculo que presentan á la marcha del atacante, á sus trabajos de aproche, á la posibilidad de realizar una sorpresa ó un ataque á viva fuerza; y segundo, si su extensión es algo considerable, porque no siendo lógico, ni quizá posible, emplazar en ellos artillería, los correspondientes frentes de las plazas ó las obras destacadas no han de temer el fuego de esta.

El primer fundamento de protección no nos interesa aquí, pues corresponde su estudio á la aplicación de la fortificación al terreno; el segundo sí, porque cae dentro del dominio de la desenfilada, y ni una ni otra circunstancia han sido desatendidas donde quiera que se ofrecen condiciones favorables para tenerlas en cuenta. Las mismas obras modernas de Amberes están proyectadas basándose en este valor que para la protección tienen los terrenos inundables. El general Brialmont, al comparar en sus libros las propiedades peculiares de Amberes y de Bruselas para constituir la capital militar de Bélgica, no deja de fijarse muy principalmente en las diferencias que las inundaciones establecen á favor de la primera de éstas ciudades, y al combinar la situación de los fuertes destacados y sus distancias á la plaza, tiene muy presente la posibilidad ó imposibilidad de que las baterías del sitiador se puedan situar, con ó sin fruto probable, más allá de las inundaciones.

Posiciones en las costas.

La desenfilada de las obras, por las cualidades propias de la posición, puede obtenerse de manera inmejorable en alguna de las de costa, por la absoluta separación que existe entre la marina y las defensas terrestres. Y como quiera que nos tendremos que ocupar más adelante de otros detalles relativos á la desenfilada de las obras defensivas situadas junto al litoral, es preciso que recordemos ahora las condiciones en que tienen lugar los combates entre las obras de la costa y los buques.

IMPORTANCIA DE LA DEFENSA DE LAS COSTAS.—Al tratar de asuntos militares, no deben nunca perderse de vista, á menos de lanzarse á un campo ideal, las condiciones en que han de tener lugar las guerras, no ya de países extranjeros entre sí, sino principalmente del propio. A fuerza de hablar del Ejército, de la organización y de su movilización rápida en términos generales, parece que se llega á olvidar que la nación armada no puede estar preparada para combatir en todas partes y contra todo género de enemigos, pues no hay organización posible que se amolde á condiciones tan diversas. Para que el Ejército llegue en este sentido á la posible perfección, ha de tener, no un objetivo vago, de carácter universal, sino uno ó varios objetivos fijos y determinados, dependientes del que llamaríamos su medio ambiente. Así, pensar que

por ejemplo, nosotros hemos de tener una guerra terrestre con Rusia ó con Austria, con Italia ó con Alemania, es un sueño; no hay medio hábil de que exista, pues no puede racionalmente admitirse una guerra de invasión de tal importancia, fundada en desembarcos. Las guerras terrestres están, de consiguiente, dentro del estado actual del arte militar, limitadas á varios casos particulares, y fuera de las diversas combinaciones racionales, casi no hay que contar con la probabilidad de que ocurra alguna no prevista.

La cuestión varía de aspecto, por lo que se refiere á las guerras de costa, pues si bien siempre serán más fáciles los rompimientos con los pueblos vecinos, en cambio puede afirmarse que, con el afán universal de adquirir colonias y ejercer protectorados, en todas partes hay fronteras, en todos los hemisferios hay combustible suficiente para alimentar una discordia que conduzca á dirimir las cuestiones por medio de las armas. Es decir, que si consideramos imposible prescindir del objetivo tratándose de guerras terrestres, creemos, por lo contrario, que al tratar de la organización defensiva de las costas, precisamente hemos de suponer que cualquier potencia puede poner su escuadra delante de nuestras plazas marítimas ó intentar una operación militar contra las colonias, que tuviera por objetivo apoderarse de ellas. De cualquier región del globo puede venir una escuadra á efectuar una operación militar contra nuestra frontera marítima, lo que no es prácticamente posible tratándose de un ejército.

Ahora bien, diversos son los medios con que cuenta una escuadra para ofender una frontera marítima. Tales son, el bloqueo, que encerrando al comercio ataca, cual ningún otro procedimiento, la vitalidad de los pueblos; el cañoneo de las poblaciones abiertas situadas en la costa; el ataque á los puertos militares, en donde se encuentran los arsenales y depósitos importantes; el forzamiento de los puertos de refugio en que ha hallado abrigo una escuadra más débil, etc. No alcanzan ni tienen ninguna relación los procedimientos de la desenfilada con los medios de evitar ni dificultar el bloqueo que en el concepto puramente militar se efectúa con entera independencia de las defensas fijas de la costa; tampoco puede la desenfilada ocuparse de lo que concierne á la protección de poblaciones que no cuenten con el menor elemento defensivo: queda re-

ducida, pues, la cuestión á discutir la protección de las poblaciones comerciales por la acción de las baterías terrestres; á lo que concierne á los puertos militares, y á las tentativas de un desembarco, aunque, por lo que respecta á este último extremo, hemos de insistir en lo que hemos dicho antes, esto es, que dentro del estado actual del arte militar, no tendrá que temer una nación que cuente con un ejército bien organizado, de una guerra de invasión fundada en un desembarco.

Pero si, por ejemplo, nuestra península puede estar fácilmente al abrigo de una acción de esta naturaleza, no así las islas adyacentes ni las colonias, puesto que no pudiendo reconcentrarse en los puntos de desembarco más que débiles fuerzas, como más adelante examinaremos, es mucho más fácil que tenga éxito en ellas la siempre difícil operación de un desembarco. Es, por consiguiente, de interés, averiguar cómo se aplican los procedimientos de la desenfilada á la mejor elección del emplazamiento más propio para las fortificaciones que se erijan con el objeto de oponerse á los indicados fines.

COMPARACIÓN ENTRE LAS CONDICIONES DEL ATAQUE Y DE LA DEFENSA.— Quien contemple las débiles torres construídas á lo largo del litoral marítimo, amenazado de continuo, antiguamente, por las correrías de los piratas, y que bastaban para resistir al cañón que solían llevar aquéllos en una plataforma superior, y las compare con las obras que hoy se llevan á cabo para hacer frente á los ataques de los modernos buques de combate, verá demostrado, por este sólo hecho, el progreso realizado por la marina de guerra. Pero como este progreso, como fruto de la industria, ha sido el mismo que han experimentado los elementos de que dispone la fortificación, ocurre examinar las cuestiones siguientes, como dato fundamental que hay que tener en cuenta al ocuparse de las fortificaciones de costa: ¿Sigue teniendo superioridad, como en lejana época, la tierra sobre el mar? ¿Hay, quizá, igualdad completa entre la marina de guerra y las fortificaciones de costa? ó, finalmente, ¿se han trocado los papeles y es más poderoso el valor ofensivo de los buques que la resistencia que le pueden oponer aquéllas? Si se acude á la historia militar moderna, la contestación, no tenemos para qué negarlo, sería favorabilísima para la marina. Llámese la plaza Fu-Tscheu, ó Alejandría, etc.; en todas ocasiones la marina ha apagado los fuegos de las fortificaciones terrestres, ha

desmontado las piezas, ha destrozado las obras sin sufrir ella, á su vez, graves daños en su material. Ahora bien, ¿es posible deducir de éstos ejemplos, cuyo valor no regateamos, que la marina de guerra es esencialmente superior á las obras de la costa?

El general Brialmont, en su obra *La fortification du temps present*, se ha ocupado de este asunto como él sabe hacerlo, demostrando hasta la evidencia que las fortificaciones terrestres que han sufrido con tan mala fortuna los ataques de la marina, no estaban siquiera en medianas condiciones de resistencia, por lo defectuoso y anticuado de las obras. Está, por lo tanto, demás que nosotros insistamos aquí en repetir lo dicho por el ilustre ingeniero, pero no podemos menos de detenernos en hacer una observación. Es cierto que en los casos que se señalan como ejemplos de la superioridad de la marina, las baterías terrestres no estaban á la altura de las circunstancias, pero en vista de la frecuencia de tal desequilibrio ¿hay que considerar éste como un hecho accidental ó es de una triste permanencia? Examinémos la materia antes de contestar.

El número de plazas que una nación marítima cuenta en sus costas no es pequeño; el gasto que supone transformarlas al compás de los adelantos militares es muy grande, y nace de aquí el desvío con que se suele mirar las fortificaciones de costa, de lo que resulta que, no como un hecho casual sino casi en la totalidad de los casos, están aquellas atrasadas con respecto á su época, es decir, que si se proyectáran de nuevo y con independencia, no serían ni la sombra de lo que son.

Los progresos de la marina hacen también viejo lo que ha sido magnífico.

Los *reales* que antes causaban el orgullo de un pueblo, no existen ya; no queda tampoco más que el nombre de los poderosos navíos que fueron el alma de las escuadras de época no muy lejana; las esbeltas fragatas sólo sirven de tema á los pintores de marinas, y hasta los acorazados del tipo de nuestra *Numancia*, que paseó por el mundo su triunfo en los combates y en el mar, han dejado de ser lo que se llama un buen buque. ¿Y qué se hace de todos esos barcos anticuados? Algunos se transforman; los más se arrinconan, cualquiera que sea el capital que hayan costado; y las naciones, independientemente de su grado de postración económi-

ca, cuentan por lo menos con un buque que irá mañana, si llega el caso de batirse, á demostrar ante otras plazas esa pretendida superioridad de la marina sobre las obras terrestres.

Pero en buena lógica es imposible admitir que pueda ser jamás superior una batería de forma determinada, de peso no indefinido, de escaso espacio disponible, alojamiento de complicada maquinaria—que todo esto y mucho más es un acorazado—á un fuerte trazado con la mayor libertad de forma, dimensiones y peso y sin que los detalles estén subordinados á ideas de navegación ni á otras algunas más que las puramente militares y los ineludibles principios de construcción.

La principal, si no la única razón de ese desequilibrio, de la anomalía que hemos señalado, es la económica, que tanto poder tiene cuando se trata de obras terrestres, y tan poco cuando de las cosas de mar. Fuera de la economía no hay ninguna razón para que esas corazas, esas cúpulas, esos cañones portentosos, esos reflectores eléctricos destinados á explorar el mar, esas muestras de las ciencias y de la industria aplicadas á la guerra, se destierren ó se escatimen en las fortalezas de costa, sino que, al contrario, todo aboga para que en ellas sean éstas más perfeccionadas, más generalizado su empleo, más seguro quizá.

Claro es que aunque una nación posea una plaza marítima de primer orden, no podrá exigir á la escuadra enemiga que dirija su acción contra ella, ni ésta por espontáneo impulso lo efectuará sin contar con un poder reconocidamente superior al del artillado de las baterías de costa. Esta es, por lo tanto, otra causa de inferioridad, pues el mejor buque enemigo puede luchar contra la peor obra de tierra, y no le es dable, á la mejor concebida y artillada de las plazas de la costa, ofender con sus fuegos á los peores elementos de la marina del contrario.

Dedúcese, por consiguiente, de todo lo expuesto, que lógicamente debe existir superioridad de la tierra contra la marina, pero que circunstancias accidentales modifican esta conclusión hasta el punto de que la experiencia prueba todo lo contrario de lo que la razón indica, por encontrarse, como efectivamente así se hallan, las fortificaciones de costa en la imposibilidad de rehuir el combate cuando no les conviene, y en la precisión, por el contrario, de aceptarlo en las peores condiciones

posibles que enseña el arte de la guerra, esto es, en donde quiere el enemigo y cómo y cuándo le plazca.

Al examinar más adelante diversos problemas de la defensa de costas, hemos de ver qué paliativos puede oponer la desenfilada á estas desventajas condiciones, pero hemos creído conveniente exponer antes las condiciones relativas de los combatientes, como dato del mayor interés en éste como en todos los problemas militares.

ALEJAMIENTO DEL LITORAL.—La desenfilada ofrece para aminorar las malas condiciones en que puedan hallarse ciertas obras defensivas, el alejamiento del litoral. Ciertamente que las baterías, cuyo emplazamiento ha de estar subordinado á ciertos principios, de que en su lugar trataremos por lo que respecta á la desenfilada, no pueden apartarse de la costa sin mermar el valor defensivo de su artillado; pero por lo que respecta á los fuertes, la cuestión varía, pues hoy todo conspira á que desaparezcan los fuertes de costa, propiamente tales, salvo en casos especialísimos. Obsérvese, para hacerse cargo de ello, que si un fuerte de esta naturaleza ha de reunir en su interior todos aquellos elementos necesarios para la vida de una guarnición y para que pueda resistir un sitio formal por la parte de tierra, queda por este solo hecho tan por debajo de las condiciones que reúne un buque, que no es dudoso que el éxito de éste será completo en el momento en que se verifique un combate. En efecto, las circunstancias dichas suponen desde luego un gran desarrollo en el perímetro de la fortaleza, lo cual trae consigo la necesidad de un poderoso y numerosísimo armamento, de una acumulación de obras perjudiciales, de la creación ó existencia de varios puntos débiles y del establecimiento de gran número de locales á prueba para la guarnición y los servicios auxiliares indispensables. Ahora bien, de todo ese complicado tejido de obras y de cañones ¿qué se opone, en resumen, al poder ofensivo de los buques? ¿El sin número de cañones de limitado alcance distribuídos para el artillado del recinto? No: el poder ofensivo del fuerte contra los buques, lo constituyen las dos ó tres piezas de grueso calibre que, á lo sumo, podrán concentrar sus fuegos sobre el punto del horizonte marítimo que ocupa el enemigo. Esto no sería un inconveniente, si lo restante del fuerte pudiera quedar desenfilado, más ¿cómo librar de los efectos de la poderosa artillería de la marina tan

gran número de dependencias y obras, material y personal como existe en un fuerte? Es absolutamente imposible, y por lo tanto, un fuerte de costa, es decir, un fuerte completo puesto junto al litoral marítimo, será siempre un fuerte débil.

El buque es una batería de tamaño no muy grande, y este solo hecho tiende á desenfilarle. La batería de costa debe y puede ser de tamaño aún menor que el buque, pues ni necesita desplazar tantos ó cuantos metros cúbicos, ni requiere por necesidad locales sobre el terreno natural cuando puede tenerlos bajo tierra. Pero esta batería terrestre, reducida á su más mínima expresión en cuanto á su desarrollo como blanco que ofrece al enemigo, ha de ser la más perfecta obra del ingeniero militar en lo que á su disposición se refiere, la más poderosa manifestación de la artillería en lo que á su armamento se contrae.

Pero ¿y los desembarcos? Esta objeción se presentará, sin duda, á lo que acabamos de exponer, y adelantándonos á ella debemos hacer notar la gran diferencia que existe entre el poder de la artillería naval y la de desembarco. Esto sentado, claro es que lo que sería completamente inútil para oponerse á un buque es sobrado para resistir á una tropa de desembarco, por lo que la organización más propia es la de dotar á cada batería distribuída sobre el litoral de su pequeño foso flanqueado para resistir los ataques á viva fuerza; colocar en ella, guardadas como en un estuche, una escasa guarnición de infantería y las ametralladoras necesarias, con los locales convenientes para la vida de esa guarnición y para el servicio de las piezas más importantes, teniendo en cuenta que el abastecimiento no debe ser grande, dada la pequeña duración de los combates de que se trata.

Como núcleo de esta defensa, el fuerte de costa, ocupando una posición central á espaldas de las baterías dispersas, ha de estar situado, para que cumpla bien con su objeto, fuera del alcance eficaz de la artillería de la marina; y no fijamos la distancia porque las condiciones de la localidad la fijarán mejor que un número escrito al azar. La guarnición de este fuerte ó plaza nada tendría que temer de los buques; estaría perfectamente desenfilado de los proyectiles de la marina; sus depósitos, sus almacenes, dejarían de constituir una complicación, y encontrándose entero después de la lucha de costa, si el enemigo apagaba los fuegos de

la artillería de grueso calibre, de los cañones y morteros rayados de las baterías dispuestas para defender el canal de entrada y las líneas de torpedos y quisiera hacer efectiva su victoria por medio de un desembarco, no encontraría un montón de ruinas, una guarnición destrozada física y moralmente, y la impotencia más completa delante de sí; pues, al contrario, el cansado de luchar tendría que habérselas con quién no había combatido aún, con piezas de batalla más poderosas que sus piezas de desembarco: y no vale decir que con los buques podrían apoyar el desembarco, pues tendrían el temor de destrozarse á sus propias tropas; ni contribuir á la rendición de la plaza ó fuerte, porque ya hemos supuesto que se hallaba éste fuera del alcance eficaz de los proyectiles de aquél.

En resumen: la desenfilada, cuya misión es librar al fuerte de los proyectiles enemigos, no ha de consentir que se ponga éste en condiciones favorables para que aquellos le destruyan, sino todo lo contrario: contando para ello con el auxilio de las baterías de grueso calibre para alejar por todo el tiempo posible á los buques y con las baterías para la defensa de los pasos de entrada, que deben cumplir con la condición principalísima de no poder ser cañoneadas desde alta mar. Y cuando en este terreno el combate es desfavorable para la defensa, lo natural, lo lógico, lo que enseña el arte militar, es que se lleve aquel á otra parte menos favorable para el enemigo, y ninguna puede ser tan desfavorable para la marina como la tierra, pues los elementos que puede desembarcar son infinitamente menos poderosos que los que lleva á bordo. Queda pues, el fuerte de costa como núcleo de la defensa, que puede acudir á remediar las deficiencias de otras partes, y como último reducto de la misma, que cumple con la condición impuesta á todos los reductos centrales de defensa, la de estar enteros cuando las baterías de fuego lejano han terminado su misión.

Defensa de islas.

Sería un error aplicar á todo el litoral de una isla los mismos principios que se aplican á las entradas de los puertos militares, pues por pequeña que fuese la isla haría perder la cohesión necesaria á la defensa. Saldría aquí de nuestro objeto discutir qué género de emplazamientos son más propios para las obras que se consideren necesarias, pero

debemos insistir en que, con arreglo á los principios de la desenfilada que se han expuesto, no debe llevarse el último reducto de su defensa ó sea la plaza ó fuerte principal á la orilla del mar, pues todos los inconvenientes que se han señalado antes se reproducen aquí en mayor escala. En efecto, tratándose de costas continentales ó de las pertenecientes á islas de grande población y extensión, si la lucha de costa ha sido desfavorable para la defensa y el enemigo trata de desembarcar, queda aún la posibilidad de defenderse, á pesar de no contar con el auxilio de las fortificaciones, pues en cambio casi siempre habrá medio de oponer fuerzas numerosas que habrán tenido tiempo de concentrarse. Pero en una isla no muy extensa esto no puede suceder; la guarnición total, siempre escasa y casi toda encerrada en el fuerte de costa, seguiría el fin de éste, de modo que, una vez destrozado y rendido, el resto de la defensa sería nulo. Hace falta, por lo tanto, exagerar más y más las probabilidades de continuar la defensa, y ya se ha indicado cuánto podía contribuir á este resultado, internar el fuerte ó plaza principal.

¿Habrá que constituir esa plaza fuerte en un punto central de la isla? Casi siempre hay que dar contestación negativa á esta pregunta. La fortificación no debe nunca desligarse de la realidad, y crear artificialmente posiciones importantes, en donde no las hay, es una tarea ilusoria. Las capitales de las islas, las poblaciones situadas junto á los mejores puertos, etc., representarán siempre la vida, el corazón de esas comarcas, y estos puntos serán los indicados para núcleos de la defensa. Si esas poblaciones cumplen, por su posición, con las condiciones antes indicadas, á su alrededor se podrá construir la plaza, sencilla ó con fuertes destacados (según la importancia que revista), que ha de constituir ese núcleo. Sólo en el caso de no ser esto posible habrá que crear artificialmente un punto á propósito, aunque siempre será preferible construir, junto á la localidad más importante, un fuerte que cumpla á la vez el doble objeto de proteger á la plaza y de constituir el último reducto, desenfilado de los fuegos de la artillería de la marina, de la defensa de la isla.

En ciertas colonias habrá que exagerar aún más la aplicación de este principio, porque no permitiendo los recursos del presupuesto la construcción de obras importantes, habrá que construir otras de extre-

mada simplicidad, si no se quiere dejar la isla indefensa. Estas pequeñas obras no podrán estar desenfiladas por la acción de la artillería de grueso calibre, porque no la tendrán, ni en ellas estará protegida la guarnición en locales á prueba, ni se contará, en fin, con ningún elemento de los que exige el arte moderno. Y sin embargo, un buen buque podría presentarse á destrozar lo poco que se haga. ¿Cuál es, en este caso, la única solución posible, si no llevar fuera del alcance de la artillería naval el fuerte que ha de servir de abrigo á la guarnición contra las invasiones extrañas y contra los posibles ataques de los habitantes de la misma isla en vías de colonización?

II.—Cualidades debidas á la acción de otras obras defensivas y de la artillería propia

Protección de las localidades.

LA PROTECCIÓN DE LAS LOCALIDADES, CABE DENTRO DE LA DESENFILADA. —Admitida la generalidad de fines que abarca la idea de desenfilar una posición, es posible, y aun lógico, considerar que están dentro del objeto que persigue la desenfilada los medios necesarios para poner al abrigo de los proyectiles enemigos las localidades que pueden ser alguna vez objetivo de la artillería. Entre ellas, ocupan el primer término las poblaciones y las siguen en importancia los arsenales, obras públicas de gran utilidad, depósitos, etc.

Las fortificaciones, á pesar de erigirse con fines puramente militares, que se reducen en conjunto á vencer al enemigo, no pueden llevar su exclusivismo hasta prescindir de la protección de aquello mismo que ocupan; no son ni pueden ser egoistas, pues en este sentido no tendrían hoy toda la importancia que tienen. La fortificación que tuviera por fin único y exclusivo defender el pedazo de tierra que ocupaba, pudo ser un ideal de los siglos medios, en los que cada pensamiento, cada aspiración, cada personalidad, querían tener su inexpugnable castillo, para proclamar desde él su dominio señorial sobre vidas y haciendas ó la eterna rebeldía contra el Estado, cosas que hacía posibles el inmenso desequilibrio entre el ataque, representado por mal compuestos engeños, y la defensa, simbolizada por los gruesos muros que aún se levantan contra la acción del tiempo.

Hoy, las fortificaciones, uno de los medios de la guerra, tienden como ésta á un fin, por lo general, más noble, pues se proyectan y llevan á cabo, correspondiendo á elevadas miras de patriotismo y no á mezquinos orgullos personales. Por esto no es ya el único objetivo de las fortalezas que esté segura en ellas la guarnición, sino que también se aspira á que esté protegida la población extendida á sus pies, ó el puerto que ha de servir de refugio á la marina ó las comarcas fronterizas, prontas á ser invadidas por los nunca bien cerrados pasos de las barreras naturales. Antes la fortificación abandonaba la comarca y los habitantes que quedaban fuera de los castillos no podían contar con la protección de éstos: hoy se opone aquélla al camino del enemigo, para que respete los centros vitales del país. Primero constituía el entronizamiento de uno: después un medio para proteger á muchos. Indudablemente hemos ganado.

PROTECCIÓN POR EL ALEJAMIENTO DEL ENEMIGO.—En este sentido de protección contra los proyectiles del enemigo, es como deben tenerse presentes los principios de la desenfilada en la defensa de las localidades indicadas, haciendo la debida distinción entre las que ocupan posiciones continentales y las que se hallan junto á la costa. Concretándonos, por ahora, á las primeras y al medio de desenfilada de que tratamos, podremos sentar como necesidad absoluta, que, para proteger una localidad extensa del efecto de los proyectiles, no hay otro recurso que mantener alejado al enemigo, es decir, detenerle, por la acción de las obras defensivas y de la artillería propia, á distancia tal, que desde sus posiciones no pueda batir aquello que se trata de amparar.

Suponiendo de igual ó parecida importancia y alcance la artillería de la plaza que la de sitio, no es posible obtener el resultado que se apeetece, situando la artillería propia junto á los objetos que se quieren proteger, puesto que, por la igualdad de aquellas condiciones, el enemigo podría lanzar sus proyectiles á un tiempo sobre las baterías de la defensa y sobre la localidad que protegen, pero alejando más y más la artillería propia; yendo, por decirlo así, á cerrar al enemigo su camino, cada vez será más difícil que se aprovechen sobre la población—si de proteger una población se trata—los proyectiles de aquél. Resultará, finalmente, inmunidad relativa ó desenfilada completa, cuando se haya interpues-

to entre la posible posición de las baterías de sitio y la plaza, un espacio igual ó mayor que el alcance práctico de la artillería. He aquí, por lo tanto, un problema de desenfilada, un problema militar de la más alta importancia, á cuya resolución dedican los pueblos sumas cuantiosas, y que tiene grandísima transcendencia en caso de guerra, convertido en el más elemental problema de la aritmética, en una regla práctica tan sencilla como la siguiente: para proteger una localidad de los proyectiles enemigos, constrúyanse las baterías ó fuertes defensivos á una distancia de la plaza igual al alcance de la artillería disminuída en la separación que existirá siempre entre éstos y las baterías de los sitiadores.

En resúmen, ¿qué quieren decir estas palabras? Sencillamente que se han abandonado las recetas que la geometría proporcionaba á la fortificación, para caer en otras que proporciona la aritmética; que hay tendencia, al parecer, á olvidar siempre que no se trata de fortificar las páginas de un libro, sino de defender poblaciones reales y efectivas, que nunca ó casi nunca estarán en las condiciones supuestas en aquéllas.

Aplicóse primeramente la receta á la línea de fuertes de Paris, y el resultado fué fatal; aplicóse más tarde á los fuertes destacados de Amberes, y según su mismo autor, son inútiles en el día. Ahora bien, ¿de qué depende este continuo fracaso de un principio que, sin embargo, no se olvida? Pues de la variabilidad del minuendo de tan famosa resta, el alcance de la artillería, que, como es consecuencia de los progresos de la industria y ésta no cesa ni un instante de avanzar, tampoco acaba de crecer, con gran descrédito de la fórmula explicada. Tales son los malos resultados que se obtienen al hacer perder á las cuestiones su verdadero carácter. ¿Se trataba de un asunto militar? Pues holgaba la intervención dogmática de la aritmética, como holgó en otro tiempo la de la geometría, y conservando al problema los verdaderos términos militares, se hubiera podido decir algo parecido á lo siguiente: *para proteger una localidad contra el efecto de los proyectiles enemigos, se emplazarán fuertes ó baterías á su alrededor, en posiciones convenientes para batir ventajosamente al enemigo que se aproxime*, y presentada la solución en estos términos, que no son vagos, que son muy precisos en cada caso particular, pero que tienen la ventaja de no ser matemáticos, no hubieran tenido necesidad los franceses de denostar la línea de fuertes de Paris, después de 1871,

porque nunca habían cumplido con esta condición militar á pesar de satisfacer muy bien á la aritmética.

Las plazas con fuertes destacados, ó sean los campos atrincherados (1), son, por lo que se acaba de exponer, una solución justa y lógica al problema de desenfilar una localidad, y casi siempre será la única aceptable, tratándose, como aquí tratamos, de las fortificaciones terrestres. Esto no obstante, consideramos que debe prescindirse del rigorismo de los principios de escuela, que conducen á aceptar como buenas en todos los casos, las reglas que sólo lo son, cuando más, en la mayoría de ellos. Los campos atrincherados serán, por lo tanto, una solución aceptable cuando el terreno ofrezca en los alrededores de la plaza, y á alguna distancia de su recinto, un conjunto de posiciones convenientes para emplazar las obras que se consideren necesarias.

Para el objeto de la desenfilada todas las obras que se construyan, sean fuertes importantes, sean batérrías anejas á ellos ó intermedias, etcétera, no son otra cosa que emplazamientos de la artillería de la defensa, que con sus fuegos ha de mantener al enemigo á distancia respetable. Cumpliendo este objeto, no interesa á la rama de la fortificación en que nos estamos ocupando, discutir la separación de los fuertes entre sí, ni si éstos han de tener ó no reducto interior, etc. Estas cuestiones son de la más alta importancia para el estudio del conjunto de las condiciones defensivas del campo atrincherado, pero estaría de más tratarlas aquí, ya que únicamente discutimos los procedimientos para librar al núcleo del campo atrincherado de los efectos de la artillería. Sin embargo, para no encerrarnos en un silencio exagerado respecto de este asunto, añadiremos que el afán de presentar la solución útil que proporcionan los campos atrincherados como un procedimiento de aplicación universal, ha conducido á la necesidad de exagerar los elementos defensivos, en los libros por lo menos, hasta un grado tal de complicación, que prácticamente es inadmisibile; pues ni, dentro de las corrientes modernas, toleraría población alguna, aun tratándose de la salud de la patria, la red de hierro en que se la quisiera aprisionar, ni es posible que una na-

(1) Como nadie ignora, ha habido en el extranjero alguna discusión sobre si debía emplearse una ú otra de estas denominaciones. Nosotros, á pesar de dar poca importancia al asunto, creemos más explícita la primera, sin perjuicio de usar ambas.

ción, por rica que sea, pueda permitirse el lujo de tener varias plazas dispuestas de la manera que algunos escritores militares indican. La verdad es que al ver tratados asuntos de tamaña importancia tan á la ligera, al contemplar cómo, con la mayor sangre fría, se proyectan en las páginas de un libro esas obras colosales, esos caminos laberínticos, esas baterías portentosas, llegamos á figurarnos, ó bien que hemos dado un espantoso salto atrás, volviendo á ser la fortificación un nuevo arte gráfico, ó que si todo esto es necesario, la defensa de una plaza por la fortificación es asunto perdido, no siendo otra cosa tales recursos que la transfusión de la sangre operada por el atrevido cirujano que contemple cómo se escapa la vida del cuerpo del enfermo. Pero, afortunadamente, no hay tal cosa: la fortificación, no olvidando que las formas sencillas, que las máquinas simples, que las ideas claras, son las más fuertes, no aceptará, de seguro, esas extrañas combinaciones. Construirá un campo atrincherado donde el terreno, por su disposición especial, le induzca á crear esa línea de fuertes destacados y baterías intermedias; pero donde, después de hecho esto, el resultado pudiera ser aún débil, esquivará tal solución como inaceptable en la práctica.

Pero se dirá: ¿á qué hay que acudir cuando los alrededores de la localidad no ofrezcan ventajosas condiciones para establecer un campo atrincherado? El arte militar, del que la *Fortificación* no es más que una parte, resuelve bien claramente la duda: cuando un terreno no ofrezca favorables condiciones para librar una batalla, no debe aceptarse en él por ningún concepto. Esto quiere decir que hay que llevar la lucha, que necesariamente debe entablarse entre el enemigo que quiere ofender una localidad y el defensor de ésta, á otra parte, y para ello ofrece la fortificación dos procedimientos que cumplen en alto grado con las exigencias de la desenfilada, puesto que apartan del combate al enemigo.

El primer método es establecer en puntos convenientes las obras necesarias para defender los desfiladeros, puentes, vías férreas, etc. de importancia, que el enemigo tendría que recorrer para llegar á la plaza. Como la escasa guarnición de estos fuertes limita su radio eficaz de acción al alcance máximo de su artillado, es imprescindible que columnas dispuestas para el caso contribuyan á acumular obstáculos á la marcha del invasor y que el grueso de las tropas destinadas á la defensa

pueda batir al enemigo antes de que llegue á desplegarse convenientemente en terreno más favorable. Este sistema entra en el procedimiento anterior de desenfilada, como ya se explicó, repitiéndolo aquí para poner de manifiesto que no tan sólo encuentra aplicación en las fronteras naturales, sino también dentro del país, para la protección de capitales de ricas comarcas, no fácilmente defendibles de otro modo. Distinguidos escritores militares italianos han discutido las ventajas que este sistema podía ofrecer para la defensa de la Italia peninsular, aprovechando las facilidades que para ello proporciona la cordillera que la separa de la continental, y excusado es decir cuán apropiado es para esto nuestro país, cortado en tantas comarcas distintas por las cadenas montañosas que la surcan en todos sentidos.

El segundo procedimiento que la fortificación puede adoptar para la defensa de importantes localidades, cuando las condiciones del terreno próximo no ofrezcan circunstancias apropiadas para la construcción de un campo atrincherado, es la de constituir un grupo de plazas fuertes, distribuídas sobre las principales avenidas, para dificultar la aproximación del enemigo. Este método, como se comprende, satisface también por completo las exigencias de la desenfilada, puesto que, como todos los que se han citado hasta aquí, tiende á mantener alejado al invasor.

¿Es esencialmente distinto este procedimiento del anterior? Indudablemente, sí. En el primero se cerraba el paso del enemigo por medio de fuertes barreras, y esto suponía, como ya se indicó, la existencia de obstáculos naturales apropiados. No es de suponer que las plazas que se construyan con arreglo á este segundo método, á pesar de ser elegidos sus emplazamientos entre los que reúnan condiciones más favorables, puedan producir el efecto de *cerrar* un paso, como lo hace un fuerte construído en un desfiladero. De aquí la diferencia que debe existir entre la importancia de los fuertes y la de las plazas de que estamos tratando. Los primeros, mientras existan como tales, cumplen con su objeto; las segundas pueden existir y el enemigo prescindir de ellas, si no reúnen, además, determinadas condiciones, y de éstas la más importante es que por su mismo desarrollo, por su guarnición, por las tropas que se muevan dentro de la *región fortificada*, puedan producir su efecto de detener al enemigo. Es decir, que se trata aquí de un procedimien-

to de desenfílada de carácter estratégico, por decirlo así, y el sistema de las regiones fortificadas es una buena creación, no muy moderna, como es sabido, del arte militar. Su único peligro es su misma importancia, pues aplicable únicamente á los grandes centros defensivos; opuesto, como medida salvadora, para detener la invasión extranjera; juega un pueblo en ellas el todo por el todo; y nosotros miraremos siempre con recelo en nuestro país—único que tenemos presente al escribir estas páginas—la adopción de un sistema, la creación de algo que pudiera arrastrar en su caída la de la patria entera. Es nuestro pueblo muy grande en energías locales y fuera quizá muy débil ante uno de esos choques de dos naciones al día siguiente de declararse la guerra. Es, por lo tanto, posible que de cada desfiladero, no sólo de la frontera, sino quizá mejor del interior, cerrado con su fuerte, hiciera unas Termópilas, pero que sucumbiera el ejército dentro del mejor concebido de los cuadriláteros, ó lo que fuesen, estratégicos.

La fortificación, satisfaciendo como se ha dicho las exigencias de la desenfílada, indica, en resumen, tres métodos para la protección de las localidades, que son, de menor á mayor, los siguientes: fuertes destacados, región cerrada por fuertes ó plazas de escasa importancia y grupo de grandes plazas.

