MEMORIAL DE INGENIEROS.

ВЕСНИКА ДЛЯ ВИСОКОШКОЛСКЕ

MEMORIAL

DE INGENIEROS.

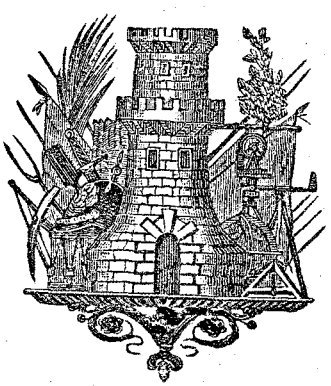
MEMORIAS, ARTICULOS Y NOTICIAS

INTERESANTES AL ARTE DE LA GUERRA EN GENERAL

Y A LA PROFESION DEL INGENIERO EN PARTICULAR.

AÑO DE 1860.

TOMO XV.



MADRID:
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.

1860.

INDICE

de las obras sueltas y artículos de Miscelánea que comprenden los números del Memorial de Ingenieros publicados en el año de 1860.

OBRAS SUELTAS.

Cuerpo de Ingenieros.=Progreso del Museo, Gabinete Tecnológico y Gimnástico, Biblioteca, Depósito Topográfico, Negociado de Correspondencia Estrajera y Sorteo periódico de libros, mapas é instrumentos, desde 1.° *de Agosto de* 1859 *á igual fecha de* 1860, *con el resúmen de los años anteriores desde* 1.° *de Agosto de* 1843: *consta de* 36 *páginas.*

TELLO. *Manual del Zapador, por el Coronel graduado Teniente coronel de Infantería D. Juan Tello y Miralles, Comandante de Ingenieros: consta de* 244 *páginas.*

BERNALDEZ. *La Fortificacion moderna ó consideraciones generales sobre el estado actual del arte de fortificar las plazas, por el Coronel D. Emilio Bernaldez: consta de* 175 *páginas y seis láminas.*

SCHEIDNAGEL. *Minas militares, por el Comandante graduado de Infantería, Capitan de Ingenieros, D. Leopoldo Scheidnagel: consta de* 114 *páginas, una tabla y cinco láminas.*

MISCELÁNEA.

Páginas.

Noticia remitida desde Paris por el Teniente coronel del Cuerpo D. Nicolás Valdés, sobre la Plancheta fotográfica

Páginas.

inventada por el médico de aquella capital Mr. Chevallier.=Con una lámina. 3

Cálculo de las pilas de balas con solos los principios de Geometría elemental. 13

Noticia verbal sobre el Manual del Ingeniero *del Teniente coronel D. Nicolás Valdés, dada por Mr. Morin en la Academia de Ciencias de Paris en la sesion de 9 de enero de* 1860. 21

Real órden estableciendo las divisas que han de usarse en todas las armas é institutos del ejército. 29

Real órden aclaratoria de la de 2 de julio sobre divisas. . 31

Circular de la Direccion general aplicando la Real órden sobre divisas á los distintos casos que pueden ocurrir en el Cuerpo de Ingenieros. 33

Real órden fijando el modo en que deberán colocarse las condecoraciones. 36

Real órden suprimiendo en el ejército las sardinetas y determinando la forma de las bocamangas. 37

Real órden acompañando el modelo de las hombreras que han de llevar todos los cuerpos é institutos del ejército, esceptuando la caballería. 38

Real órden determinando el uniforme, equipo y armamento del Cuerpo de Ingenieros. 38

Cuatro láminas de figurines.

Real órden estableciendo que los Capitanes y Tenientes graduados de Jefes lleven en el brazo las estrellas que indiquen su empleo, y otras disposiciones para el arma de Caballería. 45

Noticia sobre los niveles péndulos de Mayer y Charles, por el Capitan del Cuerpo D. Rafael Cerero.=Con una lámina. 49

Ferro-carriles.=Nuevo material articulado de M. Edmond Roy, que permite el fácil y seguro paso en curvas de pequeños radios y fuertes pendientes á gran velocidad, por

Páginas.

el Teniente coronel de Ingenieros D. Nicolás Valdés.=Con una lámina. 57

Reductos de campaña, por el Coronel Comandante de Ingenieros D. Emilio Bernaldez.=Con una lámina. . . . 65

Relacion que manifiesta el resultado del 9.°, 10.°, 11.° *y* 12.° *sorteo periódico de libros, mapas é instrumentos, correspondientes al año de* 1859, *y del* 1.° *al* 8.° *inclusive de* 1860, *celebrados en Guadalajara en el Establecimiento central de Ingenieros.* . . . . . 11 y 12 / 25 á 28 / 42 á 44 / 47 y 48

Una lámina que contiene el Resúmen de todos los establecimientos de educacion militar en el imperio de Austria y sus relaciones mútuas.

CUERPO DE INGENIEROS.

PROGRESO

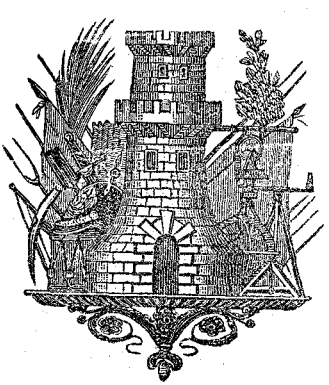
DEL MUSEO, GABINETE TECNOLOGICO Y GIMNASTICO,

BIBLIOTECA, DEPOSITO TOPOGRAFICO,

NEGOCIADO DE CORRESPONDENCIA ESTRANJERA

Y SORTEO DE LIBROS, MAPAS É INSTRUMENTOS

desde 1.º de agosto de 1859 á igual fecha de 1860, con el resúmen de los años anteriores desde 1.º de agosto de 1860.



MADRID.

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.

1860.

MUSEO.

MODELOS, MÁQUINAS Y OTROS EFECTOS CON QUE SE HA enriquecido desde 1.° de Agosto de 1859 á igual fecha de 1860, con el resúmen de los años anteriores desde 1843.

Modelos.

	PROCEDENCIA.
Dos de camillas austriacas.	Regalados por el constructor Mr. Weisse, fabricante en Praga (Austria.)
Una pagoda china.	Remitida desde Cochinchina, y destinada al Museo de Real órden.

RESÚMEN.

	Desde 1843 á 1859.	Desde 1849 á 1860.	Total.
De fortificacion.	14	»	14
De construccion.	64	2	66
De topografía.	31	»	31
Máquinas.	51	»	51
Otros efectos.	51	1	52
Gabinete Tecnológico.	1661	»	1661
Gabinete Gimnástico.	146	»	146
Totales.	2018	3	2021

BIBLIOTECA.

OBRAS IMPRESAS, MANUSCRITOS, MAPAS, ESTAMPAS Y otros efectos con que se ha enriquecido desde 1.° de Agosto de 1859 á igual fecha de 1860, y resúmen de los años anteriores desde 1.° de Agosto de 1845.

IMPRESOS COMPRADOS.

Ciencias matemáticas y físico-matemáticas.

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
»	Revista de los progresos de las ciencias físico-matemáticas. Años de 1857, 1858 y 1859. (*Español*).	3
Figuier.	Las grandes invenciones. (*Francés*).	1
Cirodde.	Lecciones de Geometría analítica, de Aritmética y Algebra. (*Francés*).	4
»	Anuario para 1860 por la oficina de Longitudes de Paris. (*Francés*).	1
Bourdon.	Elementos de Aritmética, de Algebra, de aplicacion de Algebra á la Geometría y de Trigonometría rectilínea y esférica. (*Francés*).	4
Figuier.	El Año científico (4.° año). (*Francés*).	1
Quiquandon.	Nociones teóricas y prácticas de Topografía. (*Francés*).	1
»	Programa de suscricion para fundar un Observatorio astronómico. (*Francés*).	1
»	Lecciones de Gnomónica. Litografía. (*Español*).	1

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes
JOHN COCKERILL.	Descripcion de las máquinas construidas en los establecimientos de Seraing. Primer tomo. Con Atlas. (*Francés*).	2
»	Tabla de los informes presentados á la Academia de Ciencias de Paris en el primer semestre de 1858. (*Francés*).	1
	Construcciones.—Bellas artes.—Artes mecánicas.	
»	Revista de Obras públicas.—Tomos 5.°, 6.° y 7.° (*Español*).	3
ARMENGAUD.	El Génio industrial.—Tomos 3, 4, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17 y 18. (*Francés*).	10
VALDÉS.	Manual del Ingeniero. (*Español*).	2
KRAFFT.	Arte del Carpintero. (*Francés*).	2
MARESCHAL.	Almacenes de pólvora. (*Francés*).	1
MERKES.	Almacenes de pólvora á prueba de bomba. (*Francés*).	1
POLONCEAU ET PERDONNET.	Cartera del Ingeniero de Caminos de hierro. Con Atlas. (*Francés*).	5
LAROQUE ET CLAUDEL.	Arte de construir. (*Francés*).	1
KRAFFT.	Edificios de Paris y sus alrededores, puertas cocheras y de entrada. (*Francés*).	1
MUÑOZ.	Materiales de construccion. (*Español*).	1
MERKES.	Muros de revestimiento. (*Francés*).	1
GARCÉS DE MARCILLA.	Telegrafía eléctrica. (*Español*).	1
ERBKAM.	Anuario de Arquitectura. (*Aleman*).	4
DALY.	Revista general de Arquitectura.—Tomo 16. (*Francés*).	1
OPPERMANN.	Nuevos anales de construccion.—Tomos 4.° y 5.° (*Francés*).	2

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
Calliat.	Enciclopedia de Arquitectura.—Tomos 8.° y 9.° (*Francés*).	2
»	La Luz, revista fotográfica.—Tomos 9.° y 10. (*Francés*).	2
»	Revista minera.—Tomos 9.° y 10. (*Español*).	2
Mulot.	La fotografía para todos. (*Francés*).	1
»	El Guarda-mueble. (*Francés*).	1
Reimaun.	Libro de modelos y adornos para cerrajeros. (*Aleman*).	1
Mœbus.	Coleccion de dibujos de hierro. (*Aleman*).	2
Eisenlohr.	Adornos de metal para uso práctico. (*Aleman*).	1
Plock.	Proyectos de adorno de estilo moderno. (*Aleman*).	4

Geografía.—Corografía.—Estadística.