El primero debe ser producto de la aplicación de la fortificación al terreno, pero no resultado de un plan preconcebido; el segundo no debe olvidarse por los que se ocupen de la defensa de nuestro país, y seguramente no se olvidará; el tercero, el de mayor dificultad de aplicación, debe únicamente tenerse presente como un recurso extremo, no porque sean malas sus condiciones, sino por los fatales resultados á que da lugar cuando se ha concebido erróneamente, ó cuando las vicisitudes de la guerra lo hacen fracasar.

Plazas en el litoral.

DEFENSA DE POBLACIONES SITUADAS EN COSTAS ABIERTAS.—La protección de las localidades que se hallan situadas junto al litoral ofrece un aspecto particular, completamente distinto del que caracteriza la defensa de las localidades esencialmente terrestres. En efecto, hemos dicho que la desenfílada exigía, para proteger las poblaciones, una serie de

obras destacadas que tuvieran á raya al enemigo, á fin de que éste no pudiera lanzar á mansalva sus proyectiles sobre la plaza. En las del litoral, situadas en costas abiertas, la existencia de obras destacadas en el mar se hace imposible en la casi totalidad de los casos de la práctica.

Así es que los puertos comerciales, muchos de ellos de carácter artificial, con una población extendida á sus espaldas, constituyen el problema más difícil de la desenfilada. Entiéndase bien que decimos de la desenfilada, es decir, que no generalizamos la conclusión para el conjunto de la defensa, pues ésta tiene por objeto impedir la ocupación de la plaza por el enemigo, y existe, para dificultarlo, un cúmulo de recursos que podrán aprovecharse; mientras que hay muy pocos que puedan servir para realizar con fruto los fines de la desenfilada, esto es, para impedir que el enemigo cañonee los buques del puerto, los grandes depósitos y talleres y la población entera, desde alta mar.

Imposible pensar, para desenfilar un blanco de algunos kilómetros cuadrados de superficie, en utilizar las masas protectoras, que sólo podrían abrigar algunos objetos ó lugares especialísimos. Imposible también echar mano de otros medios de desenfilada de que más adelante trataremos. La protección de la plaza contra los proyectiles lanzados desde los buques contrarios, sólo puede obtenerse por un medio, el de mantenerlos alejados por la acción de la artillería propia, pues desde el momento en que puedan aproximarse, la desenfilada de la población es ilusoria, por poca que sea la precisión del tiro enemigo, dada la enormidad del blanco.

El alejamiento del enemigo puede conseguirse por dos medios: el primero debe basarse en la acción de la marina propia, que ampare á la plaza, llevando el combate lejos de ella y oponiéndose por la fuerza á la aproximación de la escuadra enemiga; el segundo debe tender á dificultar la aproximación del enemigo por el efecto de poderosa artillería instalada en obras adecuadas al objeto.

El primer recurso de desenfilada, por procedimientos estratégicos, es decir, por medios que estén fuera de la zona de los alcances máximos de la artillería de la plaza, puede obtenerse en el mar, como se explicó para las localidades terrestres; pero con la diferencia de que en éstas, el terreno, por sus condiciones especiales, podía oponer obstáculos á la apro-

ximación del enemigo, mientras que en las localidades marítimas, en los puertos comerciales, el mar, primero y más importante vehículo de la civilización, el camino más libre que existir puede, léjos de oponer trabas al enemigo que se aproxima, parece que le abre las puertas de par en par. Resulta, por consiguiente, que la desenfilada estratégica no puede obtenerse más que por el procedimiento activo constituido por la escuadra propia, oponiéndose á la aproximación de los buques enemigos. El método de desenfilada es, como se comprende, tan importante como el que más de los que se han señalado hasta ahora, pero como cae este asunto fuera de la jurisdicción del ingeniero militar, que no interviene ni en la formación del material ni en su empleo, no podemos entrar aquí en explicaciones cuyo alcance, por lo demás, se comprende desde luego.

Descartado este procedimiento de desenfilada, colocados los buques enemigos en presencia de las fortificaciones terrestres, sólo la artillería propia puede mantener, con sus fuegos, apartado al enemigo, y natural es que examinemos cuáles pueden ser, en términos generales, los mejores emplazamientos para las baterías, en el caso especial de que se trata.

Desde luego no cabe duda de que cuanto más se adelanten hácia alta mar los emplazamientos de la artillería de la defensa, más se consigue el objeto de la desenfilada, pues los buques enemigos quedarán al propio tiempo más apartados. Así, algunas piezas de grueso calibre, destinadas, por lo rasante de su trayectoria, á perforar los blindajes de los buques enemigos, podrán colocarse en los puntos más salientes de la costa, y si esto no fuera posible, en los espigones, escolleras ó rompeolas que suelen existir en los puertos artificiales. No será probable la existencia de islas delante de estos puertos, pero si existieran, así como islotes, ó siquiera bajos fondos en donde fuera posible substentar los cimientos de una batería, natural es que no dejaran de aprovecharse para el objeto indicado, creándose de esta manera obras análogas á las destacadas de las defensas terrestres.

Pero no se crea que estos emplazamientos, situados, por decirlo así, á vanguardia de la población que protegen ofendiendo, carezcan de inconvenientes, no para la defensa considerada en conjunto, sino para el mismo objeto de la desenfilada.

Colocados como un escudo delante del puerto, delante de la población, es decir, enfrente de los elementos vitales que se quieren proteger, el enemigo, empeñado en lucha con las baterías de costa, lanzará sus proyectiles voluntaria ó involuntariamente, al propio tiempo, sobre las primeras que sobre las segundas, pues las posiciones que elegirá en el mar resultarán favorables indistintamente para ambos objetos.

Quizá será, en vista de lo expuesto, más favorable la situación de las baterías en los flancos de la localidad; pero como quiera que sea, salvo en circunstancias especialísimas, no es posible negar que si estas obras, combinadas con otras y con el auxilio que les presta una guarnición suficiente, serán utilísimas para la defensa é imposibilitarán que el enemigo se apodere de la plaza, no bastarán para desenfilarla. Nosotros creemos que no se deben presentar las soluciones de los problemas como panaceas universales, y decir aquí que la artillería de costa puede impedir el cañoneo de una población situada junto á ella, revestiría todos los caracteres de una mistificación. Y no se crea que la existencia de alturas próximas al mar y á la localidad desvirtúen en absoluto esta conclusión, pues si bien es cierto, como ya examinaremos, que la artillería situada en las alturas puede ser muy peligrosa para los buques, no lo es menos que no basta este peligro para mantener alejada una escuadra enemiga. Claro es que, si la altura está, además, algo avanzada sobre el mar, las condiciones favorables quedarán acrecentadas; pero en realidad, ya no se tratará de poblaciones situadas en costa abierta, que es el caso que ahora estamos examinando, por lo que es indiscutible la dificultad de desenfilar poblaciones que se hallen en las circunstancias supuestas.

BAYAS.—Si la localidad que se quiere desenfilarse se halla en una bahía, el problema se simplifica notablemente al modificarse las condiciones en que está planteado.

La bahía quizá tenga tan estrecha su entrada que pueda intentarse barrearla, en cuyo caso se asimilará á los puertos militares, de que hablaremos después; pero no siendo así, afectará, por ejemplo, la forma indicada en la figura 1.

Suponiendo que las piezas emplazadas en *A* y *B* crucen sus fuegos eficaces hasta un punto *E* tal que la distancia desde la zona anterior á *E* hasta la población sea superior al alcance práctico de la artillería de

la marina, aquélla estará desenfilada por la acción de la artillería de la defensa, mientras ésta luce con ventaja, ó por lo menos sostenga el combate.

Es evidente que las circunstancias supuestas quedan favorecidas: primero, por el mayor alcance eficaz de la artillería de la defensa; segundo, por la aproximación de los puntos *A* y *B* que forman la entrada de la bahía, y tercero, por el saco ó entrada de la bahía en el litoral, suponiendo que la población se encuentre en el fondo, como acontece con frecuencia.

Cuando la separación de los puntos, tales como el *A* y *B*, sea demasiado grande para que se crucen los fuegos que de ellos partan, deberán retrasarse las obras pasando á ocupar posiciones como la *A'* y *B'* (fig. 2).

En esta situación, satisfacen tanto á las condiciones de la defensa como en la más exterior, por cuanto el enemigo no podrá apoderarse de la plaza ó localidad mientras las baterías luchan con ventaja; pero la población no estará desenfilada porque la acción de la artillería propia mantenga alejado al enemigo, aunque existirá la desenfilada indirecta que siempre determina el llevar la acción del fuego enemigo fuera de la zona que se quiere proteger; procedimiento interesante de desenfilada, muy aceptado en la práctica.

Para dar á este asunto el mayor grado de generalidad posible, no discutimos la mejor posición de las obras para que los fuegos de la artillería resulten de mayor utilidad, puesto que sólo partimos del alcance eficaz como dato, y dicho asunto cae dentro del dominio de otra rama de la fortificación, que es la que estudia la acción de las obras sobre la zona exterior á ellas. Sin embargo, es indudable que en el caso de que tratamos, la zona altamente peligrosa para los buques empezará donde puedan ser alcanzadas sus cubiertas por las piezas de fuego curvo de la defensa, principalmente si estas piezas pueden ocupar alturas; siendo esta hipótesis la que más favorece la desenfilada de la localidad situada en el fondo de la bahía por el procedimiento de mantener alejado al enemigo por la acción de la artillería propia.

PUERTOS MILITARES.—Los puertos militares pueden recibir esta denominación por razón de su destino ó por sus condiciones especiales. Por razón de su destino lo son aquellos en que existen arsenales, depósitos, diques, y en resumen, todo lo que la marina necesita para abastecerse,

reparar sus averías y estar siempre en disposición de emprender un viaje y combatir. Por sus condiciones lo son los que ofrecen un fondeadero seguro á los buques, tanto contra los furores del mar como contra las persecuciones de una escuadra más poderosa. Algunos puertos tienen importancia militar únicamente por su situación geográfica, circunstancia de que hemos de prescindir para nuestro objeto, para el cual debemos considerar puertos militares de la segunda categoría todos los puertos *buenos* que sean fácilmente defendibles y en los que pueda ponerse el material flotante ó fijo que contengan al abrigo de los proyectiles enemigos.

Los puertos militares, por razón de su destino, puede afirmarse que tienen ó han tenido importancia militar por sus condiciones. Y es necesario fijarse en el distinguo que hemos hecho entre tener y haber tenido condiciones militares, porque no es lo mismo una cosa que otra.

Cuando la artillería de la marina era capaz de producir muy escasos efectos, y éstos á corta distancia, podía decirse que un puerto, por pequeño que fuera, resultaba desenfilado ó protegido de los proyectiles enemigos desde el momento en que estaba imposibilitada la entrada de los buques en él; pero á medida que los alcances crecen, las escuadras contrarias pueden ofender el puerto y cañonear los arsenales y edificios de todo género desde distancias cada vez mayores, con lo que tal ó cual puerto de condiciones inmejorables en otra época no merece hoy más que el respeto de la tradición, que tendrá muy poco en cuenta el atacante. Y desde el momento en que un puerto deja de ser un buen puerto militar, *naturalmente*, hay que transformarlo por medio de obras especiales defensivas que le protejan, y el resultado podrá ser aún bueno, pero lo será con artificio y no estará jamás á la altura de aquellos otros que, á pesar de los progresos de la artillería, han mantenido sus buenas condiciones, que son, en conjunto, ofrecer un abrigo que esté fuera ó muy léjos del alcance de la artillería enemiga y ser de forma tal que no se puedan enfilarse desde alta mar.

En la figura 3, por ejemplo, para que el puerto en ella representado cumpla, *naturalmente*, con las verdaderas condiciones de puerto militar, es necesario que, además de reunir las condiciones marítimas de buen puerto, su configuración y la del terreno en que se interna sea tal, que las escuadras enemigas, no forzando el paso *A B* ó el canal de entrada,

sea cualquiera su forma, no puedan cañonear á los buques propios que se hallen, por ejemplo en *N*, ni á los depósitos, arsenales, etc., situados, por ejemplo, en *D*.

Si estas condiciones no se verifican, si el puerto militar no está naturalmente desenfilado, habrá que acudir al auxilio de artificios para conseguirlo, es decir, á mantener alejado al enemigo por la acción de la artillería propia.

Sea, por ejemplo, el puerto indicado en la figura 4. Cuando era pequeño el alcance de la artillería, los arsenales *P* quedaban desenfilados siempre que no se forzara el paso *A B*. Pero con el gran alcance de la moderna artillería, si la distancia de la línea *A B* á *P* es pequeña, habrá que trasladar la lucha más lejos, á otra zona menos peligrosa para la defensa, es decir, emplazando las obras en *M* y *N*.

Si la localidad ó depósitos que se han de proteger estuvieran en *R*, por ejemplo, resultarían desenfilados por la configuración del terreno, cualquiera que fuera el alcance de la artillería; de modo que esta solución es la más perfecta en la práctica. Pero como el ingeniero militar no puede casi nunca variar la situación relativa de lo que ha de defender, no se halla en su mano adoptar tan interesante recurso de la desenfilada.

El ejemplo indicado en la figura 4 hace patente la diferencia entre el objetivo especial de la desenfilada y el general de la defensa. La posición *P* queda asegurada mientras no se fuerze el paso *A B*, pero no desenfilada, como sucede con los objetos situados en *R*.

ARTILLERÍA DE COSTA DE SEGUNDA LÍNEA.—Uno de los problemas más ilusoriamente resueltos es el de proteger la artillería de segunda línea en las obras defensivas, pues la realidad prueba, si la Geometría no, que no se conserva aquella tan intacta, durante el combate de la de fuego lejano, como la imaginación hiciera prever.

En la defensa de costas, poner artillería de mediano alcance para auxiliar á la más poderosa que ha de sostener el combate lejano, tiene el grave inconveniente de que es muy posible que, de sucumbir ésta, quede también destrozada la primera, resultando, por lo tanto, inútiles sus servicios en el momento en que deberían aprovecharse.

Hay, sin embargo, un caso muy frecuente en las fortificaciones de

costa, en que se puede situar la artillería de segunda línea de manera que resulte completamente desenfilada durante el fuego lejano.

Sea, por ejemplo, la entrada de un puerto militar representada en la figura 5, y supongamos que las necesidades de la defensa han obligado á situar las piezas de fuego lejano en puntos tales como el L y L' . Pues bien, la artillería de segunda línea puede quedar desenfilada desde el momento en que se limite á batir la zona de mar que queda á retaguardia de aquella en que se situarán los buques enemigos, durante el primer período del combate, esto es, en puntos como S y S' , siendo los límites del campo de tiro y de vulnerabilidad las líneas ab y cd .

La causa de esta protección reside en que la artillería enemiga en los buques no puede rebasar la valla que la costa le impone, y por dicha razón, este procedimiento de desenfilada y de protección de la artillería de segunda línea, debido á la situación de las obras y al obligado camino del enemigo, raras veces podrá aplicarse en tierra, como no sea en las fortificaciones de los desfiladeros de montañas, en los cuales se puede situar baterías anejas á fuertes barreras, de tal manera dispuestas que entren en acción cuando el enemigo, habiendo apagado los fuegos de la obra principal, haya avanzado, entrando en el campo de tiro de la accesoria. En todos los demás casos, es decir, cuando el campo de tiro de la artillería de fuego lejano sea el mismo que el de la de segunda línea, la desenfilada de ésta será prácticamente imposible.

En la defensa de costas, los casos análogos al de la figura 5 no son raros; pero se ha de tener cuidado de no internar tanto las piezas de segunda línea, que colocadas en T y T' tengan su campo de tiro tan limitado que apenas logren hacer un disparo en el tiempo que los buques enemigos emplearán en recorrerlo. Evitando este escollo, el procedimiento de proteger las piezas de calibres medios por su situación y por la acción de otras piezas de la artillería propia, se podrá emplear siempre que la costa presente un entrante en el punto en que esté situada la entrada del puerto ó que haya una isla á vanguardia que produzca el mismo efecto (fig. 6).



CAPÍTULO III.

Influencia de la situación relativa de las obras y del terreno exterior.

I.—SITUACIÓN RELATIVA EN EL HORIZONTE.—División del terreno en zonas y sectores peligrosos.—Observaciones relativas á los diversos sectores.—II.—SITUACIÓN RELATIVA EN ALTITUD.—Preliminares.—Elementos de que depende el ángulo de caída.—Líneas de situación.—Desenfilada geométrica.—Caso particular de las baterías de costa.

I.—Situación relativa en el horizonte.

División del terreno en zonas y sectores peligrosos.



CONSIDERACIONES PRELIMINARES.—En el capítulo II, al ocuparnos de los medios de desenfilada por las condiciones de la posición, hemos visto de qué modo influía el terreno en las fortificaciones, pero lo hemos hecho examinando el asunto de una manera general y fijándonos más bien en lo que se refiere á los obstáculos que aquél ofrece para el enemigo. Es decir, que hemos examinado, por decirlo así, el terreno que se halla fuera de los límites en que es posible que se desarrolle el combate de la artillería; viendo los recursos que tienden á evitar, por medio de este mismo terreno y su configuración especial, que se inicie el citado combate en condiciones favorables para el atacante.

Pero si estos recursos, esencialmente preventivos, no pueden utilizarse por las circunstancias topográficas, es necesario admitir que la artillería enemiga lanzará sus proyectiles sobre la localidad, posición, plaza, etc., que se trata de desenfilarse. Ahora bien, es indudable que las condiciones del terreno influirán en los resultados de la lucha, y de aquí se deriva la necesidad de que examinemos, en términos generales, prescindiendo de si se trata del recinto de una plaza fuerte ó de una obra avanzada ó destacada, de qué modo el terreno exterior próximo, aquél

en que se ha de desarrollar todo el ataque desde sus comienzos por las baterías lejanas hasta su completa terminación, influye en los procedimientos de la desenfilada y en los efectos que los proyectiles lanzados por las baterías de sitio pueden causar en las obras y material que contienen; pues conocidos los rasgos generales de esta influencia, podremos en otro capítulo estudiar la organización más propia para las fortificaciones que han de sufrirla.

El terreno puede tener acción sobre las fortificaciones: primero, por su constitución; segundo, por sus accidentes ó formas generales, y tercero, por su relieve, en cuanto puede influir sobre las condiciones del tiro: y en cada una de estas divisiones deben considerarse como circunstancias muy principales, que no deben despreciarse: primero, la distancia á que se encuentra el terreno, objeto de las observaciones, de la plaza ó fuerte; y segundo, su posición, con respecto á las líneas de la fortificación. Esto debe conducir á hacer una clasificación ordenada que facilite, en cada caso, el exámen de las condiciones impuestas por la desenfilada, para ver hasta qué punto se han cumplido, y de esto vamos á ocuparnos préviamente.

CLASIFICACIÓN ADMITIDA DEL TERRENO.—Toda la zona de terreno que rodea una obra defensiva, en una extensión igual al alcance máximo de la artillería que use el enemigo, puede ser peligrosa para las fortificaciones. En realidad, cada género de piezas tiene un alcance práctico distinto, por lo cual á cada clase de ellas corresponde una diferente zona peligrosa. Esta distinción, que llevada al extremo es inútil, debe tenerse en cuenta en muchos casos particulares, como asimismo hay que deslindar la zona peligrosa de la fusilería, de la que corresponde á la artillería, aunque sin dar á este deslinde la importancia metódica que tenía antiguamente.

No olvidando nunca esta salvedad, el terreno exterior puede considerarse dividido mentalmente en zonas concéntricas á las obras, de radio igual al alcance que se admita. Los alcances totales darían radios enormes, pues los últimos modelos de armas portátiles aceptados en algunos ejércitos de Europa, disparan proyectiles que pueden poner á un hombre fuera de combate á la distancia de 4000 metros y en grado muy superior pueden efectuarlo las piezas de artillería á distancias realmente

enormes. Conviene, pues, distinguir la zona peligrosa de los alcances totales de la de los alcances prácticos, no asignando más que secundario valor á la primera y muy transcendental á la segunda. Puede subdividirse ésta, para los efectos del estudio, del siguiente modo:

- 1.º Zona peligrosa correspondiente al fuego de fusilería.
- 2.º Zona peligrosa correspondiente á la artillería de campaña.
- 3.º Zona peligrosa correspondiente á la artillería ligera de fuego curvo.
- 4.º Zona peligrosa correspondiente á las piezas del tren de sitio de fuego directo.
- 5.º Zona peligrosa correspondiente á las de fuego curvo.

Dentro de cada una de estas zonas, las posiciones pueden ser peligrosas para la plaza ó localidad, pero en grado mayor ó menor. En los diversos casos de la práctica, hay que examinar, en primer término, qué zonas peligrosas deben temerse, en vista de la naturaleza y papel que han de desempeñar las obras proyectadas, y en segundo término, deben marcarse sobre el plano estas distintas zonas peligrosas.

Dentro de cada zona, una considerable extensión de terreno será impropia para el emplazamiento de la artillería enemiga, pero en cambio, en la restante existirán posiciones favorables al adversario. Estas posiciones ó posibles emplazamientos constituyen verdaderas amenazas para las obras que se proyecten, y de aquí que no se pueda desligar la organización y propiedades de éstas de la existencia de esas posiciones.

Además debe tenerse en cuenta que la situación relativa en el horizonte de esos favorables emplazamientos de la artillería enemiga, influye de muy distinta manera en las fortificaciones. En efecto, supuesta la existencia en el terreno exterior de una posición ventajosa para el emplazamiento de la artillería de sitio, hay esencial diferencia, según veremos, entre que las trayectorias formen un ángulo muy agudo con una escarpa, por ejemplo, ó que la encuentren normalmente; que enfilen un adarve ó que vayan á parar, sin obstáculos de ningún género, á espaldas de una obra situada en un frente opuesto. De aquí ha nacido la idea de considerar subdividido el terreno exterior en varios sectores, lo que facilita notablemente el estudio y resolución de los problemas relacio-

nados con la desenfilada y con la acción del terreno exterior sobre las fortificaciones.

Suponiendo que AB sea una línea fortificada, cuyo frente mira hacia M , y que MN sea una normal trazada á dicha línea en su centro O , los sectores en que se divide el terreno exterior son (fig. 7):

1.º El COD , desde el cual ofende el enemigo á la obra con fuegos cuya dirección es próximamente perpendicular al frente de la misma, y se llaman *directos*. Su extensión angular se admite que es de 60° , 30° á cada lado de la normal.

2.º Los DOE y COJ , de 30° cada uno, de donde pueden dirigirse sobre la obra fuegos *oblicuos*.

3.º Los EOI y JOI , constituidos por líneas que forman ángulos de 30° con la prolongación de la magistral AB . La extensión angular de estos sectores es, por consiguiente, de 60° cada uno y los tiros que de ellos proceden se llaman de *enfilada*.

4.º El FOI , de 120° , desde el que se puede batir la fortificación con fuegos de *revés*. En este sector pueden distinguirse los parciales FOG y HOI que dan lugar á fuegos *oblicuos de revés*, y el GOH que los origina más caracterizadamente de *revés*.

Esta clasificación del terreno exterior, como todo lo que significa estrechar en moldes lo que es libre en sus formas, no puede aceptarse en absoluto más que como un modo de expresión, sin que en ella deban basarse deducciones importantes. Cuando el terreno no ofrezca ningún accidente de valor bastará para las aplicaciones la división explicada, pero si dentro de uno de los sectores existe una posición especial, habrá que estudiar su influencia sobre las distintas partes de las obras, prescindiendo de si, por su situación relativa con respecto á ellas, pertenece á tal ó cual sector.

Lo dicho hasta aquí supone que la línea magistral AB es corta, pues de lo contrario no se podrá generalizar á toda ella lo que, como se comprende, únicamente se ha deducido para su parte central y más especialmente para el punto O . En efecto, en la figura 8 puede observarse que siendo C el centro de la magistral AB de gran extensión, los fuegos que procedan de la posición P ofenderán con fuegos directos á la posición central de la obra, serán oblicuos cuando se dirijan á la parte dere-

cha de la misma y de enfilada si van á parar á la izquierda. De estas consideraciones se deduce que el estudio de la acción del terreno exterior sobre las fortificaciones no debe hacerse de una vez para todo un frente de una obra, sino cuando su magistral es poco extensa, pero que en los demás casos se debe hacer un exámen especial, por lo menos en el centro y en los extremos de cada línea.

Las baterías sueltas ú obras destacadas de corto desarrollo superficial, podrán asimilarse á un sólo punto (el centro de las mismas), por lo que á este asunto se refiere, pues no habrá diferencia sensible en los resultados haciéndolo así ó examinando por separado cada una de las líneas.

Observaciones relativas á los diversos sectores.

Dividido el terreno exterior, en la forma explicada, en zonas y sectores peligrosos, siquiera sea esta división puramente convencional, es lógico proceder al exámen detallado del problema, que se puede plantear en los siguientes términos: ¿Cuál es la posición que el enemigo puede ocupar dentro de cada zona y sector que sea más peligrosa para la obra defensiva?

El exámen de este asunto no podemos hacerlo aquí por completo, porque, como veremos inmediatamente, la dirección en el plano, la distancia y la diferencia en altitud están ligadas de modo tan estrecho, que es imposible separar por completo el estudio de la influencia de cada uno de estos datos; por lo que no podremos resumirlos hasta después de haber explicado lo que se refiere á la diferencia de nivel entre la posición del enemigo y la obra defensiva.

Concretándonos, por lo tanto, á ligeras consideraciones, haremos notar, que siendo los fuegos directos, según veremos, los más peligrosos, la desenfilada debería exigir un trazado de las obras tal, que ninguna posición ventajosa exterior cayera dentro del sector de los fuegos directos. Pero como la inversa sería también cierta, no resultarían batidas con fuegos directos de la defensa esas posiciones del enemigo, y como esto sería contraproducente, la desenfilada no puede fijar esta condición, sino que debe aceptar como necesaria la hipótesis de que las obras se

verán batidas con fuegos directos desde las mejores posiciones del sector correspondiente.

Hemos dicho que los fuegos directos son los más peligrosos, y realmente es así. La desenfilada geométrica, como después indicaremos, hace resultar como más peligrosos los fuegos oblicuos; pero á pesar de esta conclusión de la Geometría, debe reconocerse: primero, que en general los fuegos oblicuos parten á igualdad de circunstancias, de más lejanas distancias que los normales, como pone de manifiesto la figura 9, tratándose de una línea recta fortificada, y la 10 si es una línea de fuertes; y segundo, que, como en su lugar veremos, la acción de los fuegos oblicuos sobre las masas protectoras es también menor. Sólo la desenfilada geométrica, reconocidamente histórica, admite una conclusión contraria. No insistimos por ahora más en este asunto, porque hemos de hacerlo cuando tengamos más elementos de discusión para ello.

Los fuegos de enfilada se han considerado, durante un largo período de la historia del arte defensivo, como los más peligrosos de todos los fuegos. Hoy, por efecto de la tradición, que solemniza cuanto toca, aún se respetan; pero es innegable que han perdido su importancia dentro del estado actual de la fortificación.

Mientras no se conoció ó no se adoptó un procedimiento para prevenir sus efectos, tenían extraordinaria gravedad, á causa de que, cogiendo á lo largo un desnudo adarve, podía hacer blanco en las piezas que lo artillaban, á pesar del error en el alcance de los proyectiles. El llamado tiro de rebote ha formado época en la poliorcética, y de aquí que los fuegos de enfilada fueran verdaderamente temidos, y con sobrada razón. Pero desde el instante en que se establecieron paracascos en los adarves, que limitaban el efecto de los proyectiles enemigos al emplazamiento en que caían, menguó la supremacía de los fuegos de enfilada en el ataque de las plazas fuertes; achicóse aún más cuando la fortificación alemana, siguiendo las ideas de Montalembert, alojó la artillería ó parte de ella en apropiadas casamatas; no levantóse ciertamente cuando el general Brialmont, luchando bravamente contra los abaluartistas, preconizó y se hizo el apostol de la fortificación alemana, poniendo la protección de la artillería en las obras defensivas como el primer deber de las fortificaciones, organizando los adarves convenientemente para que

las piezas á barbata no sufrieran los efectos del tiro de enfilada, y finalmente, en la etapa actual de la fortificación, al resucitar las casamatas de mampostería y sobre todo al extenderse el empleo de las metálicas, torres, cúpulas, etc., el célebre tiro de enfilada ha dejado de ser un factor de interés, con el cual haya que contar en el estudio de las obras defensivas, no porque hoy no se pueda llevar á cabo el tiro de enfilada, sino por esa misma sobra de recursos con que cuenta la fortificación para anular sus efectos.

Queda que decir algo de los fuegos de revés, y corroborando lo que antes hemos dicho, reconoceremos también su inferioridad respecto de los directos para batir las obras defensivas, y observaremos también, como en el caso anterior, que si carecen de importancia es porque la fortificación ó parte de ella, concebida de modo que haya de temer los fuegos de revés con carácter realmente peligroso, obedece á un plan falso ó mal entendido. En efecto, la fortificación se emplea hoy en los casos siguientes:

1.º *Para cerrar desfiladeros (pasos en general) de la frontera ó de alguna barrera natural interior.*—La presunción de que una obra destinada á este objeto esté expuesta, con carácter normal, á fuegos de revés, induce á creer que la obra puede ser rebasada por el enemigo, lo que no debe suceder. Ciertamente que se podrá objetar que la obra puede ser rebasada por otro paso defendido que haya sucumbido antes. En esta hipótesis ¡qué pocos frutos dará la defensa de un fuerte barrera que, sea como quiera, es atacado por la espalda!

2.º *Para proteger localidades, constituyendo plazas fuertes.*—Siendo éstas de escaso desarrollo, los fuegos directos para un frente podrían ser de revés para el opuesto. Como hoy no se admite la existencia de plazas pequeñas y menos sin fuertes destacados, tampoco esta hipótesis es admisible. Como caso extraordinario, podrá suceder que una plaza se tome y permanezca algún fuerte en estado de defensa, quedando batido de revés; caso indudablemente fuera de lo ordinario, pues lo natural será que se rinda al poco tiempo de haber sucumbido la plaza.

3.º *Obras para la defensa del litoral.*—Hay que distinguir dos casos: que las obras se hallen realmente en el litoral ó que se encuentren en islote pequeño situado enfrente del mismo. En la primera hipótesis, es

absurdo suponer que la marina podrá atacar las baterías por la espalda, pues si fuera tan complicado el trazado de la costa que lo permitiera, deberían rehuirse emplazamientos tan perjudiciales. Si tan avanzado está, en una península ó islote, como en el segundo de los casos admitidos, es innegable que podrá ser batido desde muchos puntos del horizonte, pero sería ilógico considerar esos fuegos como de enfilada ó de revés, porque una obra de esta naturaleza debe proyectarse considerando como directos, es decir, como muy peligrosos, los fuegos de los diversos sectores.

4.º *Obras provisionales ó de campaña, para la defensa de un frente de batalla.*—Mal escogido estaría si pudieran ser batidas de revés.

En resumen, la fortificación, en el caso más general, ocupa líneas, y la hipótesis de que esa línea sea rebasada es de índole muy extraordinaria. Los fuegos de revés serán, por consiguiente, poco temibles, y contra ellos se deberán tomar únicamente sencillas precauciones. Si las obras son absolutamente aisladas (fuertes-barreras, obras en islotes), ó será también inadmisibile el que puedan rebasarse ó habrá que proyectarlas como si de todos los sectores recibieran fuegos directos.

Hay un caso mixto, es decir, una obra situada en el litoral, que no puede recibir del mar fuegos de revés, pero sí desde tierra. En este caso, la fortificación, por lo que respecta á tierra, tendrá que tratarse como una plaza continental y protegerla por este lado con fuertes destacados ó con la combinación que el problema defensivo terrestre exija.

II.—Situación relativa en altitud.

Preliminares.

Clasificado, por decirlo así, el terreno alrededor de las fortificaciones, queda por estudiar cómo influye la altitud comparada de las baterías atacantes y de las obras atacadas en el efecto de los proyectiles enemigos sobre las segundas.

La acción de éstos depende de sus condiciones intrínsecas (forma, dimensiones, metal de que están formados, carga explosiva, etc.), de la dirección en que hieren á las obras y de su energía mecánica en el momento del choque. La primera y tercera circunstancias son ajenas á la

materia que se incluye en este capítulo, por lo que trataremos de ellas al hablar de las masas protectoras. Aquí sólo hemos de hablar de la dirección en que hieren á las obras.

La división del terreno en sectores permitirá deducir en el plano la proyección de las direcciones peligrosas de los proyectiles para cada parte de la obra, pero no su inclinación considerada en un plano vertical.

Para fijar ésta, recordemos las definiciones fundamentales de la teoría del tiro.

El proyectil lanzado por una pieza de artillería sigue en el espacio un camino curvo que se llama trayectoria.

Suponiendo (fig. 11) que en P se halle la boca de la pieza, el proyectil, de no encontrar ningún obstáculo en su trayectoria, llega á un punto G , llamado *punto de caída*, que se halla situado en la línea horizontal que pasa por la boca de la pieza. Si un obstáculo detiene el proyectil en su camino, el punto de la trayectoria, tal como A , en que tiene esto lugar, se denomina *punto de arribada*. Del mismo modo, si en G no existe ningún obstáculo, el proyectil continuará su camino por debajo del plano horizontal que pasa por la boca de la pieza hasta que encuentre uno en A' , por ejemplo, que le detenga; es decir, que el punto de arribada puede estar más alto, más bajo ó en el mismo lugar que el punto de caída teórico.

En la misma figura y partiendo de la hipótesis sentada, se denominan:

Ángulo de tiro, el que forma el eje de la pieza con la horizontal. Por efecto del disparo, la pieza varía de posición antes de que el proyectil salga del ánima, llamándose ángulo de reelevación, el que forman las dos distintas posiciones del eje de la pieza.

Ángulo de proyección es el $EP C$ que forma la tangente á la trayectoria en el punto P con la horizontal. Resulta este ángulo, por lo dicho, igual á la suma del de tiro y de reelevación.

Alcance es la distancia $P G$ de la boca de la pieza al punto de caída.

Ángulo de caída es el que la tangente en el punto de caída forma con la horizontal. A cada punto de arribada corresponde un ángulo de caída diferente.