Gomez Arteche y Coello.	Descripcion y mapa de Marruecos. (*Español*).	1
Diana.	Un prisionero del Riff, Memorias del Ayudante Alvarez. (*Español*).	1
»	Boletin de la Sociedad Geográfica de Francia. Cuarta série, tomos 11 á 17 inclusive. (*Francés*).	6
Renou.	Descripcion geográfica del Imperio de Marruecos. (*Francés*).	1
»	Mapa de Marruecos. (*Español*).	1
Gomez Arteche.	Geografía histórico-militar de España y Portugal. (*Español*).	1
Sancha y Rozas.	Itinerarios de Cataluña y Granada. (*Español*).	2
Vidal.	La España en 1860. (*Francés*).	1

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes
Godard.	Marruecos: Notas de un viajero. (*Francés*). .	1
Hoefer.	Imperio de Marruecos. (*Francés*).	1
Navarro.	Apuntes sobre la costa occidental de Africa y posesiones españolas en la costa de Guinea. (*Español*).	1
Valdés. (D. S.)	Apuntes sobre el Imperio de Marruecos. (*Español*).	3
Marquez de Prado.	Historia de Ceuta. (*Español*). . . .	1
Godard.	Descripcion é historia de Marruecos. (*Francés*).	2
Berthelot.	Etnografía y anales de la conquista de las Canarias. (*Español*).	1
Dufour.	Mapa del departamento de la Gironda. . . .	1
	Marina.	
Lasso de la Vega.	Crónica naval de España.—Tomos 7.°, 8.° y 9.° (*Español*).	3
	Viajes.	
»	Guia oficial del viajero por todos los caminos de hierro. (*Francés*).	2
	Arte militar.	
Mordret.	Memorias sobre las modificaciones que debe producir en la fortificacion el nuevo alcance de las armas de fuego. (*Francés*).	1
Piron.	Ensayo de fortificacion ecléctica. (*Francés*). . .	1
Ratheau.	Tratado de fortificacion. Con atlas. (*Francés*).	3

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
VAILLANT.	Esposicion al Emperador sobre las disposiciones administrativas en la guerra de Oriente. (*Francés*).	1
»	Diario de Ciencias militares. (*Francés*).	1
»	Diario de las armas especiales. (*Francés*).	1
BACCARDI.	Apéndice al nuevo Colon. (*Español*).	1
»	Asamblea del Ejército. (*Español*).	4
»	Situacion de los establecimientos franceses en la Argelia. 52 á 55 y el año 42. (*Francés*).	5
CAVALLI.	Cañones rayados que se cargan por la culata. (*Francés*).	2
JIMENEZ SANDOVAL.	Historia de las instituciones de seguridad pública en España. (*Español*).	1
LA BARRE DUPARCQ.	Elementos del arte é historia militares. (*Francés*).	1
CAVALLI.	Perfeccionamientos militares. (*Francés*).	1
MERKES.	Reductos acasamatados. (*Francés*).	1
SAINTEMARIE.	Artillería para la defensa de las plazas y costas. (*Francés*, traduccion del ruso).	1
TELIAKOFFSKI.	Manual de fortificacion permanente. (*Francés*).	2
»	Manual de Sanidad del ejército y armada. (*Español*).	1
CLONARD.	Historia orgánica de las armas de Infantería y Caballería.—Tomos 14 y 15. (*Español*).	2
COLBURN'S.	Revista del servicio unido del Ejército y Armada. (*Inglés*).	7
»	Diario de Ciencias militares. (*Francés*).	4
CAMBRELIN.	Campo atrincherado de Amberes.—Consideraciones sobre el sistema de defensa de la Bélgica adoptado en 1859. (*Francés*).	1

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
»	Sitio de Sebastopol; historia del servicio de la Artillería. Con un Atlas. (*Francés*).	2
»	Memorial de Infantería.—Tomos de 1858 y 59. (*Español*).	2
Sanchez Osorio.	Consideraciones sobre la organizacion activa, la educacion y las tácticas de la Infantería española. (*Español*).	2
La Barre Duparcq.	Historia del arte de la guerra antes de la invencion de la pólvora. (*Francés*).	1
Rustow.	Ataque de plazas fuertes. (*Aleman*).	2
Lecomte.	Relacion histórica y crítica de la campaña de Italia en 1859. (*Francés*).	2
Vandevelde.	Noticia sobre el teatro de la guerra en Italia en 1859. (*Francés*).	1
Rustow.	La guerra de Italia en 1859 considerada política y militarmente. (*Aleman*).	1
Aackoeckaro.	Historia de la fortificacion en Rusia. (*Ruso*).	2
Colburn's.	Revista del servicio unido del ejército y armada inglesa. (*Inglés*).	4
»	Boletin oficial de la Guardia Civil. Año 1858 y 59. (*Español*).	1
»	Boletin oficial de Administracion militar. Años 1858 y 59. (*Español*).	2
Heinze.	Diccionario aleman-francés de Ingenieros, Artillería y Estado Mayor. (*Aleman*).	1
Marés.	De las nuevas armas rayadas, su uso y su influencia en la guerra. (*Francés*).	1
Lefaivre.	La ciencia del Ingeniero simplificada, para Oficiales de Infantería y Caballería. (*Francés*).	1
Anaya.	Curso elemental de historia para los milita-	