Hemos dicho que la inclinación con que los proyectiles caen en las obras, influye notablemente en el efecto que pueden causar en las mismas. Esta inclinación está representada por el ángulo de caída. Es, por lo tanto, un interesante aspecto del estudio de las obras defensivas el conocimiento del ángulo de caída de los proyectiles enemigos. Si el valor de este ángulo fuese constante, constituiría un factor común de todo proyecto de fortificación; pero son tantos los elementos y circunstancias que hacen variar su amplitud, que forzosamente hay que pasar revista á todos ellos, para ver de qué manera influyen en dicho valor.

Elementos de que depende el ángulo de caída.

Examinaremos primero el valor del ángulo de caída en el punto de caída teórico, ó sea el *C* de la figura, tratando después del caso en que se quiera averiguar el ángulo de caída en un punto de arribada cualquiera.

En la primera hipótesis, el ángulo de caída depende:

1.º *De las condiciones de la pieza.*—Basta examinar tablas de tiro relativas á piezas diversas, para comprobar que, aun admitiendo igualdad en las cargas y en los proyectiles, la longitud de las piezas y sus propiedades peculiares influyen en la trayectoria de los proyectiles, y como consecuencia en el valor de los ángulos de caída.

2.º *Del peso del proyectil.*—Si cada pieza sólo tuviera un proyectil reglamentario, esta variación no existiría, pero no sucede así, sino que tienen dos ó más. Los cañones de 32 centímetros, González Hontoria, por ejemplo, que lleva el acorazado *Pelayo* en sus torres, tienen tres proyectiles reglamentarios, á saber: la granada ordinaria de 398 kilogramos; la de segmentos de 402 kilogramos; y la bala-granada de 478 kilogramos de peso, é igual número de proyectiles reglamentarios tienen las demás piezas del mismo buque y cada una de ellas describirá una trayectoria distinta y tendrá un ángulo de caída diferente para el mismo alcance.

3.º *De la carga.*—Tampoco habría que contar con esta variación si cada pieza tuviera para cada proyectil una carga única; pero no siempre sucede así, resultando por esta causa distintos valores del ángulo de caída.

4.º *Con el alcance.*—Para una misma pieza, un proyectil y una carga únicas, el ángulo de caída varía con la distancia á que el blanco se halla de la boca de la pieza. El exámen de una tabla de tiro cualquiera pone de manifiesto entre qué extensos límites tiene lugar la variación. Así, por ejemplo, fijándose en el cañón Krupp de 15 centímetros, reglamentario en nuestro ejército, se observa que, con el proyectil de 28 kilogramos y la carga de pólvora de 6,200 kilogramos, los valores de los ángulos de caída son los siguientes:

ALCANCE.	Ángulo de caída.
A 1000 metros.	1º 50'
A 2000 »	4º 50'
A 3000 »	9º 14'
A 4000 »	14º 25'
A 5000 »	20º 41'

Acudiendo á la tabla que se inserta en el apéndice, se deducirán fácilmente las tangentes de estos ángulos y el valor de las mismas, expresadas por una fracción cuyo numerador sea la unidad:

Alcances en metros.	Tangentes del ángulo de caída.	Fracción que la representa.
1000 metros.	0,032	$\frac{1}{31}$
2000 »	0,084	$\frac{1}{12}$
3000 »	0,163	$\frac{1}{6}$
4000 »	0,257	$\frac{1}{4}$
5000 »	0,377	$\frac{1}{3}$

Si se consideran en globo las variaciones que sufre el valor de los ángulos de caída, teniendo en cuenta el conjunto de las causas que en el mismo influyen, es decir, la clase de pieza, la carga, el alcance, el ángulo de proyección, etc., cuyos elementos están entre sí íntimamente ligados, los resultados aún difieren más entre sí. Por ejemplo, nuestro mortero de bronce comprimido de 9 cm., con proyectil de 6,3 kg., el ángulo de proyección de 60º, y carga de 0,37 kg., da origen, con un alcance de 1755 metros, á un ángulo de caída de 72º 44'.

Como se ve, al decir ángulo de caída de los proyectiles que pueden

caer en una obra, no se dice nada, ó casi nada, si no se precisan otros datos. Y, sin embargo, téngase en cuenta que sólo hemos tratado del valor del ángulo de caída del proyectil entero (no de sus fragmentos ó partes integrantes) en el punto de caída teórico.

Líneas de situación.

Para calcular el ángulo de caída en un punto cualquiera de arribada, recordaremos que se da el nombre de línea de situación á la que une la boca de la pieza ú origen de la trayectoria con el punto de arribada. En la figura 11 la línea PA es la línea de situación del punto A , porque conocida la longitud é inclinación de dicha línea, queda determinada la del punto A con relación á P .

Aunque en el terreno de la ciencia pura no, en la práctica puede tomarse la porción de trayectoria PA como la que corresponde á un alcance de la longitud PA , contado horizontalmente. Es decir, que podrá tomarse como valor del ángulo $M A P$ el que den las tablas de tiro para valor del ángulo de caída correspondiente á un alcance de la longitud PA . Pero el ángulo $M A P$ no es el ángulo de caída en el punto de arribada A , sino que lo es el $M A N$, diferencia entre el $M a P$ y el $N a P$. Pero siendo $N A P = A P C$ resulta, en definitiva, que el ángulo de caída en el punto de arribada A es igual al que dan las tablas para un alcance PA , ménos el valor del ángulo que la línea de situación forma con la horizontal, ó sea el ángulo de situación del punto A .

Las mismas consideraciones aplicadas al punto A' , que se encuentra más abajo que la boca de la pieza, prueban que el ángulo de caída en este punto de arribada es igual al ángulo de caída que dan las tablas para un alcance PA' , más el valor del ángulo de situación.

Esto introduce una nueva causa de variación, que puede ser sumamente extensa, haciendo aumentar ó disminuir, según los casos, el valor del ángulo de caída. Pero el ángulo de situación depende, á su vez, de otras dos cantidades: la diferencia de altitud entre la boca de la pieza y el punto de arribada y la distancia horizontal que separa ambos puntos. Este cálculo puede dar infinitos resultados, puesto que infinitas pueden ser las diferencias de nivel y las distancias, por lo que es imposible formar una tabla que comprenda todos los casos; pero para apreciar la in-

fluencia de las alturas sobre las obras, según la distancia á que se encuentren, hemos apuntado datos que darán suficiente idea de aquélla.

DISTANCIAS EN METROS.	DIFERENCIAS DE NIVEL EN METROS.					
	10	50	100	200	300	
100.	5° 45'	26° 35'	»	»	»	Angulos de situación.
500.	1° 10'	5° 45'	11° 20'	»	»	
1000.	0° 35'	2° 55'	5° 45'	11° 20'	16° 45'	
2000.	0° 18'	1° 25'	2° 55'	5° 45'	8° 35'	
3000.	0° 12'	0° 55'	1° 55'	3° 48'	5° 45'	
4000.	0° 9'	0° 42'	1° 28'	2° 55'	4° 19'	
5000.	0° 7'	0° 35'	1° 10'	2° 20'	3° 30'	
6000.	0° 6'	0° 29'	0° 36'	1° 54'	2° 55'	

Los resultados para alguno de los datos apuntados no se han escrito, por ser, por ejemplo, una hipótesis inadmisibile la dominación de 300 metros, siendo la distancia horizontal de 100 metros ó de 500. Otros de los valores que en la tabla figuran, son igualmente absurdos por la misma razón, pero se han dejado para poner de manifiesto, que el estudio tan sencillo de las líneas de situación es bastante para hacer comprender las malas cualidades de ciertas posiciones situadas bajo los fuegos de una altura próxima.

Poniendo el problema en condiciones racionales veremos la influencia que tienen las diferencias de nivel de 10, 50, 100, 200 y 300 metros en los ángulos de caída del proyectil disparado por el cañón Krupp de 15 cm., cuyos valores se han citado en este mismo apartado para los alcances de 1000 á 5000 metros.

Alcance: 1000 metros.

Angulo de caída, siendo la diferencia de nivel de 10 metros.	}	$1^{\circ} 50' + 0^{\circ} 35' = 2^{\circ} 25'$
Idem, siendo de 50 metros.		$1^{\circ} 50' + 2^{\circ} 55' = 3^{\circ} 45'$
» » de 100 »		$1^{\circ} 50' + 5^{\circ} 45' = 7^{\circ} 35'$
» » de 200 »		$1^{\circ} 50' + 11^{\circ} 25' = 13^{\circ} 15'$
» » de 300 »		$1^{\circ} 50' + 16^{\circ} 45' = 18^{\circ} 35'$

Los ángulos de caída crecen, como se ve y es lógico, con la diferencia de nivel, aunque no llegan á rebasar el valor de $20^{\circ} 41'$ que tiene el ángulo de caída del mismo proyectil para el alcance de 5000 metros, cuando la línea de situación es horizontal.

Alcance: 5000 metros.

Angulo de caída siendo la diferencia de nivel de 50 metros.	}	$= 20^{\circ} 41' + 0^{\circ} 35' = 21^{\circ} 16'$
Idem para 100 metros. . . . .			$= 20^{\circ} 41' + 1^{\circ} 10' = 21^{\circ} 51'$
» » 200 »		$= 20^{\circ} 41' + 2^{\circ} 20' = 23^{\circ} 01'$
» » 300 »		$= 20^{\circ} 41' + 3^{\circ} 30' = 24^{\circ} 11'$

Examinando estas series de valores de los ángulos de caída se nota que para las grandes distancias, aun tratándose de diferencias de nivel que son de importancia, el aumento que sufre el ángulo de caída por la inclinación de la línea de situación no es excesivo. Sin embargo, téngase en cuenta, en cambio, que son aumentos sobre un valor que ha llegado á un tipo elevado por las mismas condiciones de la trayectoria, por lo que las alturas, tanto si son próximas como lejanas (dentro de la zona peligrosa), han de estudiarse para determinar su influencia sobre las obras y organizarlas en consecuencia.

Comparando los resultados del cálculo cuando crecen las diferencias de nivel entre la pieza y el blanco y examinando al mismo tiempo las tablas de tiro de una misma pieza cuando varían las cargas de proyección y el peso de los proyectiles, se llega á las siguientes conclusiones:

- 1.º El ángulo de proyección disminuye cuando aumenta la carga.
- 2.º Aumenta con la longitud de la línea de situación, ó sea el alcance.
- 3.º Aumenta con el ángulo de situación.
- 4.º El ángulo de situación es tanto menor cuanto mayor es la línea de situación y crece con la diferencia de nivel entre la pieza y el punto de caída.
- 5.º El ángulo de caída aumenta á medida que se aleja la pieza enemiga.
- 6.º Disminuye con el aumento del ángulo de situación.
- 7.º A igualdad de carga, aumentando el peso del proyectil, aumenta

la curvatura de la trayectoria, y por lo tanto, crecen los ángulos de proyección y de caída.

Desenfilada geométrica.

Avanzando un paso más en esta vía entraríamos de lleno en la desenfilada dogmática, en los procedimientos históricos de la desenfilada, no menos anticuados hoy, á pesar del dorado brillo que les proporciona la sencillez que se ha llegado á conseguir en el método gráfico de resolver sus problemas.

La desenfilada histórica, en la forma en que ha llegado á nuestros días, dice: si es posible conocer los ángulos de caída de los proyectiles por medio de las tablas de tiro de las piezas; si es sencillo corregir el valor de este ángulo cuando se supongan colocadas las piezas en alturas peligrosas; si se puede tener en cuenta, al proyectar las obras, el valor del ángulo de caída total, podrán combinarse las obras defensivas de modo que se hallen en las mismas condiciones que si esas alturas no existieran. Conclusión reñida, en absoluto, con los principios del arte militar, reñida con la lógica, reñida con los ejemplos históricos, reñida con todo menos con la Geometría, ciencia respetable que es anómalo invocar en asuntos que no caben dentro de su jurisdicción.

Y el absurdo es evidente además por partirse de premisas erróneas. Es cierto que se puede calcular para cada pieza y para las distintas situaciones de las mismas, el ángulo de caída de los proyectiles que disparan; pero no es menos exacto que, considerando la artillería enemiga como una entidad—que así debe considerarse—los ángulos de caída pueden variar desde ser nulos ó casi nulos, hasta valer muy cerca de 90° , y esto admitido ¿qué importa el cálculo geométrico y teórico, si siempre resulta que pueden caer proyectiles sobre una obra con todas las inclinaciones? ¿Qué importará que se dibuje en los proyectos una línea inclinada $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ ó $\frac{1}{5}$ y se imagine que de este modo se representa algo concreto, si la realidad de los hechos pone de manifiesto que podrán llegar á las obras proyectiles que no respeten ese *non plus ultra* puramente ideal, estampado convencionalmente en los proyectos?

Podría caerse en un grave error exagerando las consecuencias de estas afirmaciones. Cabría decir: si á pesar de todos los cálculos y de las

hipótesis todas, pueden caer en una obra proyectiles con inclinaciones comprendidas entre 0° y 90° , no hay que parar mientes en la existencia de alturas peligrosas en la proximidad de las obras; con lo cual, al condenar la desenfilada geométrica se llega por opuesto camino á la absurda conclusión de admitir que pueden erigirse obras defensivas en tales condiciones desfavorables, reuniendo las mismas garantías que si esas alturas peligrosas no existieran.

Este error sería evidente si tuviéramos que hacer aquí punto final en el estudio de la desenfilada, en el concepto que hoy debe tener, y también lo sería si no existiese el arte militar en sus diversas ramas. Pero todo el arte militar pregona, y los principios que se indicarán de la desenfilada moderna confirmarán, que jamás debe suponerse que una posición dominada se halle en idénticas condiciones que otra que no lo está; de modo que si de la desenfilada geométrica, si de la desenfilada histórica se deduce otra cosa, peor para ella.

Manteniendo la cuestión en su verdadero punto medio, hay que sentar:

1.º Que es absurdo partir, para el cálculo de la desenfilada de las obras defensivas, de una inclinación fijada *a priori*, que se suponga ser la del último elemento de la trayectoria de los proyectiles enemigos, puesto que el enemigo puede variar entre límites extensísimos esa inclinación hasta llegar á conseguir que aquéllos caigan casi verticalmente.

2.º Que el problema puramente convencional de la desenfilada debe substituirse por un estudio racional hecho en cada caso particular, para deducir, en vista de la situación de la obra con respecto al terreno exterior y teniendo en cuenta las condiciones de la artillería propia y del enemigo, la importancia de la obra proyectada, etc., etc., qué procedimientos sean los mejores para desenfilas las diversas partes de la fortificación. Transformar la receta en discusión razonada, la fórmula en estudio detenido, es lo que debe proclamar la desenfilada moderna.

Caso particular de las baterías de costa.

El problema de la defensa de costas ofrece circunstancias tan diferentes de las que se presentan en las fortificaciones continentales, que no es posible dejar de hacer salvedades á cada momento para tratar de ellas.

La principal circunstancia que respecto al asunto que estamos tratando tiene lugar, es la de que, en la gran mayoría de casos, está la batería terrestre más elevada que las piezas de los buques. Como dato, que se aproximará al máximo de la cota á que puede encontrarse la artillería de la marina sobre el nivel del mar, citaremos los cañones de 8 pulgadas (20 centímetros) que lleva el crucero *Baltimore*, de los Estados Unidos, en su castillo de proa, situados á 27,5 pies (8,38 metros) sobre la línea de flotación. Ahora bien, una batería de costa, salvo en casos excepcionales, estará situada siempre á mayor altura sobre el nivel del mar, y por lo tanto, en la casi totalidad de los casos, para obtener el ángulo de caída de los proyectiles en las baterías terrestres, habrá que restar del ángulo que den las tablas el valor del ángulo de situación.

Cuando las baterías terrestres están muy elevadas sobre el nivel del mar y los buques hacen fuego desde distancias relativamente pequeñas, puede suceder que el ángulo de caída resulte negativo, es decir, que haya que contarle sobre la horizontal.

Un ejemplo aclarará más este caso particular. Supongamos que el cañón Krupp, de acero, de 26 centímetros, dispara su proyectil de 275 kilogramos con la carga de 87 kilogramos de pólvora prismática parda, contra un blanco situado 40 metros más alto que la boca de la pieza y á una distancia de 2000 metros. La tabla de tiro dice, tratándose de líneas de situación horizontales, como siempre, que el ángulo de proyección tendría que ser de $2^{\circ} 7'$, y el de caída resultaría de $2^{\circ} 34'$.

El valor del ángulo de situación se calculará del modo siguiente. Sea ab (fig. 12) la línea de situación, que suponemos, forzando las proporciones de la figura, de una longitud de 2000 metros; bc , la diferencia de nivel entre la pieza y el blanco, y el ángulo s , el de situación.

El valor de s puede conocerse desde el momento que conocemos el valor de su seno bc y el del radio ab , que son respectivamente, en nuestro ejemplo, 40 y 2000 metros. Reduciendo ambos valores á la unidad, para lo que hay que dividir por 2000, se tiene que en el radio 1 el valor del seno (40 metros) se reduce á 0,02, y acudiendo á la tabla de senos naturales (1) se encuentra, para valor del arco correspondiente, $1^{\circ} 10'$.

(1) Al fin del presente estudio se hallará esta tabla,

En su consecuencia, el definitivo ángulo de proyección será:

$$\begin{array}{r} 2^{\circ} 7' \text{ (dado por la tabla de tiro);} \\ + 1^{\circ} 10' \text{ (valor del ángulo de situación).} \\ \hline 3^{\circ} 17' \text{ ángulo de proyección.} \end{array}$$

El ángulo de caída, que es el que nos ofrece mayor interés, se obtendrá también fácilmente:

$$\begin{array}{r} 2^{\circ} 34' \text{ (ángulo de caída que dan las tablas);} \\ - 1^{\circ} 10' \text{ (valor del ángulo de situación).} \\ \hline 1^{\circ} 24' \text{ ángulo de caída.} \end{array}$$

Hecho el cálculo para la misma pieza, tirando desde 1000 metros al mismo blanco, se obtendría:

$$\begin{array}{r} 0^{\circ} 59' \text{ (ángulo de caída que da la tabla);} \\ - 2^{\circ} 20' \text{ (ángulo de situación).} \\ \hline - 1^{\circ} 21' \text{ ángulo de caída.} \end{array}$$

Es decir, que el ángulo verdadero de caída nos indica, con su valor negativo, que hay que contarlos *sobre la horizontal*.

Cuando, en la figura citada, en vez de conocer la distancia ab entre la pieza y el blanco, se conozca la ac , proyección de la anterior, el valor del ángulo s se deducirá por el valor de la tangente bc del arco, cuyo radio es ac , después de reducirla á la unidad.

Supuesto en la misma pieza de los ejemplos anteriores que ac sea igual á 3000 metros y bc continúe siendo igual á 40, se tiene:

$$\text{Valor de la tangente, reducido á la unidad, } \frac{40}{3000} = 0,0133.$$

Acudiendo á la tabla de tangentes, se encuentra, para valor del ángulo correspondiente, 45', que es el ángulo de situación. El resto del cálculo para determinar el ángulo de caída es, por supuesto, igual á los casos anteriores.

Si se quisiese convertir el valor del ángulo de caída en una fracción ordinaria de numerador igual á la unidad, que es como suele representarse, se procedería del siguiente modo. Sea, por ejemplo, un ángulo de

caída de $4^{\circ} 15'$. La tangente de este ángulo, supuesto el radio igual á la unidad, es (véase la tabla) 0,0743. Expresando esta cantidad en fracción ordinaria se tiene: $0,0743 = \frac{743}{10.000} = \frac{1}{10.000 : 743} = \frac{1}{13,5}$.

Para mayor facilidad en las aplicaciones se han reunido en una tabla, á que antes nos hemos referido, los valores de los ángulos en grados sexagesimales, de cinco en cinco minutos desde 0° á 90° , los senos y tangentes naturales, y las fracciones ordinarias equivalentes á estas últimas.

Hemos dado algunos detalles relativos á este caso particular porque la frecuencia con que las baterías de costa ocupan cotas elevadas y la falta de artillería de fuegos curvos en los buques (pues hasta el presente no se ha generalizado su empleo, ni significaría gran cosa que algunos buques llevaran un muy pequeño número de piezas de esta clase), hacen que en el estudio de ellas tenga mayor interés el conocimiento de los ángulos de caída; puesto que en las condiciones dichas, cuando el ángulo de caída es negativo, es decir, que la trayectoria pasa *ascendiendo* por encima de las obras, lo que no hagan los proyectiles en el punto de llegada (para lo cual el tiro ha de ser extremadamente preciso), no lo harán ya en el resto de su camino, lo que origina favorabilísimas condiciones para la desenfilada.



CAPÍTULO IV.

Desenfilada por la dificultad de precisar y utilizar el tiro.

GENERALIDADES.—FALTA DE PRECISIÓN EN EL TIRO DEBIDA Á LA DISTANCIA.—FALTA DE PRECISIÓN DEBIDA Á LA DIFICULTAD DE CORREGIR EL TIRO.—Desenfilada de las vistas.—Idem por la dificultad de observar el punto de caída de los proyectiles.—Idem por la dispersión de las obras.—Idem por la movilidad.—Idem por el alejamiento de la artillería.—Idem por el desplazamiento de la lucha.—Idem por la reducción del tamaño de las obras y del material.—Idem por procedimientos varios.—CAUSAS DIVERSAS QUE HACEN DISMINUIR LOS EFECTOS DEL TIRO.

Generalidades.



HAY un cúmulo de circunstancias de difícil clasificación, que aisladamente y en conjunto tienden á dificultar que el enemigo utilice convenientemente los proyectiles que lanza sobre las obras, ya por no poder precisar el tiro, ya porque con adecuados procedimientos se haya hecho lo posible por aminorar los efectos de aquellos. Puede decirse, que la nota característica de la desenfilada moderna no es el empleo de tal ó cual artificio geométrico para resolver los problemas, sino que tiene por norma el aprovechar todas las circunstancias que pueden contrariar el efecto del tiro enemigo.

Estas circunstancias hemos dicho que son difíciles de clasificar á causa de su indeterminación y por depender de las condiciones de cada caso particular. Las principales que aquí discutimos serán las siguientes:

- 1.^a Falta de precisión en el tiro debida á la distancia.
- 2.^a Falta de precisión debida á la dificultad de corregir el tiro.
- 3.^a Causas diversas que hacen disminuir los efectos del tiro.

En realidad, la desenfilada teórica es una ciencia contraria á la balística, y la desenfilada práctica lo es á la teoría y á las reglas de tiro. Así, todo lo que tiende á simplificar la ejecución del tiro en buenas condiciones, se opone á los fines de la desenfilada, y todo lo que contra-

ría aquella ejecución, debe considerarse como recurso de desenfílada, tan importante como pudiera serlo anteriormente el fundado en los más rigurosos métodos de la geometría.

Falta de precisión en el tiro, debida á la distancia.

Si el tiro de la artillería fuera matemáticamente preciso y la puntería perfecta en todos los casos, el proyectil llegaría siempre al blanco, cualesquiera que fueran las dimensiones de éste. Faltando la precisión, una parte mayor ó menor de los proyectiles disparados no va á parar al blanco; éste queda, por lo tanto, desenfílado parcialmente por la falta de precisión del tiro. El ingeniero que proyecta una obra, no debe olvidar este elemento de la desenfílada ó ha de discutirlo cuando menos en cada caso, para despreciarlo, si resulta insignificante, para tenerlo muy en cuenta, si es de consideración.

Claro es que tratándose de un blanco extremadamente grande, como, por ejemplo, una ciudad, por poca que sea la precisión del tiro se aprovecharán casi todos los proyectiles; pero si nos referimos á obras de fortificación, hay que tener presente que aunque, por ejemplo, un fuerte ocupe una extensión equivalente, quizá, á la sexta parte de un kilómetro cuadrado, blanco que no es, ni con mucho, pequeño, debe considerarse que aún cayendo muchos proyectiles en este espacio, la mayor parte no producirán el menor efecto. Cuando se cañonea una población con el objeto de rendirla en un corto período de tiempo, nada importa averiguar sobre qué parte de la misma ha caído un proyectil; pero en el fuego contra las obras, hay que perseguir un objeto determinado, que será, por ejemplo, demoler tal trozo de escarpa para producir una brecha practicable; desmontar la artillería del frente ó saliente que se quiera atacar, etc., etc., y todo proyectil lanzado con uno de estos objetos que caiga antes ó después de lo debido ó se desvíe á la derecha ó izquierda de su objetivo, en muchos casos, no producirá gran daño, y en otros no será éste de trascendencia. Esto corrobora la importancia que, conforme hemos dicho, hay que conceder á la precisión del fuego de artillería, sobre la que hemos de decir alguna palabra.

Supuesta una pieza que haga fuego varias veces con el mismo pro-

yectil é igual carga y ángulo de proyección, teóricamente todos los disparos deberán confundirse en uno mismo; pero en la práctica no sucede así, sino que se distribuyen en una extensión tanto menor cuanto mayor es la precisión de que es susceptible la pieza.

El centro de gravedad de todos los impactos, suponiendo como es de rigor que se les asigne una masa igual, es lo que se llama *centro de impactos* ó *centro de tiro* y á este punto se refieren todos los datos relativos á á la precisión.

Por las experiencias hechas con una pieza de artillería determinada, después de anotar el desvío de todos los impactos con respecto al centro de tiro, se puede calcular el desvío medio, y construyendo sobre el doble de este desvío un rectángulo que tenga por centro el de tiro, en él se encontrará el 50 por 100 de los impactos, ó sea que quedará determinada la porción del blanco sobre la que caerán la mitad de los proyectiles que contra él se disparen. Aplicando el cálculo de probabilidades á estos resultados, se puede predecir el tamaño de la zona en que caerán un tanto por ciento ó por mil cualquiera de proyectiles, admitiendo, finalmente, que el *rectángulo de dispersión de los disparos*, ó sea aquél en que están contenidos prácticamente todos los impactos, tiene sus lados cuatro veces mayores que los del de la zona del 50 por 100, ó sea una extensión dieciseis veces más grande; lo que da una idea bastante clara de la ley de dispersión de los proyectiles.

Puede calcularse también, por medio de las reglas que proporciona la balística, la probabilidad que hay para que un proyectil de una pieza de la cual se conoce la precisión del tiro, dé contra un blanco de figura y extensión determinadas; pero nótese bien que en todos los casos y para todos los problemas hay que partir de los datos de experiencia como base del cálculo. Estos resultados sólo pueden vulgarizarse publicándolos con las tablas de tiro, como modernamente se va haciendo, ya que su conocimiento es de tanto interés para el oficial de artillería que ha de usar las piezas, como para el ingeniero que debe procurar librar á las obras de sus efectos. Por desgracia, hasta hace poco se ha mirado con mucho desvío este asunto, y las tablas de tiro, lejos de ser un resumen completo de todos los datos necesarios para tener exacto conocimiento de la pieza y de los efectos que sus proyectiles pueden producir, no pasan de

meras tablas para tirar, que á veces no contienen ni la mitad de las cifras que todo el mundo considera necesarias (1).

El estudio comparativo de las zonas del 50 por 100 de los impactos para diversas piezas de sitio y distintas distancias, proporciona datos valiosos para que en cada caso se pueda deducir, con perfecto conocimiento de causa, la extensión de terreno anterior á las obras que debería considerarse como peligrosa. Aquí nos limitaremos á hacer algunas consideraciones generales sobre la influencia que la distancia puede tener en la precisión del tiro, que es lo que en este momento nos interesa principalmente.

Supongamos en primer lugar que se trata de tiros extremadamente precisos, esto es, que el proyectil va á parar precisamente al centro matemático de tiro. Pues aún en este caso, los errores en la puntería influyen tanto más, cuanto mayor sea la distancia. En efecto, sean (fig. 13) AB una línea de situación, y BC el blanco que se ha de herir. Supuesto el tiro extremadamente preciso, aunque la puntería esté ligeramente equivocada, se alcanzará el objeto mientras la línea de situación no salga de entre las AC y BA que comprenden el blanco. Pues bien, con el mismo error angular en la puntería, el blanco queda completamente inmune si se traslada á una mayor distancia, y supuesto que $A'B' = 3AB$, la probabilidad de que sea herido será tres veces menor si se trata de líneas, nueve veces si es una superficie el blanco, y menor aún si es un volumen.

Supuesta, por el contrario, la puntería matemáticamente hecha, examinemos el efecto de la falta de precisión del tiro. Supóngase, en la figura siguiente: AB , alcance máximo de una pieza, y ACB y $A'C'B'$, las trayectorias extremas entre todo el haz de dispersión debido á las irregularidades del tiro. La probabilidad de acertar un blanco de extensión determinada, es tanto menor cuanto mayor sea la distancia $B'B$. Pues bien, suponiendo que las distancias de tiro van disminuyendo, las trayectorias nuevas no son, como teóricamente se demuestra, más que una

(1) Sabido es cuánto ha contribuido la iniciativa individual del Sr. Coronel, Comandante de Ingenieros, D. Joaquín de La Llave á proporcionar á los oficiales del Cuerpo una série de datos relativos á la artillería, por él deducidos, sin cuyo conocimiento no se concibe modernamente el estudio de una obra defensiva.

parte de las que corresponden á los alcances máximos, por lo que estarán limitados por líneas tales como las $A b$, $A c$, $A d$, verificándose que las distancias $d' d$, $c' c$ y $b' b$ crecen con el alcance.

Reuniendo ambas causas de error, la de la puntería y la de la irregularidad del tiro, se aumenta más la disminución de precisión con la distancia, sobre todo teniendo en cuenta, que cuanto más lejos está el blanco, es también más difícil de ser apreciada aquélla con relativa exactitud.

La aplicación práctica de estas consideraciones á casos concretos, conducirá á determinar el valor de muchos elementos de las obras defensivas. En las experiencias de los polígonos, se supone á veces que varios proyectiles van á parar á una plaza, muro, bóveda, etc., y que los impactos quedan á pocos centímetros unos de otros. Aceptando estos resultados en la práctica real y efectiva, el ingeniero debiera confesarse vencido: nada es posible oponer á una série de proyectiles que hiere un objeto determinado en el mismo sitio: las casamatas son inútiles, si la precisión de la artillería es tanta, que gran número de proyectiles entran por las cañoneras, etc., etc. El estudio de la precisión del tiro hace volver las cosas al campo de la realidad, afirmando que el tiro de la artillería, por preciso que sea, va perdiendo su precisión á medida que crece el alcance, y que lo que en las experiencias de los polígonos resulta incapaz de resistir el fuego prolongado de la artillería, en la guerra podrá prestar muy buen servicio. La distancia es, por lo tanto, uno de los más importantes elementos de la desenfilada en el sentido que debe darse hoy á esta palabra.

Falta de precisión debida á la dificultad de corregir el tiro.

Sin prejuzgar lo que el incesante progreso de las ciencias y de la industria podrá resolver en lo porvenir, es hoy un hecho indudable que el tiro de la artillería, efectuado partiendo de los datos obtenidos *a priori*, y considerando un disparo aislado, no es preciso á distancias algo considerables, es decir, que el proyectil lanzado en estas circunstancias distará mucho, por regla general, de herir al blanco en el punto á que se había dirigido la puntería.

La precisión del tiro descansa en la *corrección*, es decir, que se admite que siendo probablemente las mismas las causas de error que pueden influir en una serie de disparos, si se corrige la puntería, en vista de los resultados de los primeros, se hará desaparecer en los restantes de la serie la mayoría de las causas de error. La experiencia prueba, efectivamente, que así se llega á poder efectuar un tiro extremadamente preciso, que es lo que caracteriza á la artillería moderna.

Podrá argüirse que la *corrección* no es indispensable por existir el tiro indirecto que prescinde de ella. Esta idea, que en algún tiempo estuvo muy en boga, puede considerarse que ha pasado á la historia. Podrá, en casos particulares, utilizarse el fuego de la artillería contra blancos invisibles; pero en la práctica se considera imposible que el tiro indirecto produzca resultados medianamente eficaces. No citaremos aquí opiniones en pró de este aserto: todos los artilleros que de tiro han escrito recientemente, todos los reglamentos de tiro que se han publicado, todos los que han hablado de los efectos del fuego de la artillería *fuera de los polígonos*, están contestes en la afirmación anterior.

En cambio, el tiro efectuado con puntería indirecta, es decir, en que desde la pieza no se vea el blanco, pero éste pueda ser observado desde un punto que esté en relación con la batería, se ha considerado siempre, y se sigue considerando, de indiscutible utilidad.

Para el primero, todos los sistemas de efectuarlo, por razonables que parezcan en teoría, son malos en la práctica; el segundo se realiza con sencillez, sea cualquiera el método adoptado.

Es decir, que es más importante la *corrección* del tiro que la puntería. De ésta puede prescindirse, y se prescindirá muchas veces; de la primera no. Hasta puede efectuarse el tiro contra un blanco que se halla á una distancia desconocida, pues el mismo tiro hace de telémetro, aun tratándose del fuego de fusilería contra masas. El tiro de piezas de pequeño calibre puede dar, por su observación, datos precisos para llevar á cabo útilmente el de las más importantes, pero siempre, y permítansenos insistir, siempre partiendo de la idea fundamental de que se podrá observar el blanco y ver la situación de los puntos de caída de los proyectiles con respecto al mismo.

Partiendo de esto, puede sentarse la conclusión, evidente por sí misma, de que todo lo que tiende á dificultar la observación de los efectos del tiro, impide la corrección del mismo y favorece la desenfilada. Habrá, por lo tanto, un método de desenfilada de las fortificaciones, método eminentemente racional, que buscará la protección de las obras empleando los artificios que dificultan la corrección del tiro enemigo.

Algunos de estos artificios podrán ser los siguientes:

(a) LA DESENFILADA DE LAS VISTAS.—Si el blanco no puede verse, las condiciones impuestas por la desenfilada quedan altamente satisfechas. La desenfilada de las vistas, despreciada y pasada de moda, vuelve, como sucede en casi todas las teorías, á adquirir un gran valor; tan grande, que jamás pudo tenerlo igual en los tiempos históricos del arte defensivo. El concepto era entonces distinto. Estar una obra desenfilada de las vistas era lo mismo que estarlo de los fuegos. Hoy no puede aceptarse esta teoría, pero sí puede afirmarse que el tiro de cualquier clase, efectuado contra objetos que no se divisan, dista mucho de ser preciso y pierde, como consecuencia, una gran parte de su eficacia.

Es singular, y digno de fijar la atención, este cambio producido en las ideas. La desenfilada de los fuegos por procedimientos artificiosos, ha caído en completo descrédito, hasta el punto que apenas hay nadie que se atreva á defenderla, y en cambio, la desenfilada de las vistas, con éste ó con otro nombre, que esto no hace al caso, informa todos los reglamentos alemanes últimamente publicados y se considera como el único recurso defensivo en muchos casos. Ocultarse detrás de cualquier cosa, borrar las trazas de las obras, enterrarse, suprimir los relieves, etc., etc., son frases dispersas, escritas en todas partes, y pregonando en conjunto que debe huirse de todo lo que puede hacer fijar la puntería y de todo lo que permita observar el efecto de los disparos.