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
	res. (*Español*).	1
»	¿Debe fortificarse á Bruselas? (*Francés*).	1
»	Respuesta á este folleto, por un Oficial de Ingenieros. (*Francés*).	1
MEYNNE.	Higiene militar. Estudios sobre la construccion de cuarteles, de los alimentos del soldado y de las fatigas de la vida militar. (*Francés*).	1
»	Reglamento para el ejercicio y maniobra de la Infantería aprobado por S. M. Tomo 3.° (*Español*).	1
SIEVERBRUCK.	Manual para el estudio de las reglas de la esgrima del florete y del espadon. (*Francés*). .	1
PŒNITZ.	Los ferro-carriles como líneas de operaciones. (*Manuscrito español*).	1
MANGIN.	Memoria sobre la fortificacion poligonal. (*Español*).	1
»	Recopilacion de Reales órdenes y circulares de interés general para el arma de Infantería. (*Español*)	1
BOUET-WILLAUMEZ.	Batallas de tierra y mar hasta la de Alma. (*Francés*).	1
ROUVRE.	Memorial del Oficial de Estado Mayor en campaña. (*Francés*).	1
MARTIN DE BRETTES.	Memoria de un proyecto de chronógrafo-electro-magnético y su uso en las esperiencias de la Artillería. (*Francés*).	1
BAUDENS.	La guerra de Crimea, campamentos, hospitales, etc. (*Francés*).	1
ARMAND.	Historia médico-quirúrjica de la guerra de Crimea. (*Francés*).	1
VYTTERHOEVEN.	Sobre los medios de socorrer inmediatamente á los heridos sobre el campo de batalla. (*Francés*).	2

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
MAURICE DE SELLON.	Memorial del Ingeniero militar ó análisis compendiado de trazados de fortificacion. (*Francés*).	1
»	Resúmen de los estudios sobre los principios generales de la fortificacion de los grandes centros estratégicos.—Aplicacion á Amberes. (*Francés*).	1
ZASTROW.	Historia de la fortificacion permanente. Tercera edicion. (*Francés*).	3
BRUCE-HAMLEY.	Historia de la campaña de Sebastopol. (*Inglés*).	1
VERDÚ.	Nuevas minas de guerra. (*Traduccion al francés*)	1
»	Album de la guerra de Africa publicado por el periódico *Las Novedades*. (*Español*).	1
NAPOLEON I.	Su correspondencia publicada de órden del Emperador Napoleon III. (*Francés*).	4
DU CASSE.	Memorias y correspondencia político-militar del Príncipe Eugenio. (*Francés*).	10
»	Fortificaciones de París.—Consideraciones sobre la defensa nacional, etc., sobre el papel que representa París en esta defensa.	1
»	Depósito de la guerra de Francia.—Atlas histórico y topográfico de la guerra de Oriente en 1854 y 1855. (*Francés*).	1
BONNEAU DU MASTRAY.	Teoría nueva para hacer maniobrar y combatir las tropas de todas armas bajo los mismos principios y voces de mando. (*Francés*).	1
DELAAGE.	Reflexiones sobre el sistema actual de la defensa del reino por las plazas fuertes. (*Francés*).	1
SAINTE-CROIX.	De los caminos de hierro considerados como medios de defensa de la Francia. (*Francés*).	1
»	Simulacro ejecutado en 1859 en el distrito mi-	

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
	litar de Galicia. (*Español*).	1
LAMBEL.	Consideraciones sobre la defensa de los Estados, con arreglo al sistema militar actual de Europa. (*Francés*).	1
»	Exámen detallado de la importante cuestion de la utilidad de las plazas fuertes y de los atrincheramientos. (*Francés*).	1
MARION.	Del armamento de las plazas de guerra. (*Francés*).	1
A. (C. DE).	Memoria sobre la defensa de las costas. (*Francés*).	1
DARÇON.	Consideraciones militares y políticas sobre las fortificaciones. (*Francés*).	1
»	Algunas reflexiones sobre la inutilidad de la defensa de las capitales. (*Francés*).	1
VALLIER.	Nuevo sistema de defensa contra la invasion. (*Francés*).	1
»	De la utilidad de las plazas fuertes para la defensa de los Estados. (*Francés*).	1
GOSSELIN.	Consideraciones sobre los efectos subterráneos de la pólvora. (*Francés*).	1
GARCÍA CAMBA.	Máximas de guerra de Napoleon. (*Español*).	1
PICOT.	Estudios sobre la defensa activa de las plazas de guerra. (Traduccion al *español* por Garcés). .	1
CHAMBRAY.	¿Deben ó no fortificarse las capitales y en particular Paris? (*Francés*).	1
GIRARDIN.	De los inconvenientes de tener un gran número de plazas fuertes. (*Francés*). Dos ejemplares	2
LABORIA.	Noticia sobre la defensa de las costas de Francia. (*Francés*).	1