Despréndese de aquí una condición muy conforme con las enseñanzas del arte militar, cosa que no suele suceder con las conclusiones de la desenfilada geométrica; la de que las alturas próximas, por lo mismo que contrarían la desenfilada de las vistas, son contrarias al espíritu general de la fortificación. Es, de consiguiente, *absolutamente imposible* construir plazas en lugares dominados, como si los puntos dominantes no existieran, y donde se ha olvidado que la falta de dominación de una

obra, con respecto al terreno de los alrededores, es necesaria, se han tocado las malas consecuencias del olvido. Durante el sitio de París de 1870-71, únicamente el fuerte de Mont-Valérien logró ofrecer gran resistencia, por lo mismo que dominaba el terreno de los alrededores, mientras que los demás, dominados, ó poco menos, recibían un número enorme de proyectiles, cuatro veces mayor del que podían disparar, cosa que no hubiera sucedido si dominando los fuertes á las baterías de sitio, pudieran haber hecho fuego preciso sobre sus piezas.

En la práctica, el ingeniero puede echar mano de algunos medios para utilizar la desenfilada de las vistas. Tales serán, por ejemplo:

1.º Aprovechar para la colocación de las obras de carácter pasivo, es decir, que no han de tener vistas sobre el exterior, los pliegues del terreno situado detrás de la fortificación. Este método será aplicable á los alojamientos, almacenes, y aun á las baterías de fuegos curvos. Las obras proyectadas en estas condiciones podrán estar construídas con mayor sencillez que las expuestas al fuego y vistas del enemigo. Los espesores de muros y bóvedas y los de las envueltas de tierra, podrán ser menores. Los almacenes de pólvora no deberán, por supuesto, entrar en esta categoría, pues cualquiera que sea su situación se han de construir con la mayor suma de precauciones posible.

2.º Utilizar, en los mismos casos y con fines análogos, el espacio protegido por las partes de las fortificaciones más avanzadas, como sucede con el recinto de las plazas fuertes, que dejan á sus espaldas un espacio desenfilado de las vistas, etc.

3.º Establecer á propósito masas de tierra ú otros materiales; de aplicación, principalmente, para desenfilar la entrada de repuestos ó alojamientos, ó para dificultar las vistas de revés sobre una obra.

4.º Hacer plantaciones de árboles, que sirvan como de pantalla, que no imposibiliten ni el fuego ni las vistas de las fortificaciones sobre el enemigo. Su importancia se ha reconocido siempre y deberán emplearse en bermas, algunas partes de los glásis, y en el interior de muchos fuertes.

5.º Aun tratándose de obras que han de tener vistas sobre el enemigo, puede sacarse fruto de la desenfilada de las vistas. El reglamento alemán para la ejecución de los trabajos de fortificación de campaña

previene que se sitúen las baterías á retaguardia de las crestas, de modo que el enemigo las divise lo menos posible. Esto conduce á la necesidad de colocarlas en el centro de las mesetas, y la guerra de 1870-71 probó que esta situación es muy peligrosa para los artilleros si cae un proyectil en la batería; pero á pesar de todo, el último Reglamento, de 6 de abril de 1893, insiste en tratar de evitar que se divisen las baterías.

(b) DESENFILADA POR LA DIFICULTAD DE OBSERVAR EL PUNTO DE CAÍDA DE LOS PROYECTILES.—Para conseguir este resultado, conviene evitar en las obras defensivas todo lo que pueda fijar la puntería del enemigo sobre puntos interesantes. La existencia de dos traveses altos determinará la posición de una pieza entre ambos, etc. En la práctica convenirá, por lo tanto, según los casos:

1.º Evitar todo relieve que dé idea de la situación de las obras.

2.º Procurar, en caso de que éstas existan, crear otros relieves artificiales delante de las baterías, que desorienten al enemigo sobre la verdadera situación de aquéllas.

3.º Harmonizar de tal manera el color de las obras con el del terreno en que se asientan y el del fondo sobre que se proyectan, que el enemigo no llegue á percibir diferencias que le permitan fijar bien el objetivo de sus tiros. Las plantaciones de yerbas serán las más propias para realizar este objeto, que el ingeniero ha de procurar conseguir *con amor*, para lo cual, asimilándose al artista que apartándose del cuadro en que está trabajando, lo estudia para procurar encontrar los defectos que en él pudiera hallar el observador, ha de alejarse también de la fortificación, ocupar las posiciones en que el enemigo podrá colocar más convenientemente su artillería, y examinar cuidadosamente el aspecto de las obras, para ver qué partes se destacan más y de qué modo podrían disimularse y confundirse con el terreno.

Existirán algunas superficies que por su misma regularidad se pondrán de manifiesto, y en este caso, si la estética de las obras impide alterar sus formas, tendrá que dejar consignado en la memoria que escriba sobre su defensa, los trabajos que habrá que practicar para hacer desaparecer este defecto cuando exista verdadero peligro.

En absoluto, es imposible hacer la enumeración de todos los medios que en cada caso podrán contribuir á que el enemigo no pueda observar

los efectos del tiro. No continuar la enumeración de ellos no indica, de consiguiente, que se consideren agotados.

(c) **DESENFILADA POR LA DISPERSIÓN DE LAS OBRAS.**—Las dificultades anejas á la corrección del tiro se hacen más grandes cuando el objetivo de la artillería no es único, sino múltiple, lo que tiene efecto cuando las obras defensivas, en vez de constituir un conjunto aislado, se hallan extendidas formando la línea que impongan las condiciones militares de la localidad.

Naturalmente que para librar un material cualquiera, obras de diversa naturaleza y aún las tropas que las ocupen, de los efectos de la artillería enemiga, es un importante recurso distribuir las de modo que le sea al enemigo imposible concentrar, desde diversos puntos del horizonte, sus fuegos sobre las fortificaciones. Para los efectos de la desenfilada este recurso debe y puede utilizarse en todos los casos, pero como el ingeniero ha de atender también á que los emplazamientos estén bien elegidos para que su artillería pueda batir el terreno exterior, sobre todo las posiciones más favorables que el enemigo pueda ocupar, hay que examinar si esta solución de diseminar las obras es también favorable desde este segundo punto de vista. En general, es difícil hacer este examen, cuyas consecuencias están muy ligadas á las condiciones de la localidad, por lo que nos limitaremos á hacer este estudio por lo que se refiere á la defensa de las costas, puesto que en ellas el problema ofrece casi siempre los mismos caracteres, y cabe, por lo tanto, generalizar ciertas afirmaciones.

Suponiendo, como sucederá siempre ó casi siempre, que el punto de mayor interés sea la entrada de un puerto, puede acontecer que la costa ofrezca en aquella zona un trazado convexo hacia el mar, rectilíneo ó cóncavo. En el primer caso, las obras diseminadas distribuirán sus fuegos sobre el horizonte, siendo difícil que los concentren sobre un punto cualquiera; pero como por efecto de la situación relativa de las obras el enemigo estará en el mismo caso, resulta que la distribución de las baterías sobre el litoral no es desventajosa para batir el terreno exterior. Si la costa presenta su concavidad al mar, para la desenfilada las condiciones son igualmente favorables, y para batir al enemigo más favorables aún, pues una escuadra, si quiere cañonear á un tiempo todas las bate-

rías, tendrá que ocupar una posición central con respecto á ellas, que no dejará de aprovechar la artillería de tierra para concentrar sus fuegos sobre los buques. Si, á su vez, se disemina la escuadra, no impedirá tampoco que las baterías de costa puedan centrar sus fuegos sobre cada uno de los buques en particular; de manera que en todas las hipótesis este caso es reconocidamente ventajoso para la artillería de tierra, salvo una excepción que ya examinaremos después por ser común á todos ellos.

Si el litoral es sensiblemente rectilíneo, las baterías se podrán orientar de modo que concentren sus fuegos delante de la entrada del puerto; pero inútil es señalar que el resultado no será tan ventajoso como cuando la costa, por su configuración, parece que naturalmente indica los mejores emplazamientos.

Dos circunstancias favorables en alto grado para la desenfilada de las obras situadas en las costas, como son, el situarlas en cotas elevadas y el extenderlas en apropiada porción del litoral, pueden producir, por su combinación, un conjunto peligroso, que por la frecuencia con que se puede presentar, importa discutir, á fin de que no aparezcan torcidos los verdaderos principios de la desenfilada.

Es cierto que las baterías cuya cota es elevada son más fácilmente desenfilables, pero como las piezas tienen muy limitado el ángulo de depresión con que pueden tirar, resulta el inconveniente de producirse en la proximidad de las obras un espacio muerto, cuya influencia debe tenerse en cuenta.

Para efectuar el tiro por depresión, hay que hacer un cálculo inverso del que se hace para tirar sobre blancos situados más altos que la boca de las piezas, esto es, restar del ángulo de proyección que dan las tablas, el valor del ángulo de situación. Supongamos que se trata de una batería situada á 40 metros de altura, que ha de hacer fuego sobre un punto situado á 300 metros. La tangente del ángulo de situación, reduciendo el radio á la unidad, será de 0,13, y el ángulo correspondiente en grados y minutos, será igual á $7^{\circ} 25'$ (véase la tabla).

Tomando como ejemplo el cañón Krupp de 30,5 centímetros, se ve por medio de su tabla de tiro, que el ángulo de elevación para una distancia de 500 metros, es únicamente de $0^{\circ} 26'$, y por lo tanto, no llega

á esta cantidad para los 300 metros supuestos, de modo que, en resumen, la pieza, para que su proyectil de 455 kilogramos diera sobre el blanco, tendría que hacer fuego con un ángulo de depresión de 7° próximamente, pero como su montaje no permite mayores depresiones de 6° , el tiro resulta imposible (1).

En los *Apuntes sobre la defensa de las costas*, de los Sres. Roldán y La Llave, se contiene una tabla de los espacios muertos á que dan lugar las piezas reglamentarias de costa situadas á distintas alturas, tabla que, por su utilidad, hemos transcrito al fin de esta memoria.

Pudiera creerse que no tiene importancia el inconveniente de los espacios muertos, pues como los montajes de la artillería de marina no permiten hacer fuego con grandes elevaciones de las piezas, resulta que el buque situado dentro del espacio muerto de una batería de costa no puede lanzar sobre ella sus proyectiles. Pero esta observación, que no da lugar á duda de ningun género cuando se trata de una sola batería de costa, se altera esencialmente cuando existen dos ó más, sobre todo si sus cotas son diferentes y están dispersas, que es la circunstancia que estamos examinando. En efecto, imaginemos que á cierta distancia de una batería de costa situada á 50 metros sobre el nivel del mar, existe otra cuya cota no excede, por ejemplo, de 10 metros. Ambas baterías están destinadas á completarse mutuamente, y en este concepto pudieran creerse bien elegidos sus emplezamiento. Pues bien, suponiendo que su artillado lo constituyan piezas Krupp de 30,5 centímetros ó análogas, un buque podrá maniobrar fácilmente dentro de los 400 metros de espacio muerto de la batería más alta y atacar por el flanco impunemente la más baja, deshaciendo en un momento todo el artificio de la combinación de las piezas. Y no se crea que la aproximación de los buques á las baterías de costa es difícil ó imposible, ya que la historia de la marina cuenta con innumerables hechos, en que los buques se han acercado tanto á las costas que sus quillas han llegado á tocar el fondo. Procedimiento que empleará siempre el comandante de un buque que quiera hacer una operación decisiva, pues el acorazado que se acerque á una batería baja y descubierta la pondrá en el mismo instante fuera de com-

(1) Para los efectos de este cálculo, conviene tener presente, no la cota de la batería, sino la diferencia de nivel entre la boca de la pieza y las partes vitales de los buques.

bate, contando, como cuenta, para invalidar á una ó dos piezas de costa, las tres cuartas partes, por lo menos, de sus piezas de grueso calibre, la mitad de las de calibre medio y todas las piezas ligeras y ametralladoras que harán imposible el servicio y maniobra de las piezas de costa.

Al estudiar, por lo tanto, la desenfilada de las baterías de costa diseminadas sobre un litoral, debe contarse precisamente con estas circunstancias de la lucha, á fin de hacer lo posible para que unas baterías batan todo el espacio muerto que dejan las otras, pues éste es el único medio de asegurar que quedarán desenfiladas de los fuegos de flanco. Deberán ser objeto de especial estudio las baterías situadas en los extremos de la línea, ya que tal pudiera ser la configuración de la costa más allá de ellas, que desde algún entrante del litoral se pudieran ofender sin peligro estas baterías, pues si esto fuera posible, aun tratándose de grandes distancias, distarían mucho de verse satisfechos los más elementales principios de la desenfilada, que si procuran ofrecer la posibilidad de ofender siendo difícilmente ofendido, no pueden conformarse, de ninguna manera, con la recíproca de este caso.

El empleo de las piezas de fuego curvo puede hacer desaparecer los inconvenientes que existen para la elección de los emplazamientos de los cañones de grueso calibre, pero hay que tener siempre en cuenta que, prácticamente, los obuses y morteros rayados no pueden batir el mar á muy cortas distancias, de modo que si las baterías se encuentran próximas á escarpados, existirá aún su ángulo muerto, á menos de disponer estas piezas auxiliares en situación tal que, en conjunto, puedan batir con facilidad la zona anterior á toda la artillería de fuego directo. Esto será casi siempre fácil, sobre todo si se tiene en cuenta que no deben escatimarse aquéllas, pues por la menor precisión de su tiro, en corto número no son suficientemente eficaces.

En resumen, la dispersión de las obras debe aceptarse, pero sin olvidar las demás condiciones militares, pues por el camino de la dispersión se llega al término de la debilidad. La dispersión exige, para ser racional, que las obras dispersas puedan batir, combinadas, al enemigo, y que no puedan, á su vez, ser batidas aisladamente.

(d) DESENFILADA POR LA MOVILIDAD.—Si el blanco es movable, la dificultad de precisar el tiro que sobre él se haga es mucho más grande

que cuando es fijo. Constituirá, de consiguiente, un interesante procedimiento de desenfilada dar movilidad á los objetos que se quieran proteger.

La desenfilada por la movilidad, reviste en la práctica tres formas principales que resultan: de su empleo por los buques en el ataque de las costas; de la idea emitida de emplazar la artillería en trenes móviles á lo largo de un recinto ó entre los fuertes de un campo atrinchera-do, y finalmente, de la utilización de este principio en los montajes eclip-se, siquiera en este caso se utilicen algunos otros recursos de la desenfila-da. Procede, en su vista, tratar separadamente estas tres aplicaciones.

La primera es teóricamente perfecta. Un buque que se pasea delante de una obra de la costa podrá cañonearla teniendo la casi seguridad de que ninguna pieza de grueso calibre de las baterías terrestres podrá corregir el tiro sobre él, seguridad que difícilmente se puede conseguir en ningún otro caso de la guerra.

Pero hay que tener en cuenta, que en la práctica se verifica también el hecho inverso de éste, y es que por la misma movilidad del buque, es muy difícil que sus piezas hagan un tiro preciso sobre las obras de tierra. No importa que los métodos de cálculo determinen procedimientos y reglas de tiro en este caso especial: la realidad, superior á todas las teorías, prueba que los buques, para efectuar el tiro en buenas condiciones, han de fondear, si esta operación es posible, perdiendo así todas las ventajas de la desenfilada por la movilidad.

Hay, sin embargo, un caso en que la ventaja resulta incontestable á favor del buque, y es, cuando á espaldas de las obras defensivas existen arsenales, depósitos, ó una población que aquéllas pretenden amparar. En estas condiciones, el buque, para conseguir una parte de su objeto, puede verificar el tiro en malas condiciones, sin precisión alguna, sobre el blanco enorme que se le ofrece, sacando así absoluto partido de la movilidad, que le permitirá hacer fuego hasta de noche, sin que las baterías terrestres puedan hacer nada contra él. Por estas razones hemos dicho que la desenfilada de localidades situadas junto á la costa es el problema más difícil que puede presentarse.

La instalación de la artillería en trenes protegidos entra también de lleno en el procedimiento de desenfilada que estamos examinando, y como además favorece la protección de las piezas por la facilidad de

poderlas retirar de la lucha cuando convenga, y, por el contrario, permite llevarlas á los puntos donde sean más necesarias, resulta esta idea, *en el concepto teórico*, perfectamente aceptable. En la práctica, la solución no es ya tan brillante, porque se trata de obras costosas; la vía quedaría expuesta á desperfectos que la inutilizarían, etc., etc., pero el método, considerado desde el exclusivo punto de la desenfilada, resulta indiscutible.

La movilidad que determinan los montajes de eclipse, favorece la desenfilada en alto grado, porque esta movilidad permite ocultar las piezas cuando convenga, y con su empleo se consigue poder hacer desaparecer de los parapetos toda señal que, como los traveses, permita precisar el tiro enemigo. Una variante de este método de desenfilada es la que resulta de adoptar para las piezas cureñas de sitio, con las cuales aquéllas se pueden trasladar á locales cubiertos. El Sr. Comandante de Ingenieros D. Joaquín de La Llave, ha sido decidido campeón de esta idea, y en efecto, á falta de otros procedimientos más perfectos (y más caros) de proteger las piezas, resulta éste perfectamente racional, y deberá adoptarse siempre que sea preciso. En las obras provisionales será, casi siempre, el único procedimiento de desenfilada aceptable.

(e) **DESENFILADA POR EL ALEJAMIENTO DE LA ARTILLERÍA.**—Existe en el arte militar un proverbio muy conocido: «cañón llama cañón». La desenfilada, teniéndolo muy presente, procura, cuando puede, alejar la artillería de las obras ó elementos que quiere proteger, considerando que la atracción de la artillería propia desviará fuera de ellos los proyectiles de la ajena.

En las obras de campaña se hace aplicación muy especial de este principio, procurando siempre que las posiciones defensivas que ocupan las tropas no tengan que sufrir por el combate de las artillerías. En la fortificación permanece la aplicación que se hace de esta ley de desenfilada, no es á veces tan explícita; pero en general debe tenderse siempre á alejar de la artillería propia los abrigos, repuestos, etc., que pudieran sufrir de un modo directo por el combate de aquélla.

(f) **DESENFILADA POR EL DESPLAZAMIENTO DE LA LUCHA.**—A veces puede bastar, para proteger una obra que sufre mucho por la acción de la artillería contraria, suspender el fuego en ella y hacer que inicien con vigor el combate otras obras. En realidad se hace aquí también uso del

principio de que el cañón llama al cañón, y el enemigo, obligado á defenderse del nuevo ataque, dejará quizás de batir á las baterías que dejan de molestarle.

El general Vinoy, jefe de las tropas que defendían la parte Sur de París durante el sitio de 1870-71, cita un ejemplo práctico de la utilidad de este recurso de desenfilada. «Para resistir, dice, los efectos de la concentración del continuo cañoneo, el fuego de la plaza y de los fuertes se desplazaba sin cesar. Cuando uno de los fuertes, como el de Issy ó el de Vanves, estaba muy castigado y sentía la necesidad de dar descanso á su guarnición, detenía el fuego y prevenía á las baterías exteriores, que lo iniciaran desde luego. Inmediatamente, según lo tiene acreditado la experiencia, el fuego de la artillería prusiana se desviaba de los fuertes, dirigiéndose á las baterías que acababan de entrar en la lucha. Cuando éstas sentían la necesidad de acabar el combate, el recinto y los cañoneros del Sena obraban á su vez, atrayendo sobre ellos el fuego del enemigo. Así, desplazando constantemente la lucha, se podía soportarla más fácilmente y sin grandes pérdidas. En este formidable duelo de la artillería los cañoneros prestaron muy buenos servicios por la facilidad con que se desplazaban, sea para avanzar, sea para retirarse. No era sencillo dirigir contra ellos un tiro regular, á causa de esta misma movilidad, á menos de que una batería baja tomase de enfilada una parte del río.»

(g) DESENFILADA POR LA REDUCCIÓN DEL TAMAÑO DE LAS OBRAS Y DEL MATERIAL.—A pesar de que la corrección del tiro permite hacer que éste llegue á ser notablemente preciso, es evidente, y se demuestra con facilidad, que cuanto más reducidas son las dimensiones del blanco, más difícil es que, dado un cierto número de proyectiles, caiga sobre él una porción determinada de los mismos. Efectivamente, en el cálculo de la probabilidad del tiro entran como factores las dimensiones del blanco en sentido lateral, vertical y longitudinal; de modo que resulta de absoluta evidencia que el disminuir, por cualquier medio, el tamaño del blanco, redundará en beneficio de la desenfilada del mismo, y este método es, ó debe ser por lo menos, de constante aplicación.

Que hay medio de utilizarlo, es indudable. En primer término, es posible tender á una reducción del tamaño de los montajes de la artillería, adoptando para ellos tipos análogos á los que emplea la marina,

particularmente para las piezas de pequeños calibres y para las de calibres medios. En segundo término, el alejar de las baterías ciertos locales y enterrar otros, haciendo el servicio por galerías subterráneas, permitirá reducir el tamaño de una obra, ó mejor la parte directamente expuesta al fuego enemigo, de un modo notable, con lo cual la desenfilada, además de verse favorecida por esta reducción de magnitud, lo está en virtud de lo que se ha expuesto en los párrafos anteriores, sin que, en cambio, se produzca ninguna complicación, pues ciertos servicios se realizan con más tranquilidad y mejor estando algo apartados que en el emplazamiento mismo de las baterías.

(h) DESENFILADA POR PROCEDIMIENTOS VARIOS.—En realidad, los términos de esta serie de procedimientos ó recursos de la desenfilada no pueden considerarse agotados con los que se acaban de indicar. Hemos enumerado los principales, y dentro de ellos y de sus combinaciones cabrán casi todos; pero en cada caso particular podrá echarse mano de otros ofrecidos por las condiciones propias del problema defensivo de que se trate. El humo de la pólvora puede ser un recurso de desenfilada; pero en cambio es contrario á la precisión del tiro propio, por lo que no se puede afirmar en general su mayor ó menor utilidad en el concepto explicado. Indudablemente, usando pólvora con humo ambos combatientes, la desenfilada de ambos queda favorecida; también se han propuesto pólvoras de mucho humo para exagerar esa acción protectora. No insistimos en este punto, porque la desenfilada es de menor importancia que la acción ofensiva, y en estos asuntos hay que atender más á esta última que á la primera.

Hasta hace poco se había considerado que la viva luz emanada de un proyector eléctrico era bastante para protegerle de los proyectiles enemigos; en el conflicto de Melilla parece se probó lo contrario, citando nosotros este hecho únicamente para hacer ver que los recursos de la desenfilada relativa pueden ser muchos y muy variados.

Causas diversas que hacen disminuir los efectos del tiro.

Es lógico considerar dentro de los recursos de la desenfilada todos aquellos artificios y reglas que aminoren los efectos probables de los

proyectiles. Su enumeración completa es imposible, pero sin necesidad de hacerla se comprende que, suponiendo que el proyectil enemigo haya llegado al blanco, habrá causas que favorecerán ó contrariarán sus efectos, y el ingeniero debe procurar en sus obras evitar, cuando menos, lo que tienda á hacer más peligrosos aquellos efectos. El incendio, que es, por ejemplo, consecuencia muchas veces del cañoneo, debe evitarse, y así se hace al poner en estado de defensa caseríos, extrayendo las materias combustibles y preparando agua para extinguirlo si se presenta. El abrir pozos de lobo en las partes de las obras en que esto es posible, hace que los proyectiles caigan en su interior, evitando la dispersión de los cascos de las granadas. La existencia de simples paracascos limita también mucho los efectos de los proyectiles, localizándolos. La explosión prematura de una granada, puede inutilizar parte de los peligros que pudiera ofrecer, etc., etc., etc. Hemos dicho que la enumeración de estos procedimientos de desenfilada es imposible; pero esto no hace disminuir su importancia, en la que influyen detalles á veces insignificantes, pero de influencia real y efectiva. En general, en casi todos los sitios, los defensores han hallado medios ingeniosos para disminuir los efectos de los proyectiles. ¿Cuáles han sido estos procedimientos? En realidad parecen nimiedades. El que hemos citado de los pozos de lobo lo empleó el entonces comandante de ingenieros Dreyssé, en el fuerte de la Briche, durante el sitio de 1870-71, logrando así preservar su guarnición.

En nuestras guerras civiles se ha utilizado un recurso de grandísima utilidad, según lo atestiguó la experiencia, que consistía en dar aviso, por medio de toques de campana, del disparo de las piezas enemigas contra la población sitiada. En tiempo de peligro, si éste es de larga duración, el ingenio se aguza para evitarlo, y conviene recoger todos esos detalles que pueden ser de incontestable utilidad en la guerra.

CAPÍTULO V.

Las masas protectoras.

Preliminares.—Tierras y arenas.—Mamposterías.—Metales.—Maderas.—Materiales diversos.

Preliminares.

MASAS cubridoras ó protectoras son todas aquellas que por su situación, forma y dimensiones sean capaces de imposibilitar la acción de los proyectiles, interrumpiendo, por decirlo así, sus trayectorias ó haciéndoles cambiar su dirección, ó finalmente, amonorando ó transformando sus efectos.

Las masas protectoras pueden estudiarse en sí mismas, es decir, examinando sus aptitudes especiales para oponerse á la acción de los proyectiles, ó bien en su forma y disposiciones peculiares para realizar tal ó cual servicio. La bóveda de un repuesto, por ejemplo, ha de oponerse al paso de los proyectiles, y además ha de obedecer al plan de la construcción de que forma parte. En este último concepto su conocimiento pertenece de lleno á la Morfología de la Fortificación. Aquí sólo hemos de tratar de la aptitud protectora de las masas, como elemento de la des-enfilada.

Las materias más empleadas para formar las masas protectoras son: las tierras y arenas; las mamposterías; el hierro en sus diversos estados de hierro propiamente dicho, acero y fundición, y las maderas. Ninguno de estos materiales es, en absoluto, mejor ó peor que otro; todos se auxilian y de su empleo inteligente debe sacar partido el ingeniero.

Consideradas las masas cubridoras en sí mismas—que es de lo que, según hemos dicho, vamos á tratar por el presente—no nos interesa su situación relativa en las obras ni sus dimensiones, sino, en cuanto de

ellas dependa, su acción resistente contra los proyectiles, y como lo conveniente es impedir que éstos penetren en los materiales dichos, ó conseguir que penetren lo menos posible, de sus propiedades para dificultarlo es de lo que nos hemos de ocupar principalmente.

Siendo la *Balística* la ciencia que se ocupa del movimiento de los proyectiles, debe comprender, tanto el estudio de la trayectoria en el ánima de las piezas, como en el aire ó en las masas resistentes. Así sucede en efecto, dándose el nombre de balística interior, exterior y de *penetración* á cada una de las partes de la ciencia dicha.

Puede haber acción perniciosa para las obras, causada por los proyectiles, aun no habiendo penetración en el exacto sentido de la palabra. Al ingeniero le interesa conocer los efectos de los proyectiles desde el momento que llegan al blanco ó desde cuando estallan en el aire, proyectando sus segmentos ó los proyectiles más pequeños que contengan sobre las obras. En este capítulo sólo nos ocuparemos del primer caso, puesto que los proyectiles que cesan de ser un cuerpo único para dispersarse en muchos, no pueden producir grandes efectos sobre las masas cubridoras.

A igualdad de todas las demás circunstancias, los efectos de todos los proyectiles deben variar con la velocidad remanente en el punto de caída y con su peso, ó lo que es lo mismo, los efectos deben ser proporcionales á la fuerza viva $F = m v^2$ del proyectil en el punto de caída, en que m es la masa y v la velocidad remanente.

Poniendo la masa en función del peso del proyectil, que llamaremos P , resulta:

$$F = \frac{P}{g} \times v^2;$$

el valor de P es un dato conocido, cuando se conocen los elementos de tiro de la pieza; v lo es también por las tablas de tiro, ó puede deducirse con sencillez, y g , aceleración debida á la gravedad, tiene, por término medio, el valor de 9,80 (1).

(1) El valor de g aumenta cuanto más se acerca el punto objeto de la observación al centro de la tierra, es decir, cuanto mayor es la latitud del lugar y menor la altura sobre el nivel del mar. Las variaciones del valor de g no influyen, sin embargo, en los resultados que aquí interesan.

En las aplicaciones no importa al ingeniero conocer la fuerza viva del proyectil en el punto de caída, sino el trabajo que es susceptible de efectuar. La Mecánica da la solución sencilla de este problema, pues dice que el trabajo que efectúa un cuerpo que se mueve venciendo una resistencia, puede medirse por la mitad de la disminución que ha sufrido la fuerza viva de aquél mientras ha durado la acción. El proyectil, suponiendo que no logre atravesar por completo la masa resistente, pierde enteramente su velocidad en el trabajo de penetración, por lo que el valor de éste puede expresarse:

$$T = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{p v^2}{2g} \text{ [A].}$$

Si después de la penetración conserva el proyectil alguna velocidad para continuar su trayectoria en el aire, llamando v' á esta velocidad restante, se tendría, para el valor T' del trabajo efectuado, la expresión:

$$T' = \frac{1}{2} (m v^2 - m v'^2) = \frac{P}{2g} (v^2 - v'^2).$$

La primera fórmula es de aplicación más general por cuanto da idea del trabajo total que es susceptible de rendir el proyectil, por lo que simbolizará, en cada caso particular, su potencia para la penetración.

EJEMPLO. Sea el proyectil perforante de 320 kilogramos, disparado por el cañón de 28 centímetros Hontoria, modelo de 1883. Con la carga de 150 kilogramos, la velocidad remanente del proyectil á la distancia de 3000 metros es de 485 metros, y se quiere averiguar el trabajo que puede desarrollar para perforar una masa resistente, situada á los dichos 3000 metros de la base de la pieza. Aplicando la fórmula [A], se tiene:

$$T = \frac{320 \text{ kg.} \times 485^2}{2 \times 9,80} = 3.840.000 \text{ kilogrametros.}$$

Conviniendo en llamar *energía* á la potencia mecánica capaz de efectuar un trabajo dado, podría decirse que la energía total del proyectil citado, en las condiciones dichas, es de los 3.840.000 kilogrametros.

El manejo de cantidades de tantas cifras es pesado en los cálculos; de aquí que variando la unidad usual de las fuerzas y trabajos se haya adoptado otra mil veces mayor, ó sea el *tonelámetro* (1), con lo cual se suprimen las tres últimas cifras, pudiéndose escribir

$$3.840.000 \text{ kilogrametros} = 3840 \text{ tonelámetros.}$$

Si con el proyectil se tratara de comunicar una cantidad de movimiento á una masa inerte, ó efectuar una acción análoga á la que se trataba de conseguir en fecha no remota, cuando se pretendía desorganizar los blindajes de los buques, la energía total en tonelámetros podía bastar para todas las deducciones necesarias. Pero desde el momento en que se busca el medio de perforar una masa cualquiera, el trabajo necesario crecerá con la superficie de la sección recta del proyectil, y de consiguiente, entre dos energías totales, en tonelámetros, no se podrá deducir cuál es la más *apta* para la perforación, sin tener en cuenta la citada superficie, es decir, que el resultado que se persigue no depende únicamente de la energía total, sino de la relación de dicha cantidad con la superficie.

La forma que se da en este punto al valor de la energía es la de *tonelámetros por centímetro cuadrado de la sección*, ó bien, teniendo en cuenta que siendo éste circular hay una relación constante entre la superficie y el perímetro, se suele también expresar en *tonelámetros por centímetros del desarrollo de la circunferencia del proyectil*.

La fórmula [A] se convierte en la siguiente:

$$T = \frac{p v^2}{1000 \pi (\frac{1}{2} a)^2 \times 2 g} = \frac{p v^2}{500 \pi a^2 g} \quad [B]$$

en tonelámetros por centímetro cuadrado de la sección,

y

$$T = \frac{p v^2}{1000 \times 2 \pi \times \frac{1}{2} a \times 2 g} = \frac{p v^2}{2000 \pi g a} \quad [C]$$

en tonelámetros por centímetro de la circunferencia, en la que a es el diámetro del proyectil en centímetros.

(1) El tonelámetro, como unidad de fuerza, es la capaz de elevar mil kilogramos á la altura de un metro en un segundo. Como unidad de trabajo, es el consumido para realizar la misma operación, cualquiera que sea el tiempo invertido.

EJEMPLOS. Partiendo de los mismos datos del problema anterior, se tendrá, aplicando la fórmula [B]

$$T = \frac{320 \times 485^2}{500 \times 3,14 \times 28^2 \times 9,8} = 6,24$$

tonelámetros por centímetro cuadrado de la sección del proyectil, y haciendo uso de la [C]

$$T = \frac{320 \times 485^2}{2000 \times 3,14 \times 9,8 \times 28} = 43,68$$

tonelámetros por centímetro de la circunferencia del proyectil.

Como se vé por lo dicho hasta aquí, el cálculo de las energías totales pertenece de lleno á la Mecánica pura, pues no se necesita para llegar á estos resultados hacer uso de ningún coeficiente arbitrario, ni emplear datos inciertos. Y sin embargo, la balística de penetración escapa al estado actual de las ciencias, por lo que, á pesar de todas las tentativas hechas, no puede considerársela hasta el presente salida de los procedimientos empíricos. Podrá haberse llegado, haciendo un esfuerzo, á desarrollar hermosas teorías sobre el asunto, pero están muy lejos de haber hecho desaparecer las fórmulas prácticas, deducidas de experiencias repetidas. ¿Cuál es la base de estas dificultades? Primero, la variedad de trabajos distintos que produce el proyectil al penetrar en un medio resistente; segundo, la imposibilidad de medirlos exactamente.

Los efectos diversos que produce el proyectil al penetrar en la masa del blanco, pueden reducirse á los siguientes:

- 1.º Elevar la temperatura del proyectil y de la masa resistente.
- 2.º Romper la cohesión de las moléculas de ésta y las del mismo proyectil si se fracciona.
- 3.º Comunicar una cierta cantidad de movimiento á las moléculas de ambos cuerpos, que se traduce en un desplazamiento relativo de aquellas.
- 4.º Proyectar ó simplemente dispersar algunos fragmentos de los dos cuerpos.

Ni puede asegurarse que éstos sean todos los trabajos efectuados, ni que en todos los casos se produzcan la totalidad de los que se han escri-

to. La Mecánica autoriza, sin embargo, para decir que la suma de estos trabajos es igual á la energía total del proyectil. Ninguno de ellos es, sin embargo, susceptible de ser medido con los recursos de la ciencia actual; por lo tanto, toda teoría sobre el particular no podrá recibir la sanción absoluta de la práctica, lo que no impide que sean loables los esfuerzos hechos para conseguirlo, pues el camino del progreso no se puede recorrer á saltos, sino paso á paso (1).

La conversión de la energía mecánica en calor es, de todos estos efectos, el que está ya más conocido y así se puede decir, por ejemplo, que que si el proyectil de 480 kilogramos del cañón de Hontoria de 32 centímetros, chocara á 100 metros de la pieza con una masa resistente, de tal manera que toda su energía se utilizara en elevar la temperatura del mismo, sufriría ésta un aumento de 390 grados centígrados, suponiendo que toda la masa del proyectil fuera de acero. En efecto, la energía total, en las condiciones dichas, es de 9.274.400 kilogrametros, que equivalen á

$$\frac{9.274.400}{424 \text{ (equivalente mecánico del calor)}} = 21.873 \text{ calorías}$$

y siendo el calor específico del acero igual á 0,1165, se tendrá:

$$\text{Elevación de temperatura} = \frac{21.873}{480 \times 0,1165} = 390 \text{ grados.}$$

Indicados los cálculos que determinan la energía de los proyectiles, podemos ya entrar en el detalle de estudiar sus efectos en materias diversas; pero antes hemos de recordar que todo lo dicho hasta aquí supone que las trayectorias sean normales al blanco en el punto de caída, por lo que, según veremos cuando haya lugar á ello, tendrán que introducirse las correcciones convenientes si esta hipótesis no se verifica.

Tierras y arenas.

Constituyen la materia de más universal aplicación para formar las masas protectoras, lo que debe atribuirse á sus especiales cualidades, que

(1) Nosotros no podemos entrar aquí en el desarrollo de estas teorías, porque nos llevarían muy lejos de nuestro objeto.

consisten en la economía con que puede obtenerse, comparándola con otra cualquiera, y á la facilidad de encontrarla en todas partes, además de otras circunstancias de carácter técnico, que demuestran su utilidad en las obras, como las siguientes:

1.^a Requiriéndose para constituir el *obstáculo* que han de poseer las fortificaciones, excavar un foso, las tierras extraídas de éste pueden formar los parapetos sin dar ocasión á transportes considerables.

2.^a Construyendo ciertas partes de las fortificaciones bajo el terreno natural, pueden cubrirse éstas, tanto por el terreno en que están enclavadas, como por los productos de la excavación que vienen á formar una envuelta protectora.

3.^a Las plantaciones que pueden hacerse sobre las masas de tierra, las disimulan confundiéndolas con el terreno.

4.^a Las penetraciones de los proyectiles en las masas de tierra, no rebasan, como se verá, los límites admisibles en la práctica.

5.^a Las tierras dispersadas por el choque de los proyectiles ó proyectadas por sus cargas explosivas, no constituyen peligros de primera importancia para las obras y el personal.

6.^a Son fácilmente construibles, y si el fuego de la artillería las desorganiza, pueden repararse con facilidad.

Esta serie de condiciones, salvo la cuarta, son características de este género de masas protectoras y ningún otro material les aventaja en los conceptos dichos, de lo que resulta que las tierras y arenas se emplean tanto en la fortificación permanente como en la más elemental obra del campo de batalla. Son, por lo tanto, uno de los primeros auxiliares del ingeniero, y el único quizá del ingeniero pobre.

Algunas de las circunstancias que se han anotado, necesitan una ligera explicación.

Nada hay que decir de la primera y tercera, y respecto de la segunda, bastará señalar que toda obra construida bajo el terreno, á cierta profundidad del mismo y cubierta con las tierras obtenidas de la excavación, puede resultar tan protegida y con tanta sencillez, que la fortificación moderna tendrá que apoderarse de esta solución y se ha apoderado ya de ella como un recurso de primer orden.

Con respecto á las penetraciones de los proyectiles en las masas de

tierra y arena, hay que hacer notar que, según los datos de la experiencia, son aquéllos tanto menores, cuanto mayor es la cantidad de arena y más pequeña es la de arcilla que contengan.

Numerosos son los datos existentes sobre este asunto, tan numerosos que renunciamos al intento de coleccionarlos y ordenarlos, limitándonos á consignar lo suficiente para los cálculos necesarios en las aplicaciones prácticas.

Toda fórmula de penetración, para ser racional y acercarse, por consiguiente, á los resultados de la teoría, debe tener la forma siguiente:

$$P = f(m T),$$

es decir, la penetración depende de la calidad de la masa resistente y de la energía del proyectil; pero, como iremos viendo, no todas las fórmulas cumplen con este requisito, porque la experiencia no ha podido poner de manifiesto de qué naturaleza han de ser esas funciones. El valor de T es, como ya se ha explicado, conocido. El de m se sustituye por un coeficiente deducido de los datos prácticos.

Entre las varias fórmulas que existen para calcular la penetración de los proyectiles en las tierras y arenas, podrá hacerse uso de la siguiente:

$$P = K \times T,$$

en la que se verifica:

P = penetración en metros.

T = energía del proyectil por centímetro cuadrado de la sección, en tonelámetros.

K = coeficiente práctico, cuyo valor es, según los casos, el que se expresa en el siguiente estado:

Para el terreno natural ó tierras afirmadas.. .	1,078
Arenas y gravas..	1,568
Tierra vegetal..	2,254
Tierras arcillosas..	2,842

EJEMPLO. Supongamos que se trata de calcular, por medio de la fór-

mula anterior, la penetración en tierras arcillosas de un proyectil cuya energía fuera 9 tonelámetros por centímetro cuadrado de sección. Sería:

$$P = 2,842 \times 9 = 25 \text{ metros.}$$

El mismo proyectil, en arena, penetraría:

$$P = 1,568 \times 9 = 14 \text{ metros;}$$

resultados que por sí solos demuestran que hay que huir del empleo de las tierras arcillosas para formar las masas cubridoras, y preferir las arenas, las tierras areniscas mezcladas con pedralla ó cascajo, la creta y las margas.

Aunque, como medida de prudencia, en los cálculos que se hagan en cada aplicación particular hay que ponerse en el caso de la penetración máxima para la clase de tierras adoptadas y las energías probables de los proyectiles, conviene, sin embargo, advertir que estas penetraciones no tienen lugar nunca, ó casi nunca, en el sentido del último elemento de la trayectoria en el aire, por cuanto no siendo el punto de aplicación de las fuerzas el mismo que el de la potencia, se produce un par que tiende á desviar de su camino al proyectil que describe una curva en el interior de la masa de tierras. Existen ejemplos de haberse encontrado aquéllos con la ojiva mirando al punto de caída, después de haber descrito, por lo tanto, una curva casi cerrada.

En cambio de esta observación, que es favorable á las masas cubridoras en su eterna lucha con los proyectiles, favorecen la acción de éstos la carga de pólvora ú otros agentes explosivos que lleven en su interior. Respecto de la variedad de material que hoy se puede emplear para la carga de las granadas, hay que observar que, según expresa el general Brialmont (cuya opinión es muy autorizada, por cuanto dicho ingeniero participa de la idea de que hay que aprender á construir las plazas en los polígonos de experiencias), todos los explosivos de que puede hacer uso la artillería producen, á igualdad de peso, efectos análogos.

Pero de todos modos, los efectos de las granadas en las masas de tierra producen en ellas los efectos de hornillos de mina, y por las leyes de la explosión de éstos podría calcularse el radio del embudo probable, determinado por la inflamación de las cargas. Para no acumular cifras,

que en último resultado no harían más que introducir confusión, citaremos los siguientes resultados de experiencia, que podrán servir de norma, dentro del estado actual de la artillería.

El mortero rayado, de 21 centímetros, Krupp, cuyo alcance máximo es de 3600 metros, con su granada de acero de seis calibres de longitud, 95 kilogramos de peso y 36 de carga explosiva, ha llegado á remover hasta 8 metros cúbicos de tierra arenosa en las experiencias verificadas en Meppen (1882).

La pieza, de igual clase y calibre, empleada en las experiencias de Cummersdorf, disparando granadas-torpedos cargadas con 26 kilogramos de algodón-pólvora, produjo embudos de 4^m,50 de radio y 2^m,20 de profundidad, también en tierra arenosa.

Finalmente, el mortero rayado de Bange, de 27 centímetros, pieza que tiene un alcance máximo de 8000 metros, con una carga de 14 kilogramos y ángulo de proyección de 60°, lanzó un proyectil de 180 kilogramos á 6000 metros, que llegó á penetrar, casi verticalmente, de 4^m,50 á 5 metros en la arcilla, y de 3^m,50 á 4 metros en otras tierras.

Los datos y fórmulas apuntados y la discusión, en cada caso particular, de la dirección más probable de las trayectorias con relación á las masas cubridoras, y examen de las piezas que podrá usar el enemigo, permitirán deducir los espesores más convenientes y el perfil más propio para las tierras.

Tratándose de otras masas resistentes, hay que hacer una corrección, cuando el tiro es oblicuo con respecto á la superficie exterior de las mismas, pero tratándose de tierras sueltas, la penetración es siempre igual por la poca cohesión de la materia, aunque, como es consiguiente, los efectos son en este caso mucho menores, pues contados oblicuamente, resultan mucho más grandes los espesores que cuando se miden sobre las secciones rectas de las masas.

Como puede haberse observado, y ya dijimos antes, las penetraciones, aun de los proyectiles más potentes, no rebasan los límites entre los cuales puede moverse el ingeniero al proyectar las obras, por lo que las tierras, singularmente las areniscas, siguen siendo elemento útil é imprescindible en todo género de fortificación. Produce, sin embargo, su empleo algunos inconvenientes, que hemos de hacer notar, indicando,

de paso, los medios para evitarlos. Tales son los que nacen de la nube de polvo que levantan los proyectiles que hieren las masas de tierra sin quedar enterrados en ellas, ó los que teniendo carga explosiva estallan no demasiado lejos de la superficie. Este inconveniente no es de gran importancia, si sólo se atiende á que de él no se originan sensibles pérdidas en el personal, ni por su efecto queda destrozado el material, pero es muy pernicioso, porque introduciéndose el polvo y los granos de arena en los delicados mecanismos que en sí lleva una pieza moderna, pueden dificultar y hasta impedir el servicio, ó por lo menos hacer que deje de verificarse en buenas condiciones. Ahora bien, para anular este defecto, para impedir además que algún fragmento de las mamposterías y de los mismos proyectiles ponga fuera de combate á los sirvientes, y para dar á éstos algo de seguridad y de tranquilidad en las operaciones necesarias para la puntería y la carga, se hace preciso que las piezas de plaza y costa que han de estar al descubierto en baterías á barbata, se hallen protegidas por medio de un pequeño escudo, blindaje ó como quiera llamársele, de poco espesor, del menor tamaño posible y que no tenga otro objeto que abrigar á los sirvientes y á las partes delicadas de las piezas, de los proyectiles de escaso calibre, de los fragmentos de otros más poderosos y de las tierras y arenas proyectadas por la explosión de éstos en el interior de las masas cubridoras. No se diga que esto es difícil de obtener, pues lo que proponemos en forma tan sencilla apenas introduciría variación, ni en el peso ni en el valor de una pieza y su montaje, pues se reduciría á colocar unas cuantas planchas de palastro envolviendo los organismos más delicados, quedando de paso algo protegidos los sirvientes, que por tenerse que situar sobre los marcos están más expuestos á todo género de proyectiles. Con esta ligera modificación el empleo de las tierras y arenas en las obras quedaría exento del principal de sus inconvenientes, á bien poca costa por cierto.

Mamposterías.

Las mamposterías pueden tener en las obras dos objetos distintos, que son: formar por sí mismas las masas resistentes, y constituir construcciones de diverso género, que deben protegerse. En el primer con-

cepto han formado las mamposterías el material más adecuado para el objeto hasta bien entrado este siglo, pero hoy han tenido que ocultarse por las malas condiciones en que se encuentran para resistir el fuego de la artillería moderna.

Para juzgar bien del asunto hay que recordar que las mamposterías, hoy y siempre, han resistido mejor que las tierras á la penetración de los proyectiles, lo cual no puede menos de suceder dada la mayor cohesión molecular de las piedras sobre las tierras y arenas. Las fórmulas lo ponen de manifiesto al dar el valor de las penetraciones, pues aplicando la misma anterior:

$$P = K \times T$$

el valor de K , siendo la mampostería de buena clase, es igual á 0,882, lo que da en los resultados valores menores para P que cuando se trata de tierras. Pero el dato de la penetración no basta para definir las aptitudes de un material para resistir los efectos de los proyectiles. En efecto, tratándose de tierras sueltas, aunque la penetración sea grande y el embudo formado por la explosión no pequeño, los productos de ésta caen en su mayoría sobre la misma masa cubridora y la acción de un proyectil tiende á rellenar los huecos que han producido las anteriores. Sólo las tierras fuertemente arcillosas y apisonadas pueden proyectarse en grandes trozos fuera de la misma masa, que poco á poco va perdiendo su forma y disminuyendo en sus dimensiones. Pues una cosa análoga puede decirse de las mamposterías, cualquiera que sea su clase. La violencia del choque les hace entrar en conmoción, prodúcense grietas y desuniones, los embudos no son fácilmente rellenables, los muros se apartan más y más de las condiciones mecánicas en que se encontraban cuando su estado era bueno, y el resultado de estos varios efectos es la ruina de las obras y un peligro constante para el personal y material próximo, que puede ser herido por las piedras proyectadas por la explosión de los proyectiles.

Dichos efectos disminuyen cuando éstos llegan oblicuamente á la superficie de las mamposterías, pues tanto porque éstas presentan en el sentido de la trayectoria un espesor mucho más grande, como porque el proyectil establece su primer contacto con la mampostería, no por el

vértice de la ojiva, sino por el arco de la misma, el caso es que se producen rebotes en vez de penetraciones. Cuando se trataba de proyectiles esféricos, el caso estaba perfectamente estudiado y podía asegurarse con qué oblicuidad empezaban á notarse estos efectos; pero hoy escasean las experiencias relativas á esta materia, porque cada vez pierde más su importancia. Sin embargo, suele admitirse que cuando un proyectil, sea por la oblicuidad de su plano de tiro con respecto al paramento de las mamposterías, sea por su ángulo de caída, hiere á aquéllas con una inclinación menor de 30° , entonces los efectos destructores de la artillería pierden mucho de su valor.

Por lo demás, se comprende perfectamente que, aparte de las consideraciones hechas, que son generales á las diversas clases de fábrica, hay que recordar que todos los efectos serán tanto menores cuanto mayor sea la dureza de las piedras y mejor su adherencia, debida á los morteros empleados. De consiguiente, en cada localidad deberá procurarse aceptar, para constituir las partes de las obras que pueden recibir el choque directo de los proyectiles, la clase más fuerte de mampostería ó sillería de que se pueda disponer, y si en este sentido no puede llegarse á ninguna solución satisfactoria, hay que acudir al empleo del hormigón.

¿Qué ventajas presenta, para los efectos que estamos estudiando, el hormigón sobre las restantes mamposterías? Pueden enumerarse en la siguiente forma:

1.º Mayor facilidad para fabricarse una mampostería resistente, aun sin contar con buenos materiales, pues si sería siempre caso difícil hacer en ciertas localidades un muro de sillería de piedras duras, no lo será tanto encontrar fragmentos de piedras silíceas y cantos rodados de igual clase.

2.º Los proyectiles no desorganizan tanto las fábricas de hormigón—que por la misma multiplicidad de juntas puede decirse que no tiene ninguna—como á las demás clases de mampostería.

3.º Los embudos producidos por los proyectiles pueden rellenarse y reparar todos los desperfectos con relativa facilidad, cualquiera que sea su forma, y con la necesaria rapidez.

4.º Es mayor la sencillez y economía en todo lo que se refiere á los procedimientos de construcción.

Estas consideraciones explican lo mucho que se ha vulgarizado el empleo del hormigón en los últimos años en las obras militares, y de la certidumbre de la 4.^a, que nada tiene que ver con las ventajas que se contraen á los fines de la protección, puede testificar el gran uso que de aquél se hace también en las construcciones civiles.

Las mamposterías se emplean también en las fortificaciones para constituir locales á prueba. Con objeto de conseguir este fin, que de otro modo sería muy difícil de obtener, se apela al recurso de envolverlos en una capa de suficiente espesor de tierra arenisca. Si ésta es bastante gruesa, las mamposterías apenas tienen nada que temer de los proyectiles; pero como la enorme penetración de éstos en las tierras hace difícil impedir que lleguen á ponerse en contacto las cargas explosivas con aquéllos, hace falta tomar todas las precauciones imaginables para hacerlas inmunes. Para ello, cuando no se puede contar con suficiente espesor de tierras, se considera preferible suprimirlas casi por completo, teniendo en cuenta que podrían producir el efecto del atraque en el hornillo de mina constituido por el proyectil. Para dar la posible seguridad á la bóveda lo mejor es cubrirla con una capa de piedras duras, existiendo datos que comprueban que éstas pueden llegar á romper los proyectiles. Un verdadero adoquinado porfídico ó basáltico sobre la mampostería puede ser de indudable utilidad.

En realidad, convendría que estas masas protectoras fuesen heterogéneas, pues si bien las piedras no tienen resistencia bastante para oponerse al paso del proyectil, son capaces de desviarle, para lo cual es conveniente que la capa exterior de las bóvedas esté constituida por cantos rodados duros de diversas dimensiones.

Para terminar, anotaremos la fórmula de que suele hacerse uso para calcular la penetración de los proyectiles en diversas mamposterías:

$$P = K c \log. (1 + b v^2);$$

en la que c = coeficiente balístico del proyectil;

v = velocidad remanente;

K y b = constantes cuyos valores son:

$$\left. \begin{array}{l} K = 1,81 \\ b = 0,000015 \end{array} \right\} \text{Para mamposterías de sillería de buena clase.}$$

$$\left. \begin{array}{l} K = 2,49 \\ b = 0,000015 \end{array} \right\} \text{Para mamposterías ordinarias.}$$

$$\left. \begin{array}{l} K = 3,16 \\ b = 0,000015 \end{array} \right\} \text{Para mamposterías de ladrillo.}$$

Metales.

Intentar siquiera abarcar lo que se ha dicho y escrito sobre el empleo de las masas metálicas en las fortificaciones, sería un rasgo de atrevimiento á que no podemos decidírnos. Nos limitaremos, por lo tanto, á apuntar ligeras notas sobre la materia, que bastarán para cumplir con el objeto á que nos ceñimos, que es indicar las condiciones de los elementos protectores *considerados en sí mismos*, como ya hemos dicho antes.

Hecha esta necesaria salvedad, recordaremos que la fundición, el hierro y el acero son los únicos metales que se emplean para formar masas protectoras. El bronce, que parece que se usó antiguamente, no posee, por lo menos en las condiciones alotrópicas en que se le conoce, aptitudes para el caso, dada la potencia de la artillería moderna y el precio á que resulta dicha aleación.

El hierro forjado, que tan excelentes condiciones tiene para otros usos, no puede usarse en las fortificaciones. Cuando la guerra separatista de los Estados Unidos de Norte-América, se fabricaron algunas planchas de blindaje en esta forma con detestable resultado, pues se rompieron como si hubiera sido cristal. En las experiencias de Gávres tampoco tuvieron éxito; de manera que puede darse por abandonado este sistema de fabricación.

Otras cualidades mejores reúne el hierro laminado, pero, por supuesto, siempre que su calidad sea inmejorable, á fin de que, resultando de una textura homogénea, no se produzcan grietas cuando varios proyectiles las hieran en una pequeña zona.

El cálculo de las penetraciones se efectúa por medio de fórmulas muy distintas, pues puede decirse que cada fabricante y cada nación tiene la suya. Para no acumular muchas de estas fórmulas, que no harían más que embarazar á nuestros lectores, escribimos únicamente la

de Krupp, que es la que se emplea más generalmente. Reviste dos formas, una para el tiro directo y otra para el tiro oblicuo. La primera casi no procede aplicarla más que en las experiencias de los polígonos de tiro; la segunda es la que más deberá usar el ingeniero en sus tanteos.

Para el tiro directo:

$$T = \frac{e}{10} \sqrt[3]{\frac{e}{2r}},$$

y para el tiro oblicuo:

$$T = \frac{e}{10} \sqrt[3]{\frac{e}{2r} \frac{1}{\text{sen.}^2 \alpha}},$$

en los que se verifica:

T = energía por centímetro cuadrado de la sección en tonelámetros.

r = radio del proyectil en centímetros.

e = espesor de la plancha en centímetros.

Angulo α = ángulo que forma la trayectoria con el paramento de la plancha, que suele suponerse mayor de 65° , ó sea menor de 25° el ángulo de la trayectoria con la normal á la plancha.

Como puede observarse, la segunda fórmula se convierte en primera cuando el ángulo $\alpha = 90^\circ$; pues el valor del seno y el del seno cuadrado se reducen á la unidad.

Algunas veces se emplean, en lugar de una plancha única, varias superpuestas, y en este caso, como sucede en todos los problemas de resistencia de materiales, el conjunto no ofrece las mismas garantías de seguridad que si su espesor fuera igual á la suma de los espesores elementales. Algunas fórmulas, singularmente las de Gávres, distinguen el caso de plancha única del de varias superpuestas, pero en la práctica es más sencillo admitir, como hacen muchos, que la penetración en este último caso es igual á las $\frac{10}{9}$ de la que tendría lugar si se tratara de una plancha única.

En algunos casos las planchas están apoyadas sobre un almohadillado de madera cuya resistencia á la penetración viene á añadirse á la de la

parte metálica. La casa Krupp admite que dicha resistencia es igual á la de una plancha de hierro cuyo espesor fuera veinte veces más pequeño que el del almohadillado. Cuando éste se encuentra reforzado por hierros especiales, el aumento se convierte en $\frac{1}{10}$.

La fundición ordinaria resulta impropia para los blindajes, pues si bien por su dureza y facilidad de dársele toda clase de formas podría prestar excelentes servicios, en cambio es tan grande su fragilidad que se rompe en pedazos por escasa que sea la energía de los proyectiles que choquen contra ella. De aquí nace el inconveniente de su empleo para estos casos, pues hasta las cureñas de hierro fundido están expuestas á romperse por efecto de la reacción de las piezas que sustentan.

Sin embargo, la fundición es un producto de condiciones muy variables, que dependen de la naturaleza de los componentes, de su mayor ó menor pureza y de la manera como se ha verificado el moldeo. Las fundiciones austriacas de Ganz y las alemanas de Grúson, hechas en moldes metálicos (fundiciones endurecidas), han adquirido justo nombre, en particular la del segundo, por sus aplicaciones militares. Las buenas cualidades de estas últimas dependen también de la forma que ha sabido dar á las masas el célebre fabricante de Buckau. Las experiencias hechas en Francia y en Alemania han probado este aserto, particularmente para resistir á la penetración de los proyectiles construídos también de fundición endurecida, lo que parece depender de que una parte importante de su energía la consuman aquéllos en su propia destrucción. En cambio, los proyectiles de acero forjado producen grietas en la fundición endurecida, quedando muy comprometida la masa cubridora cuando va á pasar á puestos próximos vacíos de aquéllos.

La fórmula empírica que emplea Grúson para el cálculo de los espesores de sus corazas, es la siguiente:

$$E = K \sqrt[4]{T};$$

el valor de K ha de deducirse de algún dato experimental conocido.

El acero ha sufrido importantes modificaciones, debidas á los sistemas de fabricación, en los últimos años. Antes de ellas se había observado que las planchas de acero batido ofrecían gran resistencia á la pene-

tración, pero en cambio se agrietaban rápidamente; defecto tan importante que estaba proscrito, ó poco menos, de los blindajes.

Queriéndose aprovechar, sin embargo, sus buenas cualidades sin aceptar sus defectos, se creó un blindaje mixto de hierro y acero que se llamó *compound*. Al exterior se ofrecía al choque directo de los proyectiles un espesor de acero igual á un tercio del total de la plancha, quedando á sus espaldas los dos tercios restantes de hierro.

La fabricación de los blindajes *compound*, como su nombre indica, pertenece á Inglaterra, monopolizando los fabricantes Cammell y Brown, de Sheffield, todos los pedidos de la marina de la Gran Bretaña. Mas estas planchas mixtas, de fabricación difícil, tienen su progreso limitado y han tenido que ceder su puesto á las planchas de acero últimamente fabricadas, siendo de notar que éstas son las últimas peripecias de esta gran lucha industrial, no ya entre la coraza y el cañón, sino de las corazas entre sí, para llamar la atención de los gobiernos. La derrota de un polígono significa la anulación de contratos, la cesación de los pedidos, y esto es lo que hace aguzar el ingenio de los grandes industriales para perfeccionar sus productos.

En el momento histórico actual el triunfo pertenece á Francia, que se enorgullece, con razón, de sus aceros del Creusot. Ya en las experiencias de la Spezzia la comisión acordó las siguientes conclusiones:

1.^a Las corazas compuestas de hierro y fundición endurecida deben rechazarse.

2.^a El sistema de planchas macizas es superior al de dos planchas con almohadillado de madera intermedio (sistema Sanwich).

3.^a Las planchas de hierro de diversos fabricantes demostrarán cualidades defensivas casi iguales. Sin embargo, se las puede clasificar en el orden siguiente: Brown, Cammell, Marsel, siendo ésta la menos resistente.

4.^a La plancha más ventajosa es la de acero Schneider (Creusot).

Y 5.^a El sistema de pernos atornillados de Schneider es el preferible para fijar las planchas á los costados ó murallas.

El llamado metal Schneider (del nombre del director del Creusot) no es, por su composición química, diferente del acero, sino que se trata sencillamente de un acero fundido, forjado y templado, haciéndose estas

operaciones con una pulcritud y una potencia de medios superior á toda ponderación. Las experiencias internacionales verificadas en Ochta, en las cercanías de San Petersburgo, pusieron de manifiesto las propiedades comparadas del compound de Brown, del acero inglés de Mr. Vickers, de Sheffield, y de los aceros Schneider, del Creusot, habiendo obtenido estos últimos la victoria.

En el polígono de Annapolis (Estados Unidos) tuvo lugar en el año de 1890 otro concurso internacional de placas para blindajes. La fecha es anterior al ruso de que se acaba de hacer mención, pero las planchas ensayadas en América se habían fabricado después que las probadas en Europa, y por lo tanto, las experiencias de Annapolis deben considerarse como las que abren la vía en que actualmente se encuentra la cuestión de los acorazamientos. Las placas que en ellas se compararon fueron: una Compound (Wilson's patent), de Cammell y C.^ª; otra de acero Schneider, del Crusot, y otra de acero niquelado procedente de la misma fábrica. Los resultados de estas experiencias los anotaremos con algún detalle por constituir, como ya hemos dicho, el principio de la última etapa de los acorazamientos de que podemos dar cuenta.

Espesores.

	<u>Milímetros.</u>
Placa del Creusot de acero Schneider.	268,47
Id. del id. de acero niquelado	264,66
Id. Compound de Cammell.	272,28

La superioridad en el espesor corresponde, como puede observarse, á la plancha inglesa.

Datos de las experiencias.

Las placas se colocaron en las cuerdas de un círculo cuyo centro era el pinzote de la cureña; la boca de la pieza estaba á 8^m,534 del centro de la placa sobre que apuntaba; el eje del cañón normal á la superficie de la placa.

El cañón al principio empleado fué rayado y de retrocarga, de 152^{mm},4 de calibre y 35 calibres de longitud. La carga empleada fué de 20,1585 kilogramos de pólvora prismática parda de Mr. Du Pont. La

velocidad remanente, de $632^m,6$ por segundo; la energía, de 1.375.222 kilográmetros. Los proyectiles empleados lo fueron los de ruptura de Holtzer, de $152^m,4$; radio de la ojiva, dos calibres; peso, 45.300 kilogramos.

Se dispararon sobre cada placa cinco proyectiles en el centro y sobre la mitad (próximamente) de cada una de las semi-diagonales. Estos últimos lo fueron con la pieza y los proyectiles dichos, pero los disparos hechos apuntando al centro de las placas se efectuaron con un cañón de $203^m,2$, cuya boca estaba á $9^m,142$ de las planchas de blindaje. La carga fué de 38.505 kilogramos de pólvora prismática parda del mismo fabricante que la anterior; la velocidad remanente de los proyectiles Firth empleados, fué de $563^m,88$ por segundo, y con su peso de 95.130 kilogramos la energía en el choque podía calcularse en 2.295.716 kilográmetros.

Resultado de las experiencias.

La perforación de la placa Compound fué siempre completa, conservándose entero el proyectil en todos los disparos, salvo uno; el proyectil de 20 centímetros perforó, además de la placa, todo el almohadillado de madera y penetró 4 metros en las tierras que existían detrás.

La placa de acero Schneider fué perforada por todos los proyectiles, pero sobresaliendo apenas el vértice de la ojiva del paramento interior de aquélla. Los proyectiles quedaron alojados en sus impactos, de manera que en ningún caso llegaron á salvar el espesor de la plancha ni siquiera un pequeño fragmento de aquéllos.

La placa níquel-acero presentó una resistencia á la penetración ligeramente menor, pero en ningún caso sobresalió del espesor de aquélla la ojiva de los proyectiles.

Los resultados son más dignos de examen si se tiene en cuenta el estado de las planchas después de los disparos, pues la placa Compound, cuya parte de acero se había desprendido del hierro por efecto de los cuatro primeros proyectiles, quedó completamente destrozada por el quinto; la de acero Schneider, sin grietar en los cuatro primeros disparos, se hendió con el último en sentido de sus diagonales, y sólo la placa de acero níquelado resistió impunemente todos los disparos sin presentar ninguna hendidura.

Estos datos podrán servir para formarse idea del estado de la cues-

tión y del valor relativo de diversos materiales para constituir las corazas, señalándose de todos modos y cualquiera que sea el porvenir de las planchas de acero-niquel, las buenas condiciones que, en general, reúnen los aceros esmeradamente fabricados. En Inglaterra, patria del *compound*, se ha reconocido ya este hecho, y la opinión se ha pronunciado en favor de que los grandes industriales de aquel país se ocupen de la fabricación del acero.

La concurrencia industrial hace que los ensayos se multipliquen en esta vía de la fabricación de los aceros. Los procedimientos empleados son múltiples, y además del acero con níquel (fabricado también por Krupp) se han producido placas de este acero endurecidas por el procedimiento Harvey, que consiste en recubrir la placa de acero con una capa de carbón vegetal sobre la que se extiende otra de arcilla, de modo que impida el contacto del aire, llevándola así preparada á un horno de muy elevada temperatura, en el que permanece el tiempo necesario para que el carbono sea absorbido por el acero.

El 31 de diciembre de 1891 se realizaron en los Estados Unidos nuevas experiencias comparativas entre varias placas, obteniendo el primer puesto la de acero-niquel, endurecida por el procedimiento de Harvey, y asimismo se verificó en otros experimentos que tuvieron lugar el 14 de noviembre del propio año, resultando de ellos y de los definitivos realizados en 14 de julio de 1892, la adopción de este sistema de placas por la marina de los Estados Unidos.

En Europa se han realizado, últimamente, diversos experimentos con placas metálicas, habiendo obtenido en unos concursos la supremacía las placas homogéneas de acero-niquel y en otras las de acero tratadas por el procedimiento Harvey; no pudiendo aquí extendernos más sobre este asunto, verdaderamente lleno de interés, y destinado á no resolverse jamás definitivamente.

Como dato para facilitar los tanteos puede indicarse que la superioridad del acero sobre el hierro se estima en un 20 por 100, de modo que en los cálculos habrá que deducir los espesores por las fórmulas que se usan para el hierro, disminuyéndolos en la citada proporción. Por lo demás, estos cálculos no pueden tener ningún valor definitivo: todos los materiales de este género que se obtengan lo han de ser tomándolos de

fábricas, especialmente dedicadas á estos trabajos, con respetabilidad bastante para que su firma sea una garantía de los productos, y por lo tanto, lo único que hay que hacer es comprobar, por medio de las experiencias hechas para la recepción, la exactitud de las cifras dadas por el fabricante, de las que se habrá partido, admitiéndolas como ciertas, para la redacción de los proyectos.

Para terminar hemos de hacer notar una observación: el tiro de guerra no tiene lugar de ninguna manera en condiciones parecidas á las de los polígonos. La posición del tiro de la artillería permite casi asegurar que no es posible lanzar desde mil ó más metros cinco proyectiles que vayan á parar á su blanco de 2 metros cuadrados, y de aquí resulta que puede haber corazas malas en los polígonos, malas, quizá, también para los buques, pero muy buenas para ser aplicadas en las obras terrestres. Nuestra duda es la siguiente: ¿No se podrían aceptar, en algunos casos, planchas fabricadas en nuestro país con los recursos ordinarios de la industria, y que por lo tanto, resultarían de precios insignificantes para su empleo en las obras? Sólo una experiencia, no de polígono, sino asimilando las condiciones á las de la guerra, podría dar contestación exacta á esta pregunta. Al ocuparnos de la organización de las obras insistiremos sobre el particular.

Maderas.

El empleo de este material para oponerse á la penetración de los proyectiles ha de ser forzosamente muy limitado. Sin embargo, para no prescindir de él indicaremos la siguiente fórmula, que suele usarse para el cálculo de las penetraciones:

$$P = N \frac{P}{a^2} \log. (1 + b v^2),$$

en la que se verifica:

a = diámetro del proyectil.

P = peso del mismo.

v = velocidad remanente.

Los valores de N y b varían en la clase de maderas, pudiéndose aceptar, según los casos, los que expresa la siguiente tabla:

$$\left. \begin{array}{l} N = 0,303 \\ b = 0,00002 \end{array} \right\} \text{Para encina, roble y haya.}$$

$$\left. \begin{array}{l} N = 0,465 \\ b = 0,00002 \end{array} \right\} \text{Para olmo.}$$

$$\left. \begin{array}{l} N = 0,640 \\ b = 0,000027 \end{array} \right\} \text{Para el pino.}$$

$$\left. \begin{array}{l} N = 0,710 \\ b = 0,00002 \end{array} \right\} \text{Para el álamo blanco y chopo.}$$

Indirectamente, la madera se emplea, como masa cubridora, en los locales á prueba de las obras no permanentes, pero cubierta con un suficiente espesor de tierras. En este caso debe calcularse el espesor de estas últimas de modo que las vigas resistentes no puedan sufrir el choque directo de los proyectiles, que rompiendo fácilmente las fibras, anularían por completo su resistencia á la flexión.