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
»	La Francia, primera potencia del mundo, por el empleo de una fortificacion absoluta y una red de caminos de hierro trazados con sujecion á las reglas de la estrategia. (*Francés*).	1
»	Memoria sobre la defensa y armamento de las costas. (*Francés*).	1
VANDEVELDE.	De la defensa de la Bélgica. (*Francés*).	1
LAUSSEDAT.	Reflexiones sobre dos folletos relativos á la defensa de la Bélgica.	1
»	Ensayo de un nuevo sistema de defensa de las plazas fuertes, campos atrincherados, etc. (*Francés*).	2
RABUSSON.	De la defensa general del reino en sus relaciones con los medios de defensa de Paris. (*Francés*).	1
MADELAINE.	De la defensa del territorio.—Fortificaciones de Paris. (*Francés*).	1
»	Recopilacion de algunos artículos publicados en *El Centinela del Ejército* sobre las fortificaciones de Paris. (*Francés*).	1
SAINTE SUZANNE.	Proyecto de las reformas que deben hacerse en el sistema de las plazas fuertes para que sean útiles á la defensa de la Francia: y observaciones sobre este folleto. (*Francés*).	2
PELET.	Sobre la fortificacion de Paris. (*Francés*).	1
»	Defensa de las fronteras. (*Francés*).	1
DELAAGE.	Filosofía de la fortificacion, relativamente á las plazas del reino y al sistema de la escuela francesa. (*Francés*).	1
RABUSSON.	Sobre la estension del recinto de las fortificaciones de Paris por el Este en sus relaciones	

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
	con la defensa de la villa y del reino. (*Francés*). .	1
Du-Bourg.	Organizacion defensiva de la Francia. (*Francés*).	1
Richemont.	Paris fortificado, sola ó incontestable garantía de la independencia de la Francia. (*Francés*).	1
»	Ministerio de la Guerra de Francia.—Informe sobre los trabajos de defensa de Paris ejecutados en 1840 y 1841. (*Francés*).	1
Merkes.	Proyecto de un modelo de almacen de pólvora á prueba de bomba. (*Francés*).	1
»	Ensayo de un sistema de defensa de la frontera meridional de Bélgica. (*Francés*).	1
Garcia y Barranco.	Organizacion y servicio del Cuerpo de Pontoneros en varios ejércitos de Europa. (*Español*).	1
Poplimont.	Cartas sobre la campaña de Italia en 1859. (*Francés*).	1
Un oficial Aleman.	Bosquejo de la campaña en Lombardía. (*Aleman*).	1
Texier.	Crónica de la guerra de Italia. (*Francés*). . .	1
Bazancourt.	La campaña de Italia en 1859.	2
Adam.	La guerra de Italia. (*Francés*).	2
	Historia.	
Lafuente.	Historia general de España. Tomos 21 y 22. (*Español*).	1
Guizot.	Memorias para servir á la historia de un tiempo. (*Francés*).	2

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.

Legislacion política y civil.

Dufour.	Tratado general de derecho administrativo. Tomo 7.º (*Francés*).	1
»	Boletin oficial del Ministerio de Fomento. Tomos 27, 28 y 29. (*Español*).	3
Madrazo (D. Fernando).	Manual y aplicacion de la ley sobre espropiacion forzosa por causa de utilidad pública. (*Español*).	1

Ciencias naturales y filosóficas.

Du Moncel.	Induccion eléctrica. (*Francés*).	1
«	Revista de las razas latinas. Tomos 1 á 9. (*Francés*).	9
Du Moncel.	Revista de las aplicaciones de la electricidad en 1857 y 58. (*Francés*).	1
Alonso Valdespino.	La cuestion de Marruecos tal cual ha sido, es y será. (*Español*).	1
Castro.	Prácticas de Química. (*Español*).	1
Gervasio, Verneuil y Colomb.	Ojeada sobre la constitucion geológica de algunas provincias de España. (*Francés*).	1

Literatura.—Gramáticas.—Diccionarios.

Aribau.	Biblioteca de Autores Españoles. Tomos 49 y 50. (*Español*).	1
Roret.	Bibliografía universal. (*Francés*).	2
Roret.	Manual para el arreglo de bibliotecas. (*Francés*).	3

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
Delgado.	El Bibliógrafo español y estranjero. (*Español*).	1
Ollendorff.	Nuevo método para leer, escribir y hablar un idioma en seis meses aplicado al aleman, (*Francés*).	1
Meidinger.	Gramática alemana práctica. (*Francés*). . .	3
Gross.	Manual completo de la lengua alemana. (*Francés*).	1
«	Libro 2.º de las Escuelas para las primarias del canton de Saint-Gall. (*Aleman*).	2
Franceson.	Diccionario portátil aleman-español. Tomo 2.º (*Aleman y Español*).	1

INSTITUCIONES MILITARES ESTRANJERAS.

»	Hospital de campaña de primera admision; hospital de sangre (ambulancias) en el ejército austriaco. (*Aleman*).	1
»	Instruccion para la organizacion y servicio del cuerpo de Sanidad militar en Austria. (*Aleman*).	1
»	Organizacion de la Sanidad militar en campaña. (*Aleman*).	1
»	Estracto revisado y aumentado del reglamento de Sanidad militar en Austria. (*Aleman*).	1
Cambrelin.	Campo atrincherado de Amberes. Consideraciones sobre el sistema de defensa de Bélgica en 1859. (*Francés*).	1
Coello.	Estudios sobre el ejército sardo. (*Español*). .	1
Trumper.	Consideraciones políticas y económicas sobre la fortaleza de la Bélgica. (*Francés*).	1
»	Sobre la organizacion del ejército danés. (*Aleman*).	1

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
»	Real órden de 28 de abril de 1848, fijando los sueldos del ejército danés. (*Aleman*).	1
PEYRAL.	Discursos que pronunció en abril de 1843 en la cámara de los pares de Francia sobre la ley de reemplazos. (Traduccion del francés por el Coronel Saenz de Buruaga). (*Español*).	1

IMPRESOS REGALADOS.