Materiales diversos.

Se ha ensayado alguna vez el hormigón de plomo para la formación de masas protectoras mixtas en que se quería conseguir reunir la elasticidad á la resistencia á la penetración; en los buques se emplea el carbón como masa cubridora, sobre todo para proteger al departamento de máquinas, etc., etc.; pero alguno de los materiales que se proponen para constituir masas cubridoras no puede emplearlos el ingeniero militar, y de otros no ha lugar á afirmar nada categórico por la escasez de experiencias á que se han sometido. Nos limitaremos, por lo tanto, á hacer notar que en este asunto, como en todos, cabe el progreso, que sólo puede obtenerse haciendo ensayos repetidos de todo los procedimientos que sucesivamente vayan poniendo sobre el tapete. Las grandes fábricas, ajenas á la tutela de los gobiernos, con poderosos medios de fabricación, obtienen resultados notabilísimos, precisamente porque á la sombra ensayan todas las modificaciones que pueden perfeccionar sus productos, y sería de desear que los gobiernos estimularan, hasta donde les fuera posible, estos esfuerzos de las industrias particulares para mejorar el material de guerra.



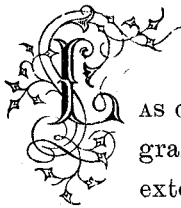


CAPÍTULO VI.

Organización de las obras.

Influencia del terreno exterior.—Aplicación de los principios de la desfilada.—Camino cubierto, foso, escarpa y contraescarpa.—Obras flanqueantes.—Adarves.—Comunicaciones.—Reductos interiores de los fuertes.—Alojamientos y repuestos.—Desfilada del personal.

Influencia del terreno exterior.



Las obras de fortificación son tanto más perfectas cuanto más grande resulta su acción estratégica y táctica sobre el terreno exterior, cuanto mayor es el obstáculo que son capaces de oponer al enemigo que trate de apoderarse de ellas, y finalmente, cuanto más protegen lo que contienen ó amparan. Este último concepto cae de lleno dentro de la desfilada, y al tratar de la organización de las obras hay que ver de qué manera influyen en sus detalles los principios expuestos en los capítulos anteriores.

Ante todo, hay que hacer notar que, según hemos visto, el terreno que rodea las fortificaciones tiene un influjo muy directo é inmediato en la aplicación que puede hacerse de las reglas de la desfilada, por lo que es lógico que al proceder al estudio de la obra defensiva se examinen previamente las condiciones del terreno exterior.

En realidad, puede decirse que todo obstáculo para la artillería del enemigo favorece la desfilada; toda posición apropiada para el emplazamiento de aquélla es un peligro para las fortificaciones. De aquí nace un aspecto especial de la influencia del terreno exterior sobre las obras, de cuyo examen no es posible prescindir.

El ingeniero, para dar á sus cálculos la posible verosimilitud, es conveniente que conozca la clase de artillería de sitio que podrá batir las

obras que proyecte. ¿Le bastará, para hacerlo, tener noticia de los datos balísticos de las piezas reglamentarias en distintos ejércitos? Muy favorable puede serle este conocimiento, pero no es suficiente. Los medios actuales de la guerra no se detienen ante nada, ni en el terreno de la teoría, ni mañana en la práctica de una lucha entre dos potencias militares. La artillería de sitio tiene un cierto número de piezas reglamentarias, pero esto no obstaría, ni mucho menos, para que si se creyese necesario, aprovechando las vías férreas, se pusieran enfrente de las plazas las más potentes piezas de costa, si con ellas podía obtenerse un efecto difícil de conseguir de otro modo. En estas condiciones ¿cómo podrá ponerse el ingeniero dentro de los términos de la realidad y tener una idea del posible empleo de extraordinarios medios de ataque? Examinando, en primer término, la importancia de su propia obra, pues si no es de influjo extraordinario en las operaciones del ejército invasor, puede suponer racionalmente que tampoco se intentarán contra ella trabajos que salgan del orden natural. Pero, en segundo término, nada podrá darle mejor la pauta de las condiciones en que tendrá lugar la acción de la artillería de sitio que el examen del terreno exterior. Estudiando las comunicaciones deducirá fácilmente si podrá contar el enemigo con artillería de potencia extraordinaria, ó si difícilmente le será posible hacer uso de ciertas piezas reglamentarias. Concebirá, á poco más ó menos, qué puntos del horizonte serán los primeros desde los que el enemigo estará en el caso de lanzar sus proyectiles sobre las obras, y hasta calculando cuál puede ser el frente de ataque más probable estará en el caso de reforzar las obras que lo constituyan.

Examinando ciertos accidentes topográficos se hará cargo del partido que podrá sacar el enemigo de algunas ondulaciones del terreno para marchar sobre las fortificaciones, á cubierto de las vistas, por lo menos; discutirá la influencia que los ríos, barrancos, cortaduras, etc. podrán tener para facilitar ó dificultar el ataque, con lo cual podrá deducir, para cada uno de los sectores peligrosos, las posiciones más favorables para el enemigo, y deslindará también más fácilmente la extensión de la zona en que se desarrollarán los ataques. Tal altura, realmente dominante sobre las obras, perderá mucho de su importancia si está aislada de las comunicaciones generales y si sus laderas son escarpadas y difícil

de abrir en ellas caminos practicables. Tal otra serie de colinas presentando sus ondulaciones de tal modo que desde la plaza puedan batirse igualmente sus crestas y sus hondonadas, será un accidente de escaso valor, convirtiéndose en otro de transcendencia si aquéllas son paralelas á las líneas de fortificación, por la facilidad con que el enemigo podrá establecer, es este caso, baterías de fuegos curvos completamente á cubierto de las vistas y de una parte de los fuegos de la plaza.

La constitución geológica del terreno es también un dato del mayor interés, ya que, por ejemplo, no es posible admitir que se desarrollen grandes trabajos de ataque en un sector cuyo suelo fuese bajo y pantanoso, hasta el punto de que las excavaciones practicadas en él quedarán, á poco de abiertas, inundadas por las aguas de filtración.

Interminable sería la serie de accidentes diversos que podrían aquí anotarse, viendo su influencia favorable ó adversa sobre las obras; pero, para no extendernos demasiado, diremos, como resumen, lo que hemos dicho antes: todo lo que favorece al mejor emplazamiento de la artillería es favorable para las obras; todo lo que constituye un obstáculo para aquélla es un auxiliar poderoso de la desenfilada.

Tan favorable puede ser una posición exterior para el enemigo, que el ingeniero, no pudiéndola hacer desaparecer y estando ligado por otros términos del problema, no encuentra otra solución aceptable que ocupar aquella posición peligrosa. ¿Es lógica esta solución? En un grado eminente: pertenece de lleno al arte militar y favorece la desenfilada, y obsérvese que conduce de un modo directo á la creación de plazas con fuertes destacados, probándose una vez más que los campos atrincherados deben ser producto de las condiciones del terreno, y no resultado de un plan preconcebido, de una teoría aplicada á todo trance, como ya dijimos al ocuparnos de la protección de las localidades.

ZONAS POLÉMICAS.—Lo que llevamos dicho sobre la influencia del terreno exterior sobre las fortificaciones prueba que la servidumbre originada por las zonas polémicas es absolutamente necesario que subsista; pero no lo es menos que hay que transformar sus términos al compás de los progresos de la artillería y del arte de fortificar las plazas.

Las bases de esta transformación podrían ser quizás las siguientes:

- 1.^a Considerar como *zona polémica* la del máximo alcance de la arti-

llería, contado á partir del punto más saliente de las obras. Para estos efectos el alcance máximo debía extremarse á fin de contar algo en el porvenir.

2.^a Dentro de esta zona polémica el ramo de guerra podría tener intervención sobre todas las obras; pero esto no quiere decir que haya necesidad de hacer efectiva en todos los casos dicha intervención, pues han variado tanto las condiciones de la guerra y la potencia de la artillería, que ciertas construcciones, antes peligrosas, no representan nada en el caso de un sitio, y más hoy que pueden convertirse en un momento, por medio de los agentes explosivos, en un montón de ruinas.

3.^a En vista de la configuración topográfica del terreno, al redactarse el proyecto de una plaza nueva, debería acompañarse la esquema de la zona en que el ramo de guerra quiere conservar su acción, graduando, dentro de ella, las formalidades para llevar á cabo una construcción y los tratos á que debiera sujetarse.

4.^a La zona polémica para las vías de comunicación debería tener un radio doblemente extenso que el anterior, pues ya se ha dicho que aquéllas tiene acción sobre las obras, aun estando fuera del alcance de la artillería.

En resumen, lo que se cree conveniente es *que se reconozca* al ramo de guerra el derecho de intervención en todo género de obras dentro de una extensa zona polémica; pero que al mismo ramo de guerra, en vista de las condiciones de cada localidad en particular, *renuncie*, para mayor sencillez, á la intervención sobre construcciones ligeras, según la distancia y situación con respecto á la plaza. Es decir, una ley general, como fuente derecho; una aplicación particular, distinta en cada caso y variable según las condiciones del terreno, que debería formularse al crear una nueva plaza fuerte ú obra de análoga importancia.

Aplicación de los principios de la desenfilada.

Las teorías que forman la desenfilada deben aplicarse á cada una de las partes de las obras, sirviéndose de ellas para reconocer hasta qué punto cumplen éstas con el objeto de cubrir al personal y material que contienen. En el estudio de los proyectos, una vez elegidos los emplazamien-

tos, queda con libertad el ingeniero para variar, entre ciertos límites, la dirección de las magistrales, la situación relativa de ciertos elementos; para hacer uso de masas protectoras, etc., todo con el objeto de cumplir lo mejor que se pueda con las reglas de la desenfilada y con las necesidades de batir el terreno exterior. Del conjunto de los tanteos que con este objeto se hagan se obtendrán las bases de los detalles de la futura obra, ó por el contrario, se convencerá el ingeniero de lo defectuoso de la elección hecha del emplazamiento y se verá obligado á ensayar otro.

Concretándonos á nuestro objeto hemos de examinar de qué modo influyen los principios expuestos hasta aquí en las partes de que más generalmente suelen constar las modernas fortificaciones, debiéndonos ocupar, de consiguiente, del camino cubierto, foso, adarves, alojamientos y repuestos, así como de la artillería y de la guarnición, aunque van envueltas unas en otras muchas de estas cuestiones.

Aquí debemos protestar, como ya se dijo en el capítulo primero, de que, no debiendo tomarse las reglas de la desenfilada en su sentido absoluto, no podrá decirse que sea, en rigor, buena ó mala una solución porque así lo diga la desenfilada. Esta proporciona un dato de interés para el problema, pero esto no quiere decir que no existan en ciertos casos concretos otros más interesantes; confesando nosotros, desde luego, que, en términos generales, lo son siempre en mayor escala los que se refieren á la acción de las obras sobre el terreno exterior. Esto sentado, examinaremos sucesivamente las diversas partes que se han indicado.

Camino cubierto, foso, escarpa y contraescarpa.

Agrupamos lo que se refiere á estos asuntos, porque para los fines de la desenfilada no pueden considerarse desligados unos de otros.

Sea, en la figura 15, ph la trayectoria de un proyectil que pasa rasando la cresta de la contraescarpa, trayectoria que puede suponerse rectilínea en la pequeña sección en que la hemos de tener en cuenta. Examinando la situación de esta línea con respecto á las demás de la figura, que representa el perfil de un foso, pueden deducirse las siguientes conclusiones:

- 1.^a La contraescarpa bc está siempre desenfilada.

2.^a Cuanto mayor sea la anchura del foso, á igualdad de ángulo de caída de los proyectiles, más expuesta estará la escarpa $e d$.

3.^a La inmunidad de la escarpa es tanto mayor cuanto más bajo se encuentra su coronamiento e relativamente á la cresta de la contra-escarpa.

4.^a Aumentando el ángulo de caída, aumenta la parte de escarpa que pueden alcanzar los proyectiles.

5.^a Existiendo el camino cubierto, la trayectoria $p h$ se convierte en la $p' h'$, aumentando, de consiguiente, el trozo de escarpa que se puede batir en un ángulo de caída determinado.

Haciendo las deducciones á que inmediatamente se prestan las anteriores conclusiones, puede añadirse lo que sigue:

Dificultando el camino cubierto la desenfilada de la escarpa, conviene suprimirlo; pero teniendo en cuenta que el perjuicio nace de la situación relativa de las crestas b y b' , puede evitarse de uno de los dos modos siguientes: (a) Elevando el punto b' hasta que la trayectoria que pasa rasando por él se confunda con la $p h$, en cuyo caso la desenfilada está igualmente satisfecha, pero se fuerza la pendiente de glásis, y (b), trasladando el camino cubierto hasta cierta distancia del borde del foso, convirtiéndole en una especie de glásis cortado.

Puesto que, aumentando el valor del ángulo de caída de los proyectiles, se puede herir mejor la escarpa y abrir en ella brecha, la artillería de sitio procurará que las trayectorias sean cuanto más curvas mejor. Esto puede conseguirse disminuyendo las cargas (como ya se dijo anteriormente), llamándose tiro de *sumersión* al que se verifica en estas condiciones. Ya se comprende, por lo tanto, que el tiro de sumersión es un enemigo de la desenfilada; pero hay que tener en cuenta que, como vimos al ocuparnos de las masas cubridoras, la penetración de los proyectiles disminuye mucho cuando hieren éstos oblicuamente al paramento de aquéllas, y como, por otra parte, la disminución de cargas trae consigo la disminución de las velocidades remanentes y como consecuencia de la energía en el choque, se establece cierto equilibrio entre las ventajas y los inconvenientes. Desde luego, el sitiador no empleará el fuego de sumersión cuando la debilidad de los efectos que puede producir sobre las escarpas lo hagan inútil, lo que tendrá lugar cuando el ángulo

que forma la trayectoria con el paramento de aquélla exceda de 60 ó 65 grados. Fijándonos en los 60 grados, el ángulo de caída máximo será de 30 grados; la tangente de este ángulo (radio 1) es igual á 0,57, ó sea 5,70 para un radio igual á 10. Así en la figura 16, si el foso tiene 10 metros de anchura, el punto *c* estará 5^m,70 más bajo que el *a*, resultando desenfilado el espacio *cd* de la escarpa. Si la altura de *a* sobre *f* es de 12 metros, por ejemplo, la porción *cd* tendrá 6^m,20, suficiente para hacer difícil la escalada. Las condiciones de la fortificación indicarán si esta cifra es ó no aceptable; pero, desde luego, puede afirmarse que la desenfilada á $\frac{1}{6}$ ó $\frac{1}{4}$ no satisface en la actualidad. La cifra de 30 grados por el ángulo de caída equivale, próximamente, á $\frac{1}{1,8}$, pudiéndose llegar, para mayor sencillez en las operaciones gráficas, á $\frac{1}{2}$. El perfil resultante al foso será, por lo tanto, supuesta la anchura de 10 metros, el que marca la figura 16. Para asegurar mejor la desenfilada de la escarpa y dificultar, por consiguiente, la apertura de la brecha, podrían tomarse, además, las precauciones siguientes:

(a) Consolidar la cresta *a* de la contraescarpa por medio de hormigón ó mampostería de piedra dura.

(b) Hacer la escarpa de gran espesor y de sillería ó mampostería dura, de muro seguido, prescindiendo de si hay ó no bóvedas en descarga, que si son buenas para resistir el empuje de las tierras, no aumentan en nada la resistencia contra los proyectiles.

(c) Disminuir en lo posible el empuje de las tierras, para lo cual tendrá que hacerse lo más tendido que sea posible el talud *cf*, á fin de que no graviten sobre la escarpa más que en cantidad insignificante.

Quando no sea posible construir la escarpa de mampostería ó sillería bastante dura, y en general, cuando el empuje de las tierras, por la poca adherencia de éstas, sea de importancia, podrá apelarse al expediente de formar la escarpa de dos muros paralelos, separados entre sí unos 80 centímetros. Las conmociones que produzcan en el primero el choque de los proyectiles no se transmitirán al segundo, destinado más especialmente á sostener el empuje de las tierras, á cuyo efecto se le dará el espesor necesario para este objeto.

Lo dicho hasta aquí respecto á la desenfilada del camino cubierto y

foso, lo ha sido en el supuesto de que se trataba de fuegos directos, debiendo examinar ahora lo que ocurre tratándose de los restantes géneros de aquéllos.

Por la misma disposición de las obras puede prescindirse del examen de las de revés, pues ninguna acción tendrán sobre las partes en que nos ocupamos.

En el camino cubierto pueden temerse los fuegos oblicuos y de enfilada, por tratarse de líneas rectas de alguna extensión. La desenfilada puede obtenerse por medio de masas cubridoras que interrumpen la continuidad de la línea que se va á proteger.

Si el camino cubierto tiene la forma de glásis cortado, dichas masas ó traveses se formarán prolongando el glásis hasta el borde del foso. En cada uno de los traveses se deberá practicar un corte de trazado no rectilíneo para que las comunicaciones no queden interrumpidas á lo largo del camino cubierto. Los traveses, constituídos en la forma dicha, no se acusarán sobre el terreno, si bien por su poco relieve tendrán que multiplicarse mucho, lo que no es un inconveniente. Los pasillos que atraviesen la masa de los traveses no deben ser cubiertos, para que, á su vez, no estén desenfilados de los fuegos de la plaza, lo que se evitará haciendo muy tendido el talud del pasillo que se encuentre del lado de aquélla.

La separación de los traveses se calculará en vista de la dominación que desde el sector de los tiros de enfilada pueda tener el camino cubierto. Como al ocuparnos de la desenfilada de los adarves tendremos que detallar este asunto, no nos extenderemos aquí para evitar repeticiones, aunque podemos indicar que no se debe exagerar la desenfilada del camino cubierto, pues basta que las tropas que lo ocupen puedan encontrar protección arrimándose á la banqueta ó á los traveses, pues si por las condiciones de la lucha resultaran batidas por todas partes á un tiempo, su situación se haría, de todos modos, insostenible.

La escarpa y la contraescarpa nada tienen que temer de los fuegos de enfilada. La primera estará expuesta á los oblicuos, en cierto modo más peligrosos que los directos, por cuanto la protección que recibe de la contraescarpa y del terreno natural no es, ni con mucho, tan eficaz como tratándose de los primeros. La regla es general para todos los

casos análogos, de modo que de una vez para todas ellas pondremos de manifiesto la diferencia.

Sea en la figura MM' la cresta de una masa cubridora destinada á proteger la línea bb' . Cuando el tiro es normal la trayectoria TT' desciende en el espacio ab en cantidad igual á la tangente del ángulo de caída multiplicada por la separación ab , ó sea

$$D = \text{tang. } \alpha \times ab.$$

Si la trayectoria se convierte en la TT' el valor del descenso en el espacio que separe la masa cubridora de la línea que ha de proteger, se convierte en

$$D = \text{tang. } \alpha \times cb,$$

y como en este producto de dos factores, en que el uno es constante, el resultado varía con el otro, resulta que á partir del mismo ab , constituido por la normal, la influencia protectora de la masa MM' disminuye á medida que aumenta la oblicuidad de la trayectoria. Sin embargo, como el efecto de los proyectiles disminuye también en proporción de dicha oblicuidad, resulta que para las escarpas sigue siendo el tiro directo el más peligroso, por cuyo motivo la artillería enemiga no empleará el tiro de sumersión para la apertura de brecha, fuera del sector correspondiente al fuego directo con relación al punto que haya elegido como objetivo.

Nótese, además, que las escarpas estarán siempre desenfiladas de las vistas, siendo, por lo tanto, difícil corregir el tiro de sumersión ó indirecto, á menos de que la defensa esté tan quebrantada que las baterías de sitio puedan colocarse á pequeñas distancias, como ha sucedido en alguna guerra moderna; pero creemos que no debe considerarse este hecho como natural, pues si la guarnición está aniquilada, con la brecha ó sin ella, la toma de la plaza será en todos casos inminente.

Obras flanqueantes.

Para los efectos de la desenfilada hay que distinguir las galerías aspilleradas de escarpa, de contraescarpa y las caponeras y obras análo-

gas. Las galerías aspilleradas de la contraescarpa están, como esta misma, en las mejores condiciones posibles para estar libres de los efectos de los proyectiles, por lo que á ellas deberá acudirse cuando no sea fácil desenfilarse las obras flanqueantes de otra clase.

Las galerías aspilleradas de escarpa son de más difícil desenfilada, á menos de situarlas casi en el fondo de los fosos; pero si en esta situación no pueden batir el borde de la contraescarpa, á lo menos tendrá que tomar una posición algo violenta el tirador.

Pero el principal defecto que presentan las galerías aspilleradas es la dispersión de los tiradores, que no se presta al mútuo apoyo moral, que tan necesario es en los críticos momentos en que el defensor trata de verificar un ataque á viva fuerza después de abierta la brecha. Es, además, muy posible que una obra flanqueante de esta naturaleza no pueda utilizarse en el caso de mayor necesidad, á causa de que el sitiador llevará á cabo su tentativa precisamente por aquella parte en que la galería aspillerada esté destruída, ó por lo menos cubierta parcial ó totalmente por los escombros.

Las obras flanqueantes que baten la totalidad de un foso ó una parte muy importante de él, presenta la ventaja de que la defensa del *obstáculo* que constituye la fortificación se halla reconcentrada en puntos muy especiales. La vigilancia es muy fácil; los tiradores, bajo la mano del oficial encargado de la defensa de la obra que ocupan, pueden desempeñar mejor su cometido, por lo que este sistema de flanqueo es preferible, en casi todos los casos, á los que se han citado antes. Pero la desenfilada de las caponeras de los tiros cuya dirección sea próximamente la misma que la del foso, no pueden confiarse á la masa cubridora que constituyen el terreno natural y la contraescarpa; de modo que toda la protección la han de recibir de sí mismas. Afortunadamente el pequeño campo de tiro que han de tener las piezas de la caponera, permite establecer delante de las mamposterías una máscara especial, formada por las llamadas *cañoneras túneles*, que cumplen perfectamente con las condiciones de la desenfilada en el concepto de que sólo tratan de proteger contra los proyectiles de la artillería lejana, cuyos ángulos de caída son suficientemente grandes para que las trayectorias sean fácilmente cortadas por la masa cubridora.

Sin embargo, cualquiera que sea la disposición adoptada, siempre quedan expuestas las cabezas de los túneles al choque directo de los proyectiles, de modo que un fuego continuado puede destruirlas poco á poco, y faltando la base á la envuelta de tierras, caer éstas delante de las cañoneras. Para evitar estos inconvenientes lo más propio es alargar bastante los túneles y dejar entre los piés derechos, bajo el nivel del foso, refosetes destinados á recibir las tierras que puedan irse desmoronando, á fin de que de ninguna manera pueda quedar interrumpido el fuego de la artillería del flanco.

El peligro de que estas obras flanqueantes queden destruidas por el fuego que enfila los fosos, es tanto mayor cuanto más favorables sean las posiciones que el sitiador pueda elegir en los sectores correspondientes del terreno de los ataques. Al ocuparnos de la acción del terreno exterior sobre las fortificaciones dijimos las circunstancias que hay que tener en cuenta para definir esta influencia, por lo que aquí nos debemos limitar á señalar la conveniencia de que los fosos no estén dirigidos á puntos que el enemigo pueda ocupar con ventaja; antes al contrario, deben proyectarse en direcciones tales que el terreno, en la prolongación de aquéllos, esté más bajo que las obras, ó sea pantanoso, ó resulte, por cualquier concepto, impropio para la colocación de la artillería.

Mas si estas condiciones no fueran posibles, y aun siéndolo, puede acudirse, para extremar la desenfilada de las obras flanqueantes, á darles mayor resistencia y menor tamaño, haciéndolas acorazadas ó metálicas, y además, darles movilidad para que estén desenfiladas en absoluto de todo género de proyectiles hasta el último momento.

Nótese bien que dentro del concepto y del alcance que hemos dado á la desenfilada, desligándola de aquellas distinciones históricas entre la desenfilada por la traza ó por el perfil, dentro de este campo más moderno en que se mueve, ningún procedimiento más práctico, más racional, más propio de la rama de la fortificación de que nos ocupamos, que *esconder, guardar, apartar del combate*, ó como quiera llamarse, aquello que se quiera proteger, mientras no hace falta que esté expuesto al fuego enemigo. Las caponeras metálicas móviles pertenecen de lleno á solución tan lógica, y nosotros, que no podemos discutir aquí sus ventajas é inconvenientes desde otros puntos de vista, que no podemos explicar,

como haríamos si nos ocupáramos de la fortificación descriptiva, cuáles medios son mejores ó peores para hacer práctica esta solución, hemos de decir que este principio, en sí mismo, satisface en el más alto grado todas las exigencias de la desenfilada, y por este solo hecho está destinado á un indudable progreso.

Adarves.

Si la historia de la fortificación permanente no existiera, si las combinaciones de otras épocas hubieran desaparecido de la mente de los ingenieros militares, al describir una «fortificación tipo» se diría que detrás ó en el interior de los obstáculos (el foso flanqueado generalmente), opuesto al camino del enemigo, se han de establecer las baterías destinadas á emplazar la artillería que ha de luchar con la del sitiador. La idea de un adarve continuo, organizado de tal ó cual manera paralelamente al foso, no se admitiría por ningún concepto. Porque ¿cómo es posible admitir el paralelismo de los adarves con los fosos? ¿Es que ha de cumplir con condiciones análogas? De ninguna manera: los fosos han de cerrar un espacio, su dirección ha de ser tal que las obras flanqueantes no resulten demasiado expuestas; las baterías de la plaza no han de cumplir con ninguna otra condición tan importante como la de batir el terreno exterior, y como no hay paridad, no hay relación exacta y constante entre estos dos fines, no pueden tampoco conducir á que se elijan dos líneas paralelas. El principio de la independencia del parapeto y de la escarpa debe, por lo tanto, extremarse hasta convertirlo en otro: independencia del obstáculo y de las baterías, y esto aceptado es posible que la distribución del artillado alrededor del recinto de una plaza ó fuerte pudiera hacerse con mayor libertad de acción.

Como quiera que sea, la cuestión importante de que aquí nos hemos de ocupar es de la protección de la artillería del recinto, tanto si está en baterías sueltas ó en adarves continuos; pero antes hemos de decir algo sobre los medios con que puede ofenderla la artillería del sitiador.

Cuando se trata de proteger mamposterías ú otras masas resistentes contra las cuales el enemigo, para obtener el efecto que pretende, ha de lanzar sus proyectiles en dirección casi normal á aquéllos, es posible, y

así se ha recomendado, calcular el ángulo de caída de los proyectiles, discutir la influencia del terreno exterior y tener en cuenta todas las circunstancias especiales del caso; pero cuando se trata de la protección del personal y de material delicado, ya dijimos que todos estos cálculos son indiferentes, pues el enemigo cuenta, para batir á ambos, los proyectiles de los cañones, lanzados con trayectorias sumamente curvas, si así le interesa; con el fuego de los obuses y morteros rayados, cuyos ángulos de caída son muy grandes, y con las granadas de segmentos y shrapnels, que pueden caer bajo todos los ángulos posibles.

Ahora bien, siendo todo esto cierto indudablemente ¿es posible decir que tal ó cual adarve está desenfilado por tener el parapeto una altura de X metros, cuando asoma por encima del parapeto toda la pieza, cuando la mayor parte del montaje está expuesto al tiro directo, cuando los sirvientes no pueden hacer ninguna operación sino bajo el fuego enemigo? Nosotros consideramos atrevidísimo decir que sí, á menos de caer en un convencionalismo del que estamos muy lejos, como sería aceptar, *a priori* y porque sí, un ángulo de caída determinado y creer aún artículo de fé que ningún proyectil llegará á la obra con un ángulo de caída mayor. Mas esto será un convenio, no una realidad, salvo en el caso de la defensa de costas, que por esto hemos estudiado aparte, cuando las baterías están á cierta altura sobre el nivel del mar. Las baterías á barbata no están en todos los demás casos desenfiladas; no lo está su personal ni su material, y nosotros combatiríamos en absoluto el empleo de las barbetas en las fortificaciones, á pesar de lo ventajoso de su adopción, por otros conceptos que no es de este lugar explicar, si la misma desenfilada no proporcionara un precioso medio para desenfilar, tanto la artillería como el personal, y éste es, como ya puede suponerse, aprovechar el principio de la desenfilada por la movilidad del blanco para poner las piezas á cubierto de los proyectiles enemigos. Nosotros hemos dicho, á propósito de las caponeras metálicas movibles, lo racional de esta idea para los efectos de la desenfilada; pues lo mismo tendremos que decir aquí respecto á las piezas situadas en baterías de piezas á barbata fijas en sus emplazamientos: sin contar con otra protección que la que les ofrece el parapeto, carecen, casi en absoluto, de la menor protección contra los proyectiles enemigos; teniendo movilidad suficiente para que

cuando no fuera necesario su empleo, ó cuando el tiro del enemigo fuera muy certero, pudieran resguardarse por completo, las piezas á barbata pueden considerarse inmejorablemente colocadas.

La movilidad de la artillería dijimos que podía obtenerse, en principio, por varios procedimientos: *primero*, colocando las piezas en cureñas análogas á las de sitio, á fin de que los sirvientes puedan transportarlas ó arrastrarlas á brazo hasta los locales á prueba; *segundo*, montándolas sobre carruajes que puedan correr á lo largo de las vías férreas, ya para contornear el recinto, ya para ser fácilmente conducidas á locales cubiertos, y *tercero*, utilizando montajes eclipse que permitan que las piezas estén completamente desenfiladas, salvo en el preciso momento de hacer fuego.

Analizando estas tres soluciones, siempre desde el punto de vista de la desenfilada, puede observarse que la primera tiene el mérito de la sencillez, pero es defectuosa en cuanto la movilidad no se obtiene sino á costa de algún trabajo, y exponiendo á varios sirvientes al fuego enemigo, precisamente cuando éste es tan certero que obliga á retirar el material; pero dada la facilidad de asimilación que resulta, adoptándole, de la artillería de sitio y la de plaza, su adopción podía hacerse sin el más leve inconveniente.

El establecimiento de la artillería sobre vías férreas satisface á un tiempo las exigencias de la desenfilada y las de batir el terreno exterior, por cuanto pueden llevarse las piezas á las partes del recinto en que puedan hacer más falta, al mismo tiempo que con su variabilidad de posiciones impiden que el enemigo pueda corregir sus fuegos sobre ella.

Pero la desenfilada de las piezas y de los sirvientes se obtiene en el más alto grado posible adoptando los montajes eclipse, que permiten efectuar la carga y todas las maniobras á cubierto de los proyectiles enemigos. Aquí no nos interesa por qué procedimiento se puede obtener este resultado, ni la comparación entre unos y otros, pudiéndose indicar, sin embargo, que se puede obtener el movimiento de las piezas ya por un procedimiento automático, basado en la reacción de aquéllas sobre los montajes, ya empleando la fuerza hidráulica transmitida desde una estación central con su máquina de vapor, como se efectúa, por ejemplo, en las grúas establecidas en los muelles de los puertos importantes, ó

por otro procedimiento cualquiera. Y obsérvese, de paso, que necesariamente las fortificaciones que hoy se proyectan han de tener un carácter marcadamente industrial, pues el número de aparatos y máquinas de todo género que cada día se van reconociendo como hábiles para substituir al esfuerzo humano, tienen tanta aplicación en la guerra como en la paz, y en ninguna parte puede emplearse mejor que en un fuerte, como de una manera análoga se hace en los buques modernos, muchas de cuyas disposiciones, como ya oportunamente hicimos observar, tendrían más fácil y sencilla aplicación en las fortificaciones terrestres.

De no utilizarse para la desenfilada el sistema de dar movilidad á la artillería, las piezas batidas por el fuego directo, con ángulos de caída á veces muy pronunciados, batidas por los shrapnels, batidas por los fuegos curvos, no pueden protegerse más que cubriéndolas por completo por medio de las masas protectoras; solución que realizan las casamatas y cúpulas. Para nuestro objeto, no tendríamos que establecer diferencias entre las primeras y las segundas, sino es porque aquellas, ni suelen presentar cañoneras mínimas, ni están desenfiladas de los fuegos de revés, aunque se remedia fácilmente este defecto, cuando hace falta, por medio de espaldones. Fuera de estas diferencias, las casamatas y las cúpulas realizan en principio el ideal de la desenfilada, pues toman ésta el carácter de general, es decir, que libran de los proyectiles que lleguen en cualquier dirección, aunque no alcanzan á realizar la desenfilada absoluta, pues ya se indicó que era imposible pretenderla.

Las casamatas tienen siempre el inconveniente de la no muy grande extensión de su campo de tiro y de que sus cañoneras han de presentar una abertura no escasa. Podría achacárseles también el defecto de que han de presentar forzosamente una parte de las mamposterías al descubierto, pero téngase en cuenta que presentar las mamposterías al choque de los proyectiles, sobre todo tratándose de hormigones duros, aunque siempre es peligroso, no lo es tanto como en las escarpas, en donde de la ruina de las primeras puede derivarse el derrumbamiento de las tierras, ó en las baterías al descubierto, en las que es posible que los chinazos causen tanto daño como los proyectiles mismos. En las casamatas solo son de temer, de éstos últimos efectos, los que se produzcan en los derrames de las cañoneras y en cuanto al derrumbamiento de las tierras,

hoy no se concede gran importancia á la protección que ofrecen las mismas.

Cuanto á las cúpulas metálicas, la desenfilada no puede menos de proclamar que los progresos de la artillería y de los recursos que ofrece la metalurgia, satisfacen aquellas cuantas condiciones puede exigírselas en el concepto de proteger el material y el personal. Todas las obras modernas del general Brialmont convergen á demostrar esta necesidad; á probar que para alcanzar la defensa superioridad sobre el ataque, tiene forzosamente que oponer aquélla á las baterías descubiertas del sitiador, las acorazadas de la plaza. Demuestra, además, tan ilustre ingeniero, que la solución economiza cierto número de piezas y un número mucho mayor de sirvientes, favoreciendo al mismo tiempo que la desenfilada, todas las demás fases del problema que resuelve la fortificación. Es verdad que estas opiniones se han combatido, mas á nuestro entender, con poco éxito, y la teoría de que al hierro hay que oponer el hierro, está en pie. Si otras razones impiden aceptarla, sea en buena hora, y más existiendo el paliativo indicado antes, de dar movilidad á las piezas; pero no se pretenda negar, cerrando los ojos á la luz, que en las guerras futuras, como en las pasadas, vencerá siempre quien esté mejor protegido.