Ciencias matemáticas y físico-matemáticas.

IBAÑEZ Y SAAVEDRA.	Esperiencias hechas con el aparato de medir bases, perteneciente á la Comision del Mapa de España. (*Español*). Por los Coroneles Ibañez y Saavedra.	1
Idem.	Traducido por Mr. Laussedat. (*Francés*). Por id.	1
FERNANDEZ DE LOS SENDEROS.	Discurso pronunciado en su recepcion en la Academia de Ciencias de Madrid y contestacion de su Presidente. (*Español*). Por el Presidente de la Academia de Ciencias. . .	2

Construcciones.—Bellas artes.—Artes mecánicas.

»	Casillas de peones camineros. (*Español*). Por la Direccion de obras públicas.	1
»	Modelos de targeas y alcantarillas. (*Español*). Por id. id.	1

Arte militar.

ELPHINSTONE Y SIR H. JONES.	Sitio de Sebastopol. Diario del Cuerpo de Ingenieros. (*Inglés*). Por el Ministro de la Guerra inglés. Con Atlas.	4
REILLY.	Diario del Cuerpo de Artillería. (*Inglés*). Por id. id.	

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
»	Real despacho confirmatório de la antigua nobleza del Excmo. Sr. Marqués de España. (*Español*). Por el interesado.	1
Diaz Valderrama.	Historia, servicios notables, socorros, comentarios de la cartilla y reflexiones sobre el Cuerpo de la Guardia Civil. (*Español*).	1
	Marina.	
»	Alumbrado de las costas de España. (*Español*). Por el Depósito Hidrográfico.	1
	Ciencias naturales y filosóficas.	
»	Anuario de la Universidad central para 1858 y 1859. (*Español*).	1
Colmeiro.	Discurso de la inauguracion del curso de 1859 á 1860 en la Universidad central. (*Español*).	1
Cortina.	Dictámen dado á S. M. la Reina Doña María Cristina de Borbon sobre el de la Comision de las Córtes Constituyentes de 1854. (*Español*).	1
Marquez de Prado.	La infantería española aplicada á los trabajos públicos. (*Español*).	1
»	Memoria anual de la Caja de Ahorros de Madrid: 1858 y 1859. (*Español*).	2
Amador de los Rios.	Noticia histórica de la solemne régia apertura de la Universidad central en el año de 1855 y 1856. (*Español*).	1
	Literatura.—Gramáticas.—Diccionarios.	
Cortina (Marqués de Morante).	Catálogo de su biblioteca. Tomos 6 y 7. (*Español*).	2

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes

INSTITUCIONES MILITARES ESTRANJERAS.

» Periódico del Cuerpo de Ingenieros de Rusia. Tomos de 1858 y 1859. (*Ruso*). 2

MEDALLAS.

» Dos de las acuñadas con motivo de la traida de aguas del Lozoya á Madrid. (Regaladas por S. M. el Rey para ser colocadas en la Biblioteca del Museo de Ingenieros). 2

RESÚMEN *del aumento que ha tenido la Biblioteca del Museo de Ingenieros desde* 1.° *de agosto de* 1843 *á igual fecha de* 1860.

	DESDE 1843 á 1859.	DESDE 1859 á 1860.	TOTAL.
Obras impresas (volúmenes).	2944	328	3272
Manuscritos (idem).	167	»	167
Mapas, estampas y planos.	98	»	98
Medallas.	1	2	3
TOTALES.	3210	330	3540

DEPÓSITO GENERAL TOPOGRÁFICO.

Su progreso desde 1.° de agosto de 1859, á igual dia de 1860.

ATLAS, MAPAS, PLANOS Y VISTAS.

PROCEDENTES DE COMPRA.

Autores.	TITULOS.	Número de hojas.
Meyers.	Plano, cortes, etc., de un cuartel para tres batallones de infantería, construido por la Academia comunal de Bruselas.	9
Raymond.	Relieve del Piamonte, la Lombardía y el Véneto.	4
»	Carta general del reino Lombardo-Véneto. . .	3
»	Mapa geográfico del Imperio de Marruecos é indicacion del archipiélago de Canarias.—Aragon.	1
Avellana.	Mapa octavo de su coleccion ó sea mapa eclesiástico.	1
Beaudoin.	Carta del Imperio de Marruecos con las comunicaciones generales y division en gobiernos.	1
Scheda.	Carta general de los estados del Imperio de Austria y de los países limítrofes. (Dos ejemplares).	14
Civelli.	Gran carta de Italia.	28
Coello.	Mapa de Alicante.	1
Vicendon.	Mapa francés ó carta marina del estrecho de Gibraltar.	1
»	Hoja número 58 del Mapa de los Paises-Bajos.	1

Autores.	TITULOS.	Número de hojas.
Luyando.	Carta esférica del estrecho de Gibraltar con el reconocimiento, situacion y sondas de Real órden practicado.	1
Avellana.	Mapa agrícola de España.	1
»	Mapa del Imperio de Marruecos, con retratos.	1
»	Mapa de la Isla de Cuba con el estado de los ferro-carrilles, faros, obras de puerto, carreteras, etc.	1
»	Vista del cuartel de Francisco José en Austria.	1
»	Vista en perspectiva caballera del arsenal en Viena.	1
»	Coleccion de vistas de los edificios destinados en Austria para instruccion militar.	26
Avellana.	Mapa industrial de España.	1
Sancha-Rozas.	Itinerarios de Granada y Cataluña. . .	2
Avellana.	Mapa comercial de España.	1
Idem.	Mapa minero de España.	1
Idem.	Mapa histórico de España.	1

DE VARIAS PROCEDENCIAS.

De la Junta facultativa del Cuerpo.

Page.	Planos de parte del ferro-carril de Pamplona á Zaragoza.	2
Matamoros.	Proyecto marítimo y terrestre de defensa de la plaza de Ceuta.	1
Casanova.	Proyecto para completar las obras del gas, fortificaciones de la fortaleza de Isabel II, y edificios á prueba.	1
Valdés.	Proyecto de defensa de la plaza de Ceuta. . .	1

autores.	TITULOS.	Número de hojas.
Muñoz.	Reformas en el proyecto de fortificacion de Cádiz.	1
Idem.	Plano del recinto de la plaza de Cádiz y de sus obras esteriores con la indicacion de los bajos de piedra inmediatos.	1
Perales.	Bosquejo del terreno que se necesita comprar al Norte del cuartel de Leganés.	1
Ballester y Paz.	Plano de detalles de la fortaleza de Isabel II.	5
Piñedo.	Plano que representa la batería de piedra seca ejecutada en el encuentro de los fosos de la cara derecha del hornabeque y su saliente provisional en Mahon.	1
Idem.	Plano y perfil de la batería provisional en la altura de los Freus.	1
Idem.	Plano y perfiles del muro bajo, segun la ordenanza de artillería, para las baterías de la costa.	2
Vizconde de Miranda.	Plano y perfiles de la batería de Podaderas, segun las nuevas obras.	4
Fernandez y Gomez.	Marco giratorio de costa con las defensas que se creen necesarias para que puedan adaptarse á las casamatas. (Búrgos).	1
Idem.	Proyecto y detalles de la fortificacion del frente del recinto bajo sobre el istmo de la plaza de Santoña.	3
Idem.	Plano detallado del fuerte de San Martin con reformas, en Santoña.	1
Ribero.	Memoria sobre el proyecto de fortificacion de Santoña.	1
Vea-Murguia.	Variaciones hechas en dicho proyecto.	1
Rodriguez Fito.	Plano de la montaña de Monjuich y proposicion para mejorar la defensa del castillo.	1

Autores.	TITULOS.	Número de hojas.
Fernandez y Gomez.	Plano-proyecto para el frente de San Martin en Santoña.	1
Gamiz.	Plano de las eras cuya adquisicion es necesaria para el ensanche del cuartel de caballería de los Jesuitas en Alcalá de Henares.	1
Madina.	Proyecto de las nuevas defensas de Vigo. . .	1
Camino.	Plano de la plaza de Barcelona y sus inmediaciones, con espresion de las zonas militares mandadas establecer por Real órden de 16 de setiembre de 1856.	1
Fernandez y Gomez.	Plano detallado del fuerte de San Cárlos en Santoña con las reformas mandadas hacer.	1
»	Plano de la parte del recinto al N. de la ciudad de Cádiz comprendida entre el baluarte de Candelaria y ensenada de la Culeta y los diferentes edificios que limitan la poblacion hácia esta parte.	1
Brull.	Proyecto de lo que debe edificarse en el solar de las casas sitas en la calle del Juego de la Pelota para ensanche del cuartel que se construye para una brigada de Artillería en Zaragoza.	1
Pallete.	Proyecto de fortificacion para la plaza de Jaca.	2
Ruiz Zorrilla.	Plano de la plaza de Ciudad-Rodrigo con el proyecto de aumento y mejora de sus defensas.	1
Molina.	Plano de una parte de la montaña del Príncipe Pío.	1
Idem.	Perfiles de la montaña del Príncipe Pío. . . .	4
Berdugo.	Plano de la zona de Madrid en el que se marca el trayecto de la cañería que ha de conducir las aguas al cuartel de la montaña del Príncipe Pío.	1

Autores.	TITULOS.	Número de hojas.
Palacios.	Plano del proyecto de cerca en un picadero en el cuartel de caballería de Búrgos.	1
Fernandez y Gomez.	Plano del terreno esterior en el cuartel de San Francisco, en Logroño, con el proyecto de un abrevadero.	1
Idem.	Plano del fuerte de San Cárlos, en Santoña, proyectado con algunas modificaciones.	1
»	Copia de un reconocimiento sobre la costa de Africa.	1
Madina.	Plano de un cuartel en el castillo de San Sebastian, en Vigo.	1
Montenegro (D. J.)	Plano de la reforma del puerto de la Coruña.	1
Madina.	Plano del cuartel de San Francisco, en Orense.	1
Vera.	Otro id. id.	1
»	Planos de Tarifa, Algeciras, Palmogo, San Lucas de Guadiana y Ayamonte, en los que se demarcan las zonas militares.	5
Leon y Canales.	Cróquis del hospicio viejo, en Córdoba.	1
Ulloa.	Plano del fuerte de la Guardia y sus terrenos, en Galicia.	1
Sierra.	Canstrucciones hidráulicas en Cádiz.	1
Gomez Lobo (D. Gabriel.)	Trabajos ejecutados en las murallas de Cádiz en 1850.	1
Rodriguez Fito.	Plano del cerramiento de una brecha en la cortina número 1 de Cádiz.	1
Barreda.	Plano del atrincheramiento para cerrar provisionalmente la brecha de la Soledad, en Cádiz.	1
»	Ferro-carril de Zaragoza á Pamplona y Alsasua. —Proyecto de estacion en Pamplona.	1