Comunicaciones.

El terraplén de circulación que suele proyectarse detrás de las baterías del recinto, sólo constituye una parte del sistema de comunicaciones de primera necesidad en las obras de fortificación. Empeñado el sitiador en la destrucción de las baterías, no dirigirá especialmente sus fuegos sobre las comunicaciones, por lo que éstas bastará que se hallen desenfiladas de las vistas, lo que se obtendrá por medio de traveses, y, si es posible, haciendo plantaciones de árboles en el interior de los fuertes.

Sin embargo, hallándose el sitio algo adelantado, el sitiador, por lo menos esto es probable, lanzará sobre las obras el mayor número de proyectiles posible, valiéndose de las especiales condiciones de los morteros rayados, sin preocuparse de qué parte de las obras hieran, bien conven-

cido que multiplicando su número, la dispersión natural de los impactos producirá daño de consideración en todos los puntos que sean vulnerables. Este período del sitio será el de mayor peligro para la defensa, y de sus resultados dependerá la suerte de ésta, por lo que todos los detalles de las obras han de estar subordinados á poder salir airoso de esta operación. Las comunicaciones son uno de los detalles más interesantes, y de aquí, que además del terraplén de circulación, cuya desenfilada sólo se encomendará á las vistas, haga falta un sistema de comunicaciones subterráneas que unan entre sí los repuestos y alojamientos con las bóvedas inferiores de los traveses, á fin de poderse acudir á todas partes á cubierto de los proyectiles enemigos, facilitándose de esta manera todos los servicios.

Reductos interiores de los fuertes.

Las condiciones principales que se exigen á estos reductos son:

- 1.^a Estar protegidos contra el fuego lejano de la artillería.
- 2.^a Poder batir los terraplenes y espacio interior del fuerte, á fin de que el enemigo no pueda ocuparlo una vez tomado el recinto.

La primera condición puede atenderse fácilmente, puesto que no se pide acción del reducto sobre el terreno exterior. Por lo tanto, toda obra situada al interior de la principal, más baja que ella, y cuya defensa propia consista en una galería aspillerada de escarpa ó caponera situada en el fondo de un foso desenfilado, puede cumplir con dicha primera condición. Satisfacer á ambas á un tiempo, es imposible, por cuanto si desde la obra se han de batir los adarves, no puede estar la artillería del reducto separada de aquellos por masas protectoras. Sólo existe un medio para hermanar estas dos necesidades, y es proteger las piezas del reducto en el interior de cúpulas. En los reductos que el general Brialmont propone en sus fuertes, están así cumplidas aquellas dos bases.

Alojamientos y repuestos.

El principal efecto que determinó la adopción de la artillería rayada, fué ocultar las mamposterías, y el corolario inmediato del progreso incesante de las piezas de fuego curvo ha de ser enterrar todas aquellas

partes de las fortificaciones que no han de tener ninguna acción sobre el terreno exterior.

Organizadas las fortificaciones bajo este plan, se comprende que han de quedar bajo el terreno natural todas las obras, salvo los emplazamientos de la artillería, teniendo este sistema la ventaja, no tan sólo de favorecer la desenfilada, sino que introduce facilidades y seguridades en el servicio, que se puede hacer con tranquilidad y serenidad completa, bajo el fuego del enemigo, lo cual es muy interesante, sobre todo tratándose de las operaciones anejas al aprovisionamiento de las baterías y de las piezas, como ya hicimos notar al ocuparnos de la desenfilada de las comunicaciones.

Los alojamientos de la guarnición merecen que nos detengamos algo en ellos. Si el estado de guerra fuera permanente ó siquiera el ordinario, no podríamos hacer ninguna excepción á favor de los locales necesarios para ello, que deberían estar, como todos, enterrados; pero como es imposible hacer vivir al oficial y al soldado en estas condiciones, sin perjuicio para su salud, hay que buscar el medio de evitar este inconveniente, sin peligro para la debida seguridad. Dos procedimientos pueden seguirse para obtener este resultado. El primero, consiste en la construcción de cuarteles á prueba, sobre el terreno natural, en donde pueda habitarse, sino con comodidad, á lo menos sin contravenir las más elementales reglas de la higiene de las viviendas. Este método lo consideramos de medianas condiciones, porque es difícil hermanar la seguridad, que solo puede obtenerse por gruesos muros y gruesas bóvedas, con la higiene, que exige luz y aire. Además, no es fácil desenfilar estos alojamientos ni siquiera medianamente, pues si bien en los proyectos más modernos del general Brialmont figuran de la manera dicha, hay que tener en cuenta que es en los recintos de las plazas y en los fuertes que forman parte de un campo atrincherado, es decir, en circunstancias tales, que existe una dirección desde la que no pueden venir fuegos del enemigo, y hácia ella se abren los vanos de los alojamientos; pero esto no se podrá admitir en muchos fuertes aislados ó baterías sueltas.

El segundo método consiste en tener preparados los locales enterrados suficientes para el alojamiento de la guarnición en tiempo de guerra, calculados los de las tropas para la mitad de la cifra total, teniendo en

cuenta que los de servicio no podrán permanecer en los alojamientos; pero para las condiciones ordinarias de los largos periodos de paz, construir en el interior de los fuertes ó junto á las baterías sueltas, ó en fin en donde se crea conveniente, alojamientos ligeros, sin tomar en ellos ninguna precaución contra el fuego enemigo, sino subordinados únicamente á las reglas ordinarias de este género de edificios. Llegado el caso de un sitio nada sería tan fácil como trasladarse de estas viviendas á los locales á prueba, dejando abandonadas las primeras á los efectos de los proyectiles que pudieran caer sobre ellas, salvo en el caso de que por su situación pudieran embarazar el servicio, aunque esto no deberá acontecer si las obras están, en su mayor parte, enterradas, pudiéndose, en último caso, demoler por medio de agentes explosivos, en todo ó en la parte que pudiera molestar los trabajos de defensa. Esta solución mixta del problema que ofrece el alojamiento de las tropas en la fortificación, creemos que es la más práctica.

Desenfilada del personal.

Si el sitiado es superior, en el sentido militar de esta palabra, al sitiador, el sitio no debe existir, pues el encierro forzoso tendría, en este caso, algo de ridículo; la fortificación en esta hipótesis no es más, como dice Clausewitz, que una hospedería que no debe confundirse con una cárcel. Si el sitio tiene lugar, es que su guarnición no es bastante fuerte para batir en campo abierto al enemigo, y esto sentado ocurre preguntar: ¿qué debe hacerse de la guarnición durante el sitio?

El arte militar, que debe tenerse siempre presente al tratar de las cosas de la guerra, y los mismos principios de la fortificación, recomiendan que no se expongan las reservas en los comienzos del combate; que no se emplee en la defensa lejana lo que es más apto para la próxima. Pues bien, en estas condiciones, si el cerco está establecido en regla y si razones de un orden que aquí no nos interesa no permiten hacer salidas, la guarnición de infantería que guarnece las fortificaciones debe desenfilarse, debe permanecer perfectamente resguardada.

No hay motivo de ningún género que se oponga á esta determinación. Mientras el enemigo tiene sus baterías fuera del alcance de la fu-

silería, ésta no puede auxiliar en nada á la defensa con sus fuegos; cuando el ataque se desarrolle en la zona de este alcance, todo lo que puede hacer la fusilería lo harán mejor las piezas ligeras y las ametralladoras sin exponer tanto personal. Además, cuando se ha llegado á este último período del ataque, es de suponer que cuenta con gran superioridad sobre la defensa y la lucha sería desigual. Sólo cuando el enemigo trate de hacer efectivo el resultado del sitio es la ocasión de hacer uso decisivo de la infantería para rechazar al asaltante. Compárese la energía con que podría defenderse y batirse una guarnición entera y no fatigada, y la que podría desarrollar una tropa mermada, diezmada por el fuego enemigo, como sucederá si ocupa las banquetas y corredores especiales durante el período de los ataques regulares, y se podrá formar idea de la diferencia de resultados que se podrán obtener. Porque la defensa de una plaza no se ha de suponer cuando todo está en perfecto estado, sino que hay que imaginársela con la artillería desmontada, los traveses destrozados, los parapetos informes, las escarpas demolidas y revelando todos los detalles el efecto, cada día más terrible, de los poderosos proyectiles que habrán caído sobre las obras. Si no hay algo entero á última hora para oponerse al golpe decisivo del sitiador, la toma de una fortificación será simplemente un *affaire de l'artillerie*, y para evitarlo es necesario conservar intacta hasta última hora la guarnición de infantería, que podrá rechazar, con ventaja, cualquier ataque á viva fuerza que se intente, prolongando mucho más la defensa, ó cambiando, quizás, el curso y hasta el resultado final del sitio. Los alojamientos desenfilados, las comunicaciones protegidas, serán el principal elemento para conseguirlo, y por esto cabe decir una vez más que las obras enterradas han de constituir uno de los detalles característicos de las fortificaciones modernas.

CAPÍTULO VII.

Desenfilada de las obras no permanentes.

FORTIFICACIONES PROVISIONALES.—OBRAS DE CAMPAÑA.—Su carácter especial, por lo que se refiere á la desenfilada.—Organización de los puntos fuertes.—Atrincheramientos.—Protección de la artillería.—Idem de las defensas accesorias.—BATERÍAS DE SITIO.—ZAPAS.

Fortificaciones provisionales.



UNQUE una gran parte de los principios que se han definido y de las reglas que se han dado son independientes del género á que pertenezcan las fortificaciones, es indudable que la variación de los materiales empleados, la mayor rapidez con que se han de llevar á cabo las obras y otras varias circunstancias, han de influir forzosamente en las disposiciones que se adopten para asegurar la desenfilada.

Los principios que para ello hay que adoptar y las reglas que tienen que seguirse se expresan á continuación, bien entendido que algunas no se demuestran por haberlo hecho ya en el curso de la obra al tratar de las materias correspondientes. Son estos principios y reglas los siguientes:

1.º Diseminar las obras y partes de ellas lo suficiente para que la artillería no pueda aprovechar la dispersión de los proyectiles, sobre todo en el sentido del alcance, hiriendo con la misma puntería á varias de aquéllas. De este principio se derivan inmediatamente: (*a*), la adopción para el trazado de fuertes de una forma rectilínea, normal á la recta que une á la posición propia con la del enemigo; (*b*), separar las baterías del recinto de los fuertes, estableciéndolas á los lados de aquéllos á la distancia necesaria para que tampoco puedan aprovecharse los desvíos laterales de los proyectiles dirigidos contra las baterías; (*c*), establecer los alojamientos para las reservas detrás de los pliegues del terreno más

próximos, para que estén, casi en absoluto, libres de los fuegos dirigidos contra la línea de combate. Así lo practicó Osman-Pachá en la defensa del campo atrincherado provisional de Plewna, retirando las tres cuartas partes de la guarnición de los fuertes, con lo cual la fracción que quedó en aquéllos pudo estar bien instalada en los alojamientos, y la que se retiró, perfectamente protegida, podía acudir con desembarazo á los puntos necesarios.

2.º Dar á la artillería toda la movilidad compatible con la naturaleza del terreno, á cuyo fin, desde la posición que ocupan los repuestos junto á los fuertes, se arreglarán caminos que vayan á parar tanto á las diversas posiciones que puedan elegirse para batir al enemigo, como á los pliegues del terreno en donde puedan quedar protegidas las piezas. A falta de este procedimiento de desenfilada por medios naturales, se construirán abrigos á propósito, siendo siempre de interés que las masas cubridoras que forman estos abrigos estén desenfiladas de las vistas, aún cuando no sea más que por los árboles ó plantaciones que existan. La movilidad de las piezas fué también brillantemente aprovechada en la defensa de Plewna, lo que hizo posible la resistencia á pesar de contar con 508 piezas el ejército ruso y solamente con 100 los turcos.

3.º No presentando las obras provisionales un gran obstáculo en sí mismas, la defensa ha de ponerse en el caso que hemos dicho que ocurría en las fortificaciones permanentes destrozadas por la artillería enemiga. Por lo tanto, aquí más que allí habrá que contar con elementos *absolutamente desenfilados durante el combate lejano*, para resistir con energía los ataques á viva fuerza. Estos elementos son las tropas de reserva y las piezas ligeras y ametralladoras. De las primeras ya hemos dicho que se desenfilarán retirándolas á espaldas de los fuertes, y lo mismo podrá hacerse con la artillería ligera.

4.º Dada la enorme cantidad de movimiento de los modernos proyectiles, los abrigos que hayan de proyectarse en el interior de los fuertes, tendrán que tener una estabilidad superior á la que se les exigía antes, lo que dificultará la adopción de tipos en que aquella no esté muy asegurada. Cuando el terreno sea resistente, lo más práctico es substituir todo apoyo vertical por el mismo terreno, es decir, convertir los abrigos en trincheras blindadas, bien entendido que confiada á la artillería ane-

ja la misión del combate lejano, el fuerte no es más que un abrigo defendible fácilmente, un punto de apoyo para la guarnición que ha de cerrar el paso al enemigo.

5.º Por estas mismas razones, la desenfilada de las banquetas de los tiros de flanco por medio de traveses, ha perdido casi toda su importancia, pues las tropas no deben salir de sus abrigos sino cuando el enemigo avanza decididamente y está dentro del alcance eficaz de las armas. Sin embargo, convendrá establecer algunos pequeños traveses para la protección de los individuos encargados de la vigilancia y de algunos tiradores buenos que puedan utilizar sus disparos á grandes distancias.

6.º Todas las comunicaciones entre las diversas dependencias del fuerte, deben establecerse por medio de trincheras profundas y si es posible blindadas.

7.º No pudiéndose temer los ataques por la mina en las fortificaciones de esta naturaleza, la desenfilada de las obras flanqueantes podrá obtenerse dirigiendo los fosos al interior de la línea de fuertes (si de ellas se trata), y en todo caso, arrimándolas á la contraescarpa y estableciendo su comunicación en el interior del fuerte por medio de un paso blindado por debajo del fondo del foso.

8.º La desenfilada exige que todas las obras estén completamente terminadas antes de que el enemigo pueda hacer el primer disparo, condición difícil de llenar en las obras provisionales. El general Todleben, refiriéndose á la defensa de Sebastopol, se quejaba de que cada día tenía que exponer de 5 á 10.000 hombres para reforzar y completar las obras, mientras que si las fortificaciones hubieran sido permanentes, *la guarnición hubiera podido estar en las casamatas*, palabras que están muy conformes con el espíritu que informa todo lo que hemos dicho en el transcurso de esta obra.

Obras de campaña.

CARÁCTER ESPECIAL DE LAS OBRAS DE CAMPAÑA, POR LO QUE SE REFIERE Á LA DESENFILADA.—Las obras de fortificación de campaña no son asimilables á las provisionales, por lo que á la desenfilada se refiere,

puesto que en las provisionales se tiende á imitar las disposiciones propias de las permanentes, mientras que en las de campaña, propiamente dichas, debe partirse de premisas completamente distintas. Así, en las primeras, el fuerte, las baterías anejas, los abrigos blindados, recordarán siempre los tipos adoptados en las plazas permanentes, utilizando, quizá, el hierro, así como el hormigón, si es posible, y se constituirán grandes masas protectoras de tierra, capaces de resistir, en cierto modo, á la acción de la artillería enemiga. Es decir, que en las obras provisionales ó semipermanentes se reconoce el poder del enemigo, pero no se le teme en absoluto: á sus proyectiles se oponen masas resistentes, á sus medios de acción se oponen elementos de resistencia, rápidamente establecidos, quizá, pero al fin los más sólidos y perfectos de que se puede echar mano.

En las fortificaciones de campaña, propiamente dichas, hay que romper el molde y buscar elementos nuevos de protección; hay que huir de todo lo que de cerca ó de lejos tienda á imitar las obras permanentes; hay que reconocerse impotentes para oponerse á la violenta acción de los proyectiles modernos, buscando recursos en la propia debilidad; pues si por una injustificada confianza, con el tiempo y los elementos de que se dispone en campaña, se creasen obras parecidas á las permanentes, convertidas en semillero de los proyectiles enemigos, serían de defensa imposible, convertidas bien pronto en informes ruinas.

La desenfilada, lógicamente estudiada, dá recursos para oponerse á la acción de los proyectiles enemigos, y la simple aplicación de los principios expuestos en las páginas anteriores bastará para demostrar que, con la salvedad que acabamos de hacer, la fortificación de campaña continúa siendo una de las armas de guerra más poderosas, que se perpetúan á través de los siglos, empleada siempre por los pueblos cuya organización militar es más perfecta.

ORGANIZACIÓN DE LOS PUNTOS FUERTES. Las obras de campaña se emplean, salvo en las guerras irregulares ó en las líneas de etapa, para organizar una posición defensiva de un ejército. En estas condiciones, se comprende que el conjunto estará siempre formado por una serie de puntos fuertes y por varios atrincheramientos de enlace. Trataremos aquí de los primeros, y en el párrafo siguiente de los segundos.

Los puntos fuertes de las líneas defensivas no pueden ser ya más los reductos ó lunetas clásicos. La desenfilada debe reconocer paladinamente que, con blindajes imperfectos y parapetos de escaso espesor, es imposible oponerse á proyectiles cargados con altos explosivos, ni menos á los disparados por las piezas de fuego curvo que hoy acompañan, en primera línea, á los ejércitos de operaciones. Podrán ciertos ensayos probar lo que se quiera; podrá, en condiciones especiales, crearse una obra de cierta resistencia; pero la realidad, ley suprema, probará siempre que si en una línea defensiva hay una obra que atraiga marcadamente la acción de la artillería enemiga, la obra no podrá resistirla, y su guarnición sufrirá notablemente en las primeras fases del combate, precisamente cuando debería conservarse entera. El separar de estas obras la artillería propia es un paliativo, pero no un remedio: el enemigo las batirá desde el momento en que las considere como núcleos de resistencia, y precisamente el único medio de evitar el cañoneo concentrado sobre ellas es suprimirlas.

Ciertos grupos de edificios y lugares análogos, que se consideraban capaces de constituir también núcleos de resistencia, han perdido igualmente su importancia, debiéndose aceptar como verdad fundamental de las futuras aplicaciones de la fortificación de campaña, que no debe atraerse sobre ningún punto especial la acción de la artillería enemiga.

¿Cómo constituir entonces esos puntos especiales, esos núcleos de resistencia, necesarios en toda línea defensiva? Pues simplemente, atrincherando en la forma ordinaria aquellas partes de la línea cuya defensa es naturalmente más fácil; concentrando la acción de la artillería propia sobre las avenidas de esa parte de la posición; situando á la espalda, en puntos desenfilados de las vistas, y si es posible de los fuegos, las necesarias reservas; acudiendo, en fin, á todos los recursos de la fortificación y de la táctica, menos al de crear obras de gran apariencia, que en el momento necesario no podrían desempeñar el papel que se les hubiese asignado.

ATRINCHERAMIENTOS. La trinchera simple constituye aún el mejor recurso de la fortificación de campaña actual. Su profundidad (en el sentido del alcance) es casi nula; su pequeño relieve, que á veces puede hacerse desaparecer por completo, y su mismo desarrollo longitudinal,

son las grandes cualidades á que debe su resistencia. Es cierto que el proyectil que hiere el parapeto de una trinchera puede destrozarlo; pero ¿cómo es posible pensar en destruir á cañonazos un atrincheramiento de algunos kilómetros de extensión?

Ninguna teoría de la desenfilada es tan hermosa como la que demuestra lógicamente que esa obra débil, que se llama trinchera, puede cumplir, y cumple casi siempre, con las más rigurosas condiciones impuestas por el arte defensivo. Nosotros no podemos detenernos aquí en grandes explicaciones, porque en las anteriores páginas hemos sentado los principios generales, que no hay más que aplicar á este caso particular, sirviendo la siguiente enumeración para demostrar, que lo que la desenfilada geométrica tiende á abandonar ó encuadrar en procedimientos ridículos, la desenfilada racional, la moderna, de acuerdo con la táctica, lo levanta á gran altura, como fundamento de la fortificación de campaña. He aquí, pues, sencillamente indicados los recursos de la desenfilada, aplicables á los atrincheramientos:

1.º Disminuir el relieve del parapeto, como medio de evitar que el enemigo pueda determinar fijamente su puntería. La disminución del parapeto puede ser completa (como en la trinchera carlista) ó bien quedar reducida la altura á lo indispensable que exija la dominación. En este caso, si las tierras excavadas exceden á las que se necesitan para formar el parapeto, se desparramarán por el revés las sobrantes. La compensación entre los desmontes y terraplenes no debe conducir á parapetos demasiado grandes, que son más perjudiciales que ventajosos.

2.º Disimular la existencia de las trincheras por medio de ramaje, tepes, etc., extendidos sobre el parapeto.

3.º Desorientar al enemigo respecto á la verdadera situación de las obras, estableciendo «parapetos máscaras» en las crestas del terreno, á vanguardia de las primeras.

4.º Evitar, delante y junto á las obras, la existencia de árboles, montones de piedras, etc., que permitan fijar la puntería del enemigo y corregir el tiro de su artillería.

5.º Construir en los atrincheramientos, corchetes, paracascos, zigzags, y todo lo que tienda á evitar que los efectos de la explosión de una gra-

nada en el interior de una trinchera se hagan sensibles en grandes extensiones de ésta.

6.º Evitar, durante el combate de la artillería, la presencia de los tiradores en las trincheras. Deben colocarse en otras trincheras simplemente protectoras, situadas á la espalda de la posición, en terrenos cubiertos de las vistas del enemigo, uniendo, si es posible, con ramales unas y otras trincheras. Sólo un cierto número de tiradores de vigilancia debe permanecer en posición peligrosa, pudiendo éstos estar situados en abrigos especiales.

7.º Con el mismo objeto de no atraer el fuego enemigo, no conviene situar los atrincheramientos en los linderos de bosques, márgenes, recintos de lugares habitados, ni, en general, en los puntos del terreno fácilmente perceptibles por el enemigo.

8.º A fin de que los tiradores sufran lo menos posible por el fuego enemigo, cuando ocupen su posición de combate, procurar que el talud interior del parapeto se acerque á la vertical, revistiéndolo al efecto con los materiales que se encuentren sobre el terreno (terrones, tepes, tapial, etc.) Construir las excavaciones muy estrechas y profundas, evitando perfiles anchos y de escasa profundidad. Los perfiles para tirador echado sólo pueden considerarse como formas preparatorias de otras más solidas.

9.º Los abrigos en los atrincheramientos deben tener también escaso desarrollo en sentido de la anchura de las trincheras. Su techumbre conviene que tenga una pendiente algo superior al ángulo de caída de las piezas de campaña, á la distancia normal de combate.

10. Con el objeto de que los tiradores estén expuestos lo menos posible al fuego de los shrapnels, establecer abrigos especiales en los atrincheramientos en que se considere preciso. Los tiradores, sentados de espaldas al parapeto y bajo de los blindajes ligeros dispuestos para resistir á los efectos de los balines y de los cascos, estarán preparados para acudir rápidamente al parapeto, cuando reciban la orden para ello.

En resumen, los atrincheramientos no pueden resistir el efecto de los proyectiles modernos de la artillería, pero, á su vez, ésta es impotente para destruirlos en extensiones considerables. Localizar los efectos, mantener alejados los tiradores, precaverlos contra los efectos de

los shrapnels y de los cascos de granada, y finalmente, borrar las trazas de la existencia de las trincheras, es favorecer los principios de la desenfilada, hasta un límite que puede satisfacer á los más exigentes.

PROTECCIÓN DE LA ARTILLERÍA. Análogamente á lo explicado para los atrincheramientos, las piezas de campaña se protegerán:

1.º Situándolas con relación al terreno natural, de modo que aparezcan lo menos posible por encima de las crestas del terreno. Para ello será conveniente, quizá, colocarlas detrás de márgenes cuya altura sea próximamente igual á la de rodillera de las piezas.

2.º Disimulando por medio de «parapetos máscaras» situados á vanguardia, la verdadera situación de la batería.

3.º Evitando toda causa que permita fijar la puntería enemiga. Si la artillería propia usa pólvora sin humo, puede ser el rebufo de las piezas sobre las tierras sueltas del parapeto, el único dato que indique al enemigo su situación. En este caso, hasta puede ser conveniente suprimir el parapeto, dejándolo únicamente en la parte que cubra á los sirvientes.

4.º Evitar la situación de las piezas tal que éstas se proyecten sobre el cielo, ó sobre un fondo que permita fijar de una manera determinada su posición.

5.º Diseminar las piezas de modo conveniente sobre el terreno, y alejar de ellas todos los efectos no absolutamente indispensables para el tiro. Vale más que el servicio se haga algo más pesado, que exponer al fuego del enemigo carruajes y efectos, cuya falta puede ser imperiosa algún tiempo después.

PROTECCIÓN DE LAS DEFENSAS ACCESORIAS. Generalmente, todo el valor de las defensas accesorias depende de la sorpresa que puede causar al enemigo el tropezar con ellas. Así, lo primero que debe procurarse es protegerlas, lo cual sólo se conseguirá por medio de la desenfilada de las vistas; esto es:

1.º Situándolas detrás de un declive ú hondonada del terreno.

2.º Construyendo un «parapeto máscara» que oculte al enemigo, cuando menos el detalle de la clase de obstáculo de que se trate.

3.º Estableciéndolas en glásis cortados, á unos 50 metros á vanguardia de las obras, con el fin de que desde éstas se puedan vigilar, y el

enemigo, si quiere destruirlas, se vea obligado á hacerlo por medio del fuego de artillería, especialmente dirigido á ellas.

Baterías de sitio.

La desenfilada de las baterías de sitio se obtendrá:

- 1.º Por su escaso relieve, que ofrece poco blanco á la artillería.
- 2.º Dificultando las vistas, sobre todo si se trata de baterías de fuegos curvos, y en todos los casos valiéndose de todos los recursos de que se pueda disponer para que no se destaquen mucho las obras sobre el terreno natural.
- 3.º No acumulando muchas piezas en emplazamientos próximos, separados por traveses, sino más bien construyéndolas por separado, y uniéndolas por una trinchera profunda que facilite el servicio y las ponga en comunicación con los repuestos de municiones y alojamientos de los sirvientes.
- 4.º Utilizando la movilidad de las piezas, para ocultarlas cuando el fuego del enemigo sea extremadamente preciso.
- 5.º Construyendo, si es posible, para las mismas piezas varios emplazamientos, á fin de que cuando haya corregido el sitiado sus fuegos sobre uno de ellos, pueda trasladarse á otro para continuar el suyo, reparándose entretanto los desperfectos que hayan ocurrido en el primero.

Zapas.

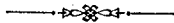
Las paralelas y ramales contruídos para el ataque de las plazas fuertes, están en el mismo caso que los atrincheramientos. Las primeras no están nunca expuestas á los fuegos de flanco, y en cuanto á los segundos, hay que hacer notar que debiéndose dirigir de modo que marchen lo más directamente posible á la plaza sin ser enfilados de ella, hay que buscar un justo medio que permita ganar terreno sin exponerse á enfilaciones peligrosas. La teoría de la táctica de las zapas, ó sea de los medios de trazar éstas sobre el terreno de los ataques, constituía una de las sublimes complicaciones de la desenfilada histórica y con aparatos, planos y combinaciones se llegaba á un resultado teóricamente bue-

no (1). Inútil es decir que de ninguna manera podemos aceptar tales formularios en este ni en ningún otro asunto que á la desenfilada se refiere. Los procedimientos para la protección deben ser aquí, como en los casos análogos, profundizar las trincheras, estrecharlas, interponer masas cubridoras, ya formando parapetos, ya dados ó pasos blindados; aprovechar los pliegues del terreno, las arboledas, etc., etc. La aplicación de las reglas geométricas quedará relegada á un término tan secundario que raras veces habrá que acudir á ellas, y en resumen, aquí como en todos los problemas de la fortificación, se presentan una série de datos y de condiciones; los principios del arte militar y de la desenfilada indican los procedimientos para aprovecharlos; la geometría no debe dar, de ninguna manera, la solución del problema; en la cabeza de la zapa se encontrará un ingeniero militar: él lo resolverá.

(1) Véase la *Guía del Zapador*, de Argüelles, en la que se dan suficientes detalles de estos procedimientos.

FIN.

APÉNDICES.



RESULTADO de los ensayos comparativos que han tenido lugar recientemente en con placas de acero, homogéneas, ó cementadas por el procedimiento Harvey.

FÁBRICA DE QUE PROCEDE EL METAL.	FECHA del ensayo.	LUGAR del ensayo.	DIMENSIONES DE LAS PLACAS			PROYECTIL.		
			Longitud.	Lanchnd.	Espesor.	Calibre.	Peso.	Velocidad.
			Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Kilégs.	Meis.
Vickers.—Placa de estudio.	Dic. 1893.	Gávrc.	2,300	0,800	0,160	0,14	30	706
Saint-Chamond.	»	»	»	»	»	0,16	45	658
»	»	»	»	»	»	0,14	30	705
»	»	»	»	»	»	0,16	45	658
Châtillon.	Abr. 1894. .	»	»	»	»	0,14	30	706
»	»	»	»	»	»	0,16	45	670
Saint-Etienne.	»	»	»	»	»	0,14	30	706
Creusot.	»	»	»	»	»	»	»	»
Vickers.	Dic. 1893. .	»	»	1,250	0,250	0,24	144	650
Saint-Chamond.	»	»	»	»	»	»	»	606
Châtillon.	Abr. 1894. .	»	»	»	»	»	»	650
Marrel.	»	»	»	»	»	»	»	»
Creusot.	»	»	»	»	»	»	»	»
Bethlehem.—Placa del <i>Mai- ne.</i>	Oct. 1893. .	Indian-Head. .	2,300	1,250	0,304	0,203	113,40	651

dice I.

Francia, Estados Unidos de América, Inglaterra, Holanda, Austria y Alemania,

NATURALEZA del proyectil empleado.	Velocidad del pro- yectil.....	RELACION		PENETRACIONES.	EFECTOS sobre el proyectil.	EFECTOS sobre la placa.
		De la velocidad inicial á la de perforación.....	Del diametro de proyectil al es- pesor de la placa.			
Acero S. Etienne..	404	1,74	0,87	—	El proyectil queda fijo en el almohadillado de madera, rebotando algunos fragmentos.	La placa queda perforada y fuertemente agrietada.
Acero Holtzer . . .	376	1,74	1	Placa perforada.	Roto. Algunos fragmentos van á 300 m.	El almohadillado queda atravesado.
Acero S. Etienne..	404	»	0,87	Id. id.	El proyectil atravesó el almohadillado. Roto.	La placa presenta grietas insignificantes.
»	376	»	1	Id. id.	El proyectil atravesó el almohadillado, rompiéndose. Los fragmentos quedaron en los tornapuntas.	Idem.
»	404	»	0,87	0,140.	El proyectil queda en la placa, emergiendo 0 ^m ,11.	La placa no presenta grietas.
Acero Holtzer . . .	376	1,78	1	Placa perforada.	El proyectil atravesó el almohadillado. Roto.	La placa no presenta grietas importantes.
Acero S. Etienne..	404	1,74	0,87	Id. id.	El proyectil queda roto, penetrando la ojiva en el almohadillado.	La placa queda ligeramente agrietada.
»	»	»	0,87	Id. id.	El proyectil queda fijo en el almohadillado.	La placa presenta algunas grietas.
Acero S. Chamond.	372	1,74	0,96	Id. id.	El proyectil atraviesa el almohadillado.	La placa queda agrietada en toda su extensión.
»	»	»	1,62	Id. id.	Id. id.	Ninguna grieta, después de dos disparos.
»	»	»	1,74	Id. id.	El proyectil queda roto, y la ojiva penetra en el almohadillado.	La placa presenta tres grietas radiales.
»	»	»	»	El fondo del proyectil queda 11 cm. fuera de la placa.	El proyectil queda clavado en la placa, emergiendo 11 cm.	La placa presenta tres grietas.
»	»	»	»	Placa perforada.	El proyectil atraviesa el almohadillado.	La placa presenta algunas grietas.
Acero Holtzer . . .	421	1,23	0,66	Pequeñísima. . .	Roto.	Ninguna grieta.

NATURALEZA del proyectil-emplado.	Velocidad del pro- yectil.....	RELACION		PENETRACIONES.	EFECTOS sobre el proyectil.	EFECTOS sobre la placa.
		De la velocidad inicial a la de penetracion....	Del diametro de proyectil al es- pesor de la placa.			
Carpenter.....	421	1,45	0,66	0,12.....	Roto.....	Ninguna grieta.
» »	»	1,59	»	0,15.....	Idem.....	Idem.
» »	»	»	»	0,152.....	Idem.....	Idem.
» »	»	»	»	0,304.....	Idem.....	Grandes grietas.
» »	378	1,35	0,90	0,228.....	Idem.....	Algunas grietas.
Acero.....	410	1,13	0,66	0,320.....	Rebota roto.....	Grietas.
» »	»	1,35	0,69	0,900.....	Queda fijo en el almo- hadillado.	Perforada.
» »	345	1,30	1	No indicada....	Queda fijo en la placa.	—
» »	»	1,49	»	»	Idem.....	—
» »	»	1,76	»	»	Idem.....	—
» »	»	1,80	»	»	Idem.....	Ninguna grieta.
» »	266	1,37	1,30	Pequeñísima....	Roto.....	Idem.
» »	»	1,55	»	»	Idem.....	Idem.
» »	»	1,85	»	No indicada....	—	—
Acero Holtzer . . .	389	1,15	0,71	0,05.....	Roto.....	Ninguna grieta.
» »	»	1,45	»	0,153.....	Idem.....	Dos grietas.
» »	»	1,53	»	0,153.....	Idem.....	Grietas que atravie- san la placa.
» »	»	1,60	»	0,250.....	Idem.....	Placa rota.
Acero Carpenter. .	404	1,10	0,66	No medida....	Rebota entero.....	Placa rota, por tres grietas.
» »	»	1,45	»	La ojiva penetra 0 ^m ,15 en el almo- hadillado.	Roto.....	Perforada.
» »	390	1,43	0,76	0,08.....	Roto. La ojiva queda clavada.	Ninguna grieta.
Acero Holtzer . . .	»	1,56	»	0,152.....	Id. Id.....	Una grieta.
Acero Carpenter. .	345	1,58	1	0,08.....	Id. Id.....	Se separan algunos fragmentos de la placa.
» »	»	»	»	0,06.....	Id. Id.....	Se acentúan las grie- tas preexistentes.
» »	»	»	»	0,04.....	Id. Id.....	Idem.
» »	388	1,10	0,70	0,342.....	Rebota entero.....	Algunas grietas.
» »	»	1,45	»	Placa perforada..	Entero.....	Placa rota.
» »	»	1,10	»	0,205.....	Roto.....	Ninguna grieta.
» »	»	1,45	»	0,280.....	Idem.....	Ligeras grietas.
Holtzer.....	345	1,33	1	0,161.....	Idem.....	Ninguna grieta.
» »	»	1,60	1	0,291.....	Roto. La ojiva queda fija.	Algunas grietas.
» »	»	1,72	1	0,342.....	Id. Id.....	Idem.
» »	»	1,60	1	0,159.....	Id. Id.....	Idem.
» »	»	1,33	1	Pequeña.....	Id. id.....	Ninguna grieta.
» »	»	1,60	1	0,279.....	Id. Id.....	Una grieta.
» »	»	1,72	1	Placa perforada..	Roto.....	Perforada.
Holtzer.....	490	1,21	0,56	Pequeña.....	Idem.....	Ninguna grieta.
» »	»	1,21	0,56	Idem.....	Idem.....	Idem.

NATURALEZA del proyectil empleado.	Velocidad del proyectil.	RELACION		PENETRACIONES.	EFECTOS sobre el proyectil.	EFECTOS sobre la placa.
		De la velocidad inicial a la de perforación.	Del diametro del proyectil al espesor de la placa.			
Fundición Palliser.	500	1,19	0,56	Pequeña.	Roto.	Ninguna grieta.
»	»	1,19	0,56	Idem.	Idem.	Idem.
Holtzer.	490	1,21	0,56	Idem.	Idem.	Idem.
»	346	1,62	0,91	0,203.	Idem.	Grietas que atraviesan la placa.
»	»	1,70	0,91	La ojiva penetra 45 cm. en el almohadillado.	Idem.	Idem.
Acero Holtzer. . .	345	1,33	1	No medida.	Roto. La ojiva queda fija.	Una grieta.
»	»	1,60	1	Idem.	Id. Id.	Algunas grietas.
»	»	1,72	1	Idem.	Id. Id.	Idem.
»	»	1,60	1	0,279.	Id. Id.	Se desprenden algunos fragmentos de la placa.
Acero Holtzer. . .	»	1,33	1	No medida.	Id. Id.	—
»	»	1,60	1	Placa atravesada.	Id. Id.	La placa es perforada, sin grietas.
»	»	1,60	1	Idem.	Id. Id.	Idem.
»	»	1,72	1	Placa y almohadillado perforados.	Entero.	Idem.
Acero Holtzer. . .	346	1,78	0,91	Placa perforada.	Roto.	Algunas grietas.
»	345	1,33	1	Pequeña.	Idem.	Dos grietas pequeñas.
»	»	1,60	1	0,076.	Roto. La ojiva queda fija en el almohadillado.	Tres grietas.
»	»	1,72	1	0,090.	Id. Id.	Rota.
»	»	1,33	1	0,042.	Roto.	Grietas ligeras.
»	»	1,60	1	0,177.	Idem.	—
»	»	1,72	1	Placa perforada.	Roto. Algunos fragmentos en el almohadillado.	—
»	»	1,60	1	0,152.	Roto.	Las grietas se agrandan.
Acero Krupp. . . .	374	1,17	0,80	0,174.	Rebota entero.	Ninguna grieta.
»	»	1,28	»	0,205.	Idem.	Idem.
»	»	1,33	»	0,006.	Roto.	Idem.
»	»	1,44	»	—	Idem.	Algunas grietas.
»	»	1,53	»	—	—	Grietas muy profundas.
»	»	1,17	»	0,174.	Rebota entero.	Ninguna grieta.
»	»	1,28	»	0,294.	Roto.	Idem.
»	»	1,33	»	Perforación completa.	Entero y agrietado.	Idem.
»	»	1,44	»	Idem.	Idem.	Idem.
»	»	1,53	»	Idem.	No hallado.	Idem.
»	»	1,17	»	0,177.	Rebota entero.	Idem.
»	»	1,28	»	0,062.	Roto.	Idem.
»	»	1,33	»	0,406.	Clavado en el almohadillado.	Idem.

FÁBRICA DE QUE PROCEDE EL METAL.	FECHA del ensayo.	LUGAR del ensayo.	DIMENSIONES DE LAS PLACAS			PROYECTIL.		
			Longitud...	Latitud...	Espesor...	Calibre...	Peso.....	Velocidad...
			Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Kilógs.	Mets.
Brown.—Acero con níquel.	Agos. 1893.	Texel.	2	1,500	0,15	0,12	26	540
»	»	»	»	»	»	»	»	573
Vickers.—Acero.	Nov. 1893.	Pola.	2,438	1,828	0,270	0,152	51	590
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
Dillingen.—Acero con níquel.	Feb. 1893.	—	2,438	1,828	0,225	0,24	173	435
»	»	—	»	»	»	0,152	51	473
»	»	—	»	»	»	»	»	470
»	»	—	»	»	»	0,260	90,7	442
»	»	—	»	»	»	»	95,2	440
»	»	—	»	»	»	»	94,7	438
Dillingen.—Id. id.	May. 1893.	—	»	»	0,392	0,304	324	518
»	»	—	»	»	»	»	»	510
»	»	—	»	»	»	»	»	506
»	»	—	»	»	»	»	»	507
»	»	—	»	»	»	»	»	518
Krupp.—Id. id.	»	Meppen.	3,657	2,438	0,396	»	324	517
Krupp.—Acero con níquel, placas cementadas.	Mar. 1893.	»	2,440	1,830	0,265	0,15	51	574
»	»	»	»	»	»	»	»	609
»	»	»	»	»	»	»	»	558
»	»	»	»	»	»	0,21	95	526
»	»	»	»	»	»	»	13,95	556
Vickers.—Acero con níquel.	Abr. 1893.	»	2,438	1,828	0,304	0,28	234	470
»	»	»	»	»	»	0,152	508	662
Krupp.—Compound.	May. 1891.	»	3,600	2,400	0,300	0,28	234	407
Krupp.—Id.	May. 1892.	»	3,600	2,530	0,400	0,304	324	455
Krupp.—Acero níquel.	Nov. 1892.	»	3,310	2,580	0,300	0,28	232,5	465
»	»	»	»	»	»	»	»	473
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	229	»
Krupp.—Id. id.	Sep. 1892.	»	3,660	2,450	0,400	0,305	325	»

NATURALEZA del proyectil empleado.	Velocidad del proyectil	RELACION		PENETRACIONES.	EFECTOS sobre el proyectil,	EFECTOS sobre la placa.
		De la velocidad inicial & la de perforación.	Del diámetro de proyectil al espesor de la placa.			
Acero Krupp.	374	1,44	0,80	0,160.	Roto.	Ninguna grieta.
» »	»	1,53	»	Perforación completa.	No hallado.	—
Acero Streiteben.	485	1,21	0,57	0,230.	Roto.	Ligeras grietas.
Acero Krupp.	»	»	»	0,319.	Clavado en la placa y entero.	Idem.
Acero Streiteben.	»	»	»	0,431.	Idem.	Idem.
Acero Krupp.	»	»	»	0,279.	Idem.	Idem.
» »	328	1,31	0,88	—	—	Placa rota.
» »	412	1,12	0,67	0,265.	—	—
» »	»	1,11	»	0,273.	—	—
» »	397	1,11	0,92	0,291.	—	—
» »	387	1,13	»	0,310.	—	—
Fundición endurecida.	395	1,10	»	0,243.	—	—
Acero.	397	1,30	0,77	0,563.	—	—
» »	»	1,28	»	0,425.	—	—
» »	»	1,27	»	0,545.	—	—
» »	»	1,27	»	0,558.	—	—
» »	»	1,30	»	0,316.	—	—
Acero Krupp.	400	1,27	0,76	0,497.	Rebota, roto.	Ninguna grieta.
» »	485	1,18	0,55	0,067.	Roto.	Idem.
» »	»	1,25	»	—	Idem.	Idem.
» »	»	1,15	»	0,310.	Idem.	Idem.
» »	431	1,22	»	0,367.	Idem.	Idem.
» »	456	1,56	0,79	—	Idem.	Idem.
» »	374	1,26	0,90	—	Roto. La ojiva queda clavada.	Placa muy agrietada.
» »	501	1,32	0,50	—	—	—
Fundición endurecida.	370	1,10	0,90	0,380.	Roto.	Grietas ligeras.
1 de acero; 2 de fundición endurecida	403	1,12	0,75	0,590.	El proyectil de acero rebota entero. Los de fundición rotos.	Una grieta.
Acero.	377	1,25	0,90	0,485.	Rebota entero.	Ninguna grieta.
» »	371	1,27	»	0,500.	Idem.	Idem.
» »	»	»	»	0,505.	Idem.	Idem.
» »	»	»	»	0,490.	Idem.	Idem.
Fundición endurecida.	373	1,25	»	0,370.	Roto.	Idem.
4 de acero; 1 de fundición.	»	»	0,75	0,500.	Rotos.	Idem.

Apéndice II.

TABLA que contiene los valores de los senos y tangentes naturales, supuesto el radio igual á la unidad, de todos los ángulos, de 0° á 30° , de cinco en cinco minutos. El valor de las tangentes está expresado en fracción decimal y su correspondiente ordinaria, de numerador 1.

Ángulos.	Senos.	Tangentes.		Ángulos.	Senos.	Tangentes.	
0°,05'	0,0014	0,0014	1/714	3°,00'	0,0523	0,0524	1/19,1
10	29	29	1/345	05	37	38	1/18,6
15	43	43	1/232	10	52	53	1/18,1
20	58	58	1/172	15	66	67	1/17,6
25	72	72	1/138	20	81	82	1/17,2
30	87	87	1/115	25	95	97	1/16,7
35	0,0101	0,0101	1/99	30	0,0610	0,0612	1/16,3
40	16	16	1/86	35	25	26	1/15,9
45	30	30	1/77	40	40	41	1/15,6
50	45	45	1/69	45	54	55	1/15,2
55	60	60	1/62	50	69	70	1/14,9
1°,00	0,0175	75	1/57	55	83	84	1/14,6
05	89	89	1/53	4°,00	98	99	1/14,3
10	0,0204	0,0204	1/49	05	0,0712	0,0714	1/14
15	18	18	1/46	10	27	29	1/13,7
20	33	33	1/43	15	41	43	1/13,5
25	47	47	1/41	20	56	58	1/13,2
30	62	62	1/38	25	70	72	1/12,9
35	76	76	1/36	30	85	87	1/12,7
40	91	91	1/34	35	99	0,0801	1/12,4
45	0,0305	0,0305	1/33	40	0,0814	16	1/12,2
50	20	20	1/31	45	28	31	1/12
55	34	34	1/29	50	43	46	1/11,9
2°,00	49	49	1/28	55	57	60	1/11,6
05	63	63	1/27	5°,00	72	75	1/11,4
10	78	78	1/26,5	05	86	89	1/11,2
15	92	92	1/25,5	10	0,0901	0,0904	1/11
20	0,0407	0,0407	1/25	15	15	19	1/10,9
25	21	22	1/23,5	20	30	34	1/10,7
30	36	37	1/22,5	25	44	48	1/10,6
35	50	51	1/22	30	58	63	1/10,4
40	65	66	1/21,5	35	72	77	1/10,2
45	79	80	1/20,8	40	87	92	1/10,1
50	94	95	1/20,2	45	0,1001	0,1007	1/10
55	0,0508	0,0509	1/19,6	50	16	22	1/ 9,8

Ángulos.	Senos.	Tangentes.		Ángulos.	Senos.	Tangentes.	
5°,55'	0,1030	0,1036	1/9,7	9°,40'	0,1679	0,1703	1/5,9
6°,00	45	51	1/9,5	45	93	18	1/5,8
05	59	65	1/9,4	50	0,1708	33	1/5,8
10	74	80	1/9,2	55	22	48	1/5,8
15	88	95	1	10°,00	36	63	1/5,7
20	0,1103	0,1110	1/9,1	05	50	78	1/5,7
25	17	24	1/8,9	10	65	93	1/5,6
30	32	39	1/8,8	15	79	0,1808	1/5,6
35	46	54	1/8,7	20	94	23	1/5,5
40	61	69	1/8,6	25	0,1808	38	1/5,5
45	75	83	1/8,5	30	22	53	1/5,4
50	90	98	1/8,3	35	36	67	1/5,4
55	0,1204	0,1213	1/8,2	40	51	84	1/5,3
7°,00	19	28	1/8,1	45	65	99	1/5,3
05	33	42	1/8,1	50	80	0,1914	1/5,2
10	48	57	1/8	55	94	29	1/5,2
15	62	72	1/7,9	11°,00	0,1908	44	1/5,2
20	76	87	1/7,8	05	22	59	1/5,1
25	90	0,1302	1/7,6	10	37	74	1/5,1
30	0,1305	17	1/7,6	15	51	89	1/5,1
35	19	31	1/7,5	20	65	0,2004	1/5
40	34	46	1/7,4	25	79	19	1/5
45	48	61	1/7,3	30	94	35	1/4,9
50	63	76	1/7,3	35	0,2008	50	1/4,9
55	77	80	1/7,2	40	22	65	1/4,9
8°,00	92	0,1405	1/7,1	45	36	80	1/4,8
05	0,1406	20	1/7	50	51	95	1/4,8
10	21	35	1/7	55	65	0,2110	1/4,7
15	35	50	1/6,9	12°,00	79	26	1/4,7
20	49	65	1/6,8	05	93	41	1/4,7
25	63	80	1/6,8	10	0,2107	56	1/4,7
30	78	95	1/6,7	15	21	71	1/4,6
35	92	0,1509	1/6,6	20	36	86	1/4,6
40	0,1507	24	1/6,6	25	50	0,2201	1/4,6
45	21	39	1/6,5	30	64	17	1/4,5
50	36	54	1/6,5	35	78	32	1/4,5
55	50	69	1/6,4	40	93	47	1/4,5
9°,00	64	84	1/6,3	45	0,2207	62	1/4,5
05	78	99	1/6,3	50	21	78	1/4,4
10	93	0,1614	1/6,2	55	35	93	1/4,4
15	0,1607	29	1/6,2	13°,00	50	0,2309	1/4,4
20	22	44	1/6,1	05	64	24	1/4,4
25	36	58	1/6,1	10	78	39	1/4,3
30	50	73	1/6	15	92	54	1/4,3
35	64	88	1/6	20	0,2306	70	1/4,3

Ángulos.	Senos.	Tangentes.		Ángulos.	Senos.	Tangentes.	
13° 25'	0,2320	0,2385	1/4,2	17° 10'	0,2952	0,3089	1/3,3
30	34	0,2401	1/4,2	15	65	0,3105	1/3,3
35	48	16	1/4,2	20	79	21	1/3,2
40	63	32	1/4,1	25	93	37	1/3,2
45	77	47	1/4,1	30	0,3007	53	1/3,2
50	91	62	1/4,1	35	20	69	1/3,2
55	0,2405	77	1/4,1	40	34	85	1/3,2
14° 00	19	93	1/4	45	48	0,3201	1/3,2
05	23	0,2508	1/4	50	62	17	1/3,1
10	47	24	1/4	55	76	33	1/3,1
15	61	39	1/4	18° 00	90	49	1/3,1
20	76	55	1/3,9	05	0,3104	65	1/3,1
25	90	70	1/3,9	10	18	81	1/3,1
30	0,2503	86	1/3,9	15	31	97	1/3,1
35	17	0,2601	1/3,9	20	45	0,3314	1/3,1
40	32	17	1/3,9	25	59	30	1/3
45	46	32	1/3,8	30	73	46	1/3
50	60	48	1/3,8	35	87	62	1/3
55	74	63	1/3,8	40	0,3201	78	1/3
15° 00	88	79	1/3,8	45	14	94	1/3
05	0,2602	94	1/3,8	50	28	0,3411	1/3
10	16	0,2710	1/3,7	55	42	27	1/3
15	30	26	1/3,7	19° 00	56	43	1/2,9
20	44	42	1/3,7	05	69	59	1/2,9
25	58	58	1/3,7	10	83	76	1/2,9
30	72	73	1/3,6	15	97	92	1/2,9
35	86	89	1/3,6	20	0,3311	0,3508	1/2,9
40	0,2700	0,2805	1/3,6	25	24	24	1/2,9
45	14	20	1/3,6	30	38	41	1/2,9
50	28	36	1/3,6	35	51	57	1/2,9
55	42	51	1/3,5	40	65	74	1/2,8
16° 00	56	67	1/3,5	45	79	90	1/2,8
05	70	83	1/3,5	50	93	0,3607	1/2,8
10	84	99	1/3,5	55	0,3406	23	1/2,8
15	98	0,2914	1/3,5	20° 00	20	40	1/2,8
20	0,2812	30	1/3,5	05	34	56	1/2,8
25	26	45	1/3,4	10	48	73	1/2,8
30	40	62	1/3,4	15	61	89	1/2,8
35	54	78	1/3,4	20	75	0,3706	1/2,8
40	68	94	1/3,4	25	88	22	1/2,7
45	82	0,3010	1/3,4	30	0,3502	39	1/2,7
50	96	26	1/3,3	35	15	55	1/2,7
55	0,2910	41	1/3,3	40	29	72	1/2,7
17° 00	24	57	1/3,3	45	43	88	1/2,7
05	38	73	1/3,3	50	57	0,3805	1/2,7

Ángulos.	Senos.	Tangentes.		Ángulos.	Senos.	Tangentes.	
20°,55'	0,3570	0,3822	1/2,7	24°,40'	0,4173	0,4592	1/2,2
21°,00	84	39	1/2,6	45	86	0,4610	1/2,2
05	97	55	1/2,6	50	0,4200	28	1/2,2
10	0,3611	72	1/2,6	55	13	46	1/2,2
15	24	89	1/2,6	25°,00	26	63	1/2,2
20	38	0,3906	1/2,6	05	39	81	1/2,2
25	51	22	1/2,6	10	53	99	1/2,2
30	65	39	1/2,6	15	66	0,4716	1/2,2
35	78	56	1/2,6	20	79	34	1/2,2
40	92	73	1/2,6	25	92	52	1/2,1
45	0,3705	89	1/2,5	30	0,4305	70	1/2,1
50	19	0,4006	1/2,5	35	18	88	1/2,1
55	32	23	1/2,5	40	31	0,4806	1/2,1
22°,00	46	40	1/2,5	45	44	23	1/2,1
05	59	57	1/2,5	50	58	41	1/2,1
10	73	74	1/2,5	55	71	59	1/2,1
15	86	91	1/2,5	26°,00	84	77	1/2,1
20	0,3800	0,4108	1/2,5	05	97	95	1/2,1
25	13	25	1/2,5	10	0,4410	0,4913	1/2,1
30	27	42	1/2,5	15	23	31	1/2,1
35	40	59	1/2,4	20	36	50	1/2,1
40	54	76	1/2,4	25	49	68	1/2,1
45	67	93	1/2,4	30	62	86	1/2
50	81	0,4210	1/2,4	35	75	0,5004	1/2
55	94	27	1/2,4	40	88	22	1/2
23°,00	0,3907	45	1/2,4	45	0,4501	40	1/2
05	20	62	1/2,4	50	14	59	1/2
10	34	79	1/2,4	55	27	77	1/2
15	47	96	1/2,4	27°,00	40	95	1/2
20	61	0,4314	1/2,4	05	53	0,5113	1/2
25	74	31	1/2,3	10	66	31	1/2
30	87	48	1/2,3	15	79	50	1/2
35	0,4000	65	1/2,3	20	92	69	1/2
40	14	83	1/2,3	25	0,4604	87	1/2
45	27	0,4400	1/2,3	30	17	0,5205	1/2
50	41	17	1/2,3	35	30	24	1/2
55	54	34	1/2,3	40	43	43	1/2
24°,00	67	52	1/2,3	45	56	61	1/1,9
05	80	69	1/2,3	50	70	80	1/1,9
10	93	87	1/2,3	55	82	98	1/1,9
15	0,4106	0,4504	1/2,3	28°,00	95	0,5317	1/1,9
20	20	22	1/2,3	05	0,4707	36	1/1,9
25	33	39	1/2,2	10	20	55	1/1,9
30	47	57	1/2,2	15	33	73	1/1,9
35	60	74	1/2,2	20	46	92	1/1,9

Ángulos.	Senos.	Tangentes.		Ángulos.	Senos.	Tangentes.	
28°,25'	0,4759	0,5411	1/1,9	29°,15'	0,4886	0,5600	1/1,8
30	72	30	1/1,9	20	99	19	1/1,8
35	84	48	1/1,9	25	0,4911	38	1/1,8
40	97	67	1/1,9	30	24	58	1/1,8
45	0,4810	86	1/1,9	35	37	77	1/1,8
50	23	0,5505	1/1,9	40	50	96	1/1,8
55	35	24	1/1,9	45	62	0,5715	1/1,8
29°,00	48	43	1/1,8	50	75	35	1/1,8
05	61	62	1/1,8	55	87	54	1/1,8
10	74	81	1/1,8	30°,00	0,5000	74	1/1,8

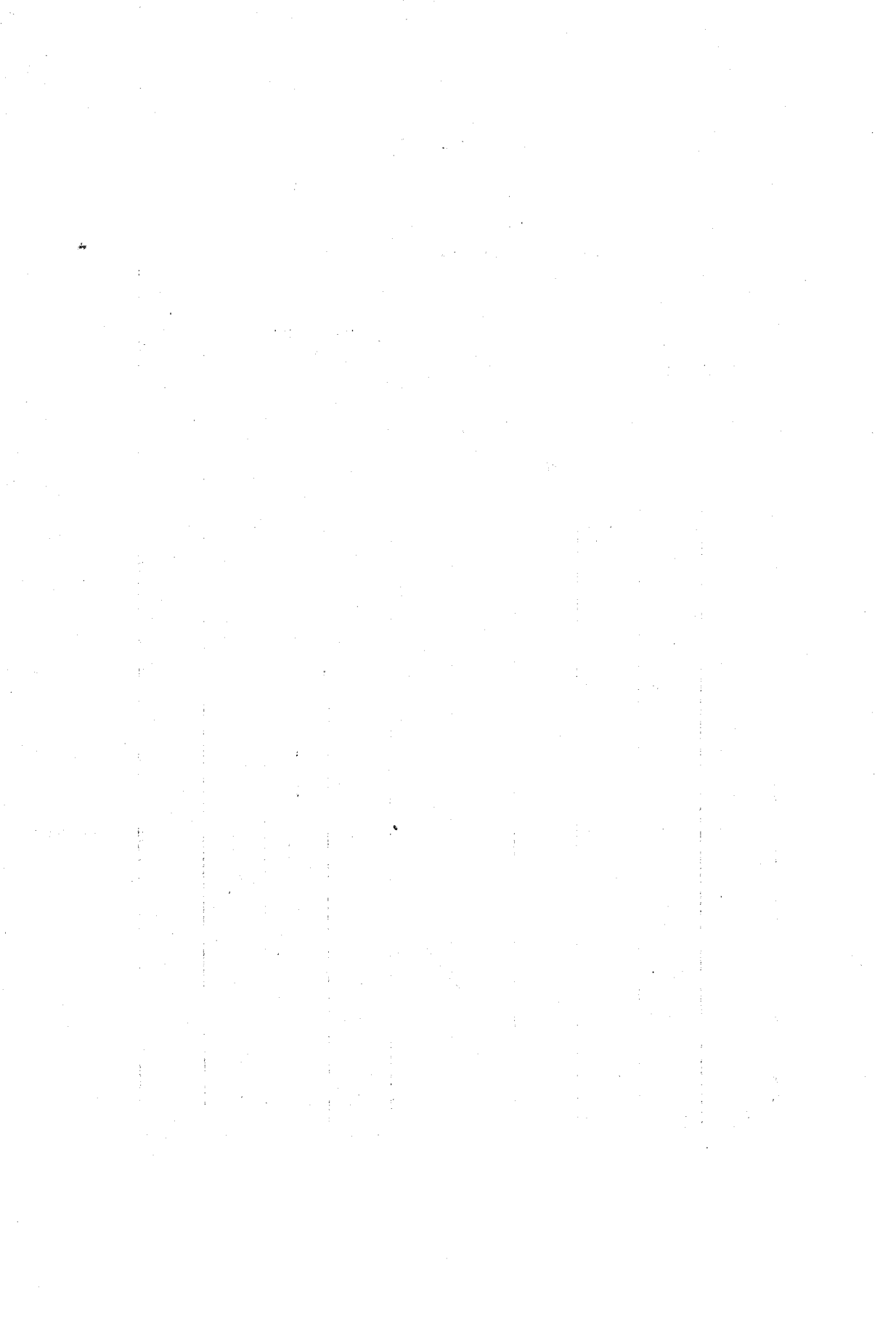
Date	Description	Amount
Jan 1	Balance	100.00
Jan 5	Received from A	25.00
Jan 10	Received from B	15.00
Jan 15	Received from C	30.00
Jan 20	Received from D	20.00
Jan 25	Received from E	10.00
Jan 30	Received from F	15.00
Feb 1	Received from G	25.00
Feb 5	Received from H	15.00
Feb 10	Received from I	30.00
Feb 15	Received from J	20.00
Feb 20	Received from K	10.00
Feb 25	Received from L	15.00
Feb 30	Received from M	25.00
Mar 1	Received from N	15.00
Mar 5	Received from O	30.00
Mar 10	Received from P	20.00
Mar 15	Received from Q	10.00
Mar 20	Received from R	15.00
Mar 25	Received from S	25.00
Mar 30	Received from T	15.00
Apr 1	Received from U	30.00
Apr 5	Received from V	20.00
Apr 10	Received from W	10.00
Apr 15	Received from X	15.00
Apr 20	Received from Y	25.00
Apr 25	Received from Z	15.00
Apr 30	Received from AA	30.00
May 1	Received from AB	20.00
May 5	Received from AC	10.00
May 10	Received from AD	15.00
May 15	Received from AE	25.00
May 20	Received from AF	15.00
May 25	Received from AG	30.00
May 30	Received from AH	20.00
Jun 1	Received from AI	10.00
Jun 5	Received from AJ	15.00
Jun 10	Received from AK	25.00
Jun 15	Received from AL	15.00
Jun 20	Received from AM	30.00
Jun 25	Received from AN	20.00
Jun 30	Received from AO	10.00
Jul 1	Received from AP	15.00
Jul 5	Received from AQ	25.00
Jul 10	Received from AR	15.00
Jul 15	Received from AS	30.00
Jul 20	Received from AT	20.00
Jul 25	Received from AU	10.00
Jul 30	Received from AV	15.00
Aug 1	Received from AW	25.00
Aug 5	Received from AX	15.00
Aug 10	Received from AY	30.00
Aug 15	Received from AZ	20.00
Aug 20	Received from BA	10.00
Aug 25	Received from BB	15.00
Aug 30	Received from BC	25.00
Sep 1	Received from BD	15.00
Sep 5	Received from BE	30.00
Sep 10	Received from BF	20.00
Sep 15	Received from BG	10.00
Sep 20	Received from BH	15.00
Sep 25	Received from BI	25.00
Sep 30	Received from BJ	15.00
Oct 1	Received from BK	30.00
Oct 5	Received from BL	20.00
Oct 10	Received from BM	10.00
Oct 15	Received from BN	15.00
Oct 20	Received from BO	25.00
Oct 25	Received from BP	15.00
Oct 30	Received from BQ	30.00
Nov 1	Received from BR	20.00
Nov 5	Received from BS	10.00
Nov 10	Received from BT	15.00
Nov 15	Received from BU	25.00
Nov 20	Received from BV	15.00
Nov 25	Received from BW	30.00
Nov 30	Received from BX	20.00
Dec 1	Received from BY	10.00
Dec 5	Received from BZ	15.00
Dec 10	Received from CA	25.00
Dec 15	Received from CB	15.00
Dec 20	Received from CC	30.00
Dec 25	Received from CD	20.00
Dec 30	Received from CE	10.00
Total		1000.00

Apéndice III.

TABLA de los espacios muertos que corresponden á diversas piezas,
colocadas á diferentes alturas sobre el nivel del mar.

(De la obra *Apuntes sobre defensa de costas*, de los Sres. Roldán y La Llave.)

DATOS BALÍSTICOS	CAÑÓN	CAÑÓN	CAÑÓN	CAÑÓN	CAÑÓN	CAÑÓN	CAÑÓN	CAÑÓN	CAÑÓN
	Ac. 30 cm. Krupp L/35.	Ac. 26 cm. Krupp L/35.	H.R.S. 30 cm. Ordóñez.	Ac. 30 cm. Armstrong.	Ac. 25 cm. Armstrong.	H.R.S. 24 cm. modelo 1884.	H.R.S. 24 cm. modelo 1884.	H.E. 15 cm. Ordóñez.	H.R.S. 15 cm. modelo 1878.
Calibre..	0 ^m ,305	0 ^m ,260	0 ^m ,305	0 ^m ,305	0 ^m ,254	0 ^m ,240	0 ^m ,240	0 ^m ,149	0 ^m ,149
Peso del proyectil	455 ^k	275 ^k	380 ^k	317 ^k ,5	181 ^k ,5	144 ^k	144 ^k	51 ^k	28 ^k ,3
Velocidad inicial..	525 ^m	530 ^m	500 ^m	471 ^m	518 ^m	470 ^m	405 ^m	510 ^m	475 ^m
Ángulo de depresión	6°	6°	5°	7°	4°	5°	4° 30'	6°	11° 30'
COTA de la batería.									
Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.	Metros.
20	184	183	217	158	265	216	229	183	96
30	271	270	317	233	390	315	326	270	144
40	358	357	417	306	504	412	422	357	192
50	441	441	510	380	615	503	518	438	226
60	523	523	603	450	716	593	610	517	284
70	605	604	688	518	818	675	686	597	330
80	682	681	775	587	910	756	762	672	376
90	759	758	857	657	1002	835	838	747	421
100	834	833	938	720	1084	915	915	821	465
110	907	905	1018	786	1164	989	992	892	505
120	981	977	1097	842	1252	1062	1054	962	553
130	1049	1045	1176	902	1329	1135	1112	1030	597
140	1118	1112	1243	962	1406	1200	1171	1094	638
150	1187	1178	1314	1021	1472	1264	1229	1154	679
160	1251	1242	1384	1078	1548	1328	1297	1221	721
170	1314	1305	1453	1135	1618	1392	1345	1282	763
180	1378	1368	1521	1192	1684	1453	1405	1342	804
190	1439	1428	1589	1245	1750	1513	1463	1403	840
200	1500	1488	1654	1299	1814	1573	1520	1457	884
210	1561	1546	1717	1352	1874	1630	1580	1517	922
220	1622	1606	1781	1405	1934	1684	1621	1574	961
230	1678	1662	1842	1455	1994	1740	1664	1628	1000
240	1735	1717	1901	1504	2059	1794	1708	1683	1037
250	1792	1773	1961	1554	2117	1845	1752	1736	1074
260	1847	1828	2019	1604	2176	1895	1796	1790	1112
270	1903	1879	2076	1651	2234	1945	1839	1841	1149
280	1958	1932	2131	1697	2314	1996	1884	1892	1186
290	2012	1983	2187	1746	2371	2043	1928	1943	1122
300	2064	2039	2241	1793	2430	2090	1972	1994	1257



ÍNDICE.



Páginas

CAPÍTULO I.—*Concepto moderno de la desenfilada.*

Asuntos generales que comprende el estudio de una obra de fortificación.—Importancia que hay que conceder á la acción de los proyectiles.—Definición de la desenfilada.—La desenfilada no es lo mismo que la aplicación de la fortificación al terreno.—Principios en que debe basarse la desenfilada.—Los principios de la desenfilada no son absolutos.—Clasificación de la desenfilada por sus resultados..... 5

CAPÍTULO II.—*Desenfilada por la posición que ocupan las obras.*

I.—CUALIDADES PROPIAS DE LA POSICIÓN.—Posiciones en países de montañas.—Idem en comarcas inundables.—Idem en las costas.—Idem en las islas.—II.—CUALIDADES DEBIDAS Á LA ACCIÓN DE OTRAS OBRAS DEFENSIVAS Y DE LA ARTILLERÍA PROPIA.—Protección de las localidades.—Plazas en el litoral..... 21

CAPÍTULO III.—*Influencia de la situación relativa de las obras y del terreno exterior.*

I.—SITUACIÓN RELATIVA EN EL HORIZONTE.—División del terreno en zonas y sectores peligrosos.—Observaciones relativas á los diversos sectores.—II.—SITUACIÓN RELATIVA EN ALTITUD.—Preliminares.—Elementos de que depende el ángulo de caída.—Líneas de situación.—Desenfilada geométrica.—Caso particular de las baterías de costa..... 49

CAPÍTULO IV.—*Desenfilada por la dificultad de precisar y utilizar el tiro.*

GENERALIDADES.—FALTA DE PRECISIÓN EN EL TIRO DEBIDA Á LA DISTANCIA.—FALTA DE PRECISIÓN DEBIDA Á LA DIFICULTAD DE CORREGIR EL TIRO.—Desenfilada de las vistas.—Idem por la dificultad de observar el punto de caída de los proyectiles.—Idem por la dispersión de las obras.—Idem por la movilidad.—Idem por el alejamiento de la artillería.—Idem por el desplazamiento de la lucha.—Idem por la reducción del tamaño de las obras y del material.—Idem por procedimientos varios.—CAUSAS DIVERSAS QUE HACEN DISMINUIR LOS EFECTOS DEL TIRO..... 69

CAPÍTULO V.—*Las masas protectoras.*

Preliminares.—Tierras y arenas.—Mamposerías.—Metales.—Maderas.—Materiales diversos. 87

CAPÍTULO VI.—*Organización de las obras.*

Influencia del terreno exterior.—Aplicación de los principios de la desenfilada.—Camino cubierto, foso, escarpa y contraescarpa.—Obras flanqueantes.—Adarves.—Comunicaciones.—Reductos interiores de los fuertes.—Alojamientos y repuestos.—Desenfilada del personal.. 111

CAPÍTULO VII.—*Desenfilada de las obras.*

FORTIFICACIONES PROVISIONALES.—OBRAS DE CAMPAÑA.—Su carácter especial por lo que se refiere á la desenfilada.—Organización de los puntos fuertes.—Atrincheramientos.—Protección de la artillería.—Idem de las defensas accesorias.—BATERÍAS DE SITIO.—ZAPAS..... 131

APÉNDICES.

Apéndice I..... 142
Apéndice II..... 151
Apéndice III..... 157