Autores.	TITULOS.	Número de hojas.
»	Plano de la posicion de la Mola de Mahon con espresion de las obras proyectadas, las ejecutadas y en curso hasta fin de 1859.	1
Fernandez de Córdova (D. Francisco) y Escario.	Proyecto de nuevo acuartelamiento en Valencia. . .	9
»	Proyecto de un ferro-carril entre Lérida y Monblanc.	1
Velasco.	Faro Diego Velazquez situado en el Cayo Paredon Grande de la costa Norte de la Isla de Cuba.	1
Cerero.	Proyecto de un almacen de pólvora para tiempo de paz.	1
Unzaga.	Plano que comprende el proyecto de un edificio destinado á parque y oficinas de Ingenieros del ejército en el solar que ocupa el actual cuartel de Atarazanas, en Palma.	2
Negron.	Planos del cuartel de caballería de la Carne en Sevilla y proyecto de su ampliacion.	7
Casanova.	Plano, perfil y vista del parque de Ingenieros en Barcelona.	1

Regalos de la Direccion de Hidrografía y otros.

»	Costa de Inglaterra desde la ria de Forth hasta las islas de Shetland. (Por la Direccion de Hidrografía.)	1
»	Carta de una parte de la costa del Perú desde el Morro de Chaneay hasta la bahía de Islay. (Por id.).	1
»	Mapa de la Isla de Cuba con el estado de los ferro-carriles, telégrafos y faros, obras de puerto, carreteras y caminos vecinales, etc. (Por el	

Autores.	TITULOS.	Número de hojas.
	Ministerio de Fomento.)	1
»	Plano de la Isla del Perejil ó del Coral con una copia de la descripcion que de ella se hace en el nuevo derrotero del Mediterráneo. (Por la Direccion de Hidrografía.)	1
»	Carta esférica de una parte de la costa occidental de la Patagonia comprendida entre el rio Manzano y el Puerto Falso. (Por id.)	1
»	Carta esférica de la parte Sur de la Isla de Mindanao con el estrecho é Isla de Basilan. (Por id.)	1
»	Carta esférica de una parte de la costa de Chile comprendida desde Punta Gallo hasta rio Manzano. (Por id.)	1
»	Carta esférica de parte de las Islas Vírgenes desde la Culebra á la Tórtola. (Por id.)	1
»	Carta esférica del estrecho de Balabac formado por las Islas Paragua y Borneo. (Por id.)	1
»	Carta esférica de las costas de Italia que comprende desde el cabo Dramont en la costa de Francia hasta el de Troja. (Por id.)	1
Rehallet.	Carta esférica del rio viejo Calabar. (Por id.)	1
Ploix.	Carta esférica de la embocadura del rio Gabun. (Por id.)	1
Badgley.	Carta de la bahía de San Cárlos en la Isla de Fernando Póo lavantada en 1829. (Por id.). . . .	1
Boteler.	Carta de la Isla de Santo Tomás. (Por id.). . . .	1
Idem.	Carta del fondeadero de San Antonio en la Isla de Annobon. (Por id.)	1
Idem.	Carta de la Isla del Príncipe. (Por id.)	1
Idem.	Carta de la Isla de Annobon. (Por id.)	1
»	Carta del fondeadero de Santa Ana de Chaves	

Autores.	TÍTULOS.	Número de hojas.
	en la Isla de Santo Tomás. (Por id.) . . .	1
LANGLÉ.	Carta de la bahía de Santa Isabel en la Isla de Fernando Póo. (Por id.)	1
VIDAL.	Carta esférica de la bahía de Corisco en la costa occidental de Africa. (Por id.)	1
KERHALLET.	Derrotero de la costa de Marruecos desde cabo Espartel á cabo Bojador. (Por id.) . . .	1
»	Cartas de las radas, fondeaderos y bahías de Salé, Mogador, Marighau, Casabianca y Larache. (Por id.).	5
»	Límites entre la plaza española de Ceuta y el imperio de Marruecos segun el tratado de paz de 1860. (Regalado por el Comandante general de Ingenieros del Ejército de Africa.)	1
»	Plano del terreno marroquí ocupado por las tropas españolas el 23 de diciembre de 1855 con la situacion de los fuertes y campamentos de los cuerpos del ejército. (Por id.).	1
»	Planos del cuartel de caballería de Josephstadt, en Viena.	7
»	Planos del cuartel de Francisco José, en Viena.	19
»	Planos de los cuarteles del arsenal de Artillería en Viena.	8
»	Puerta del arsenal en Venecia.	1
»	Puerta del Belvedere de Viena.	1
»	Carta esférica de la costa occidental Pantagónica comprendida entre las Islas de San Javier y cabo Pilar.	1
»	Carta esférica de las Islas Chafarinas. . . .	1
»	Plano de la bahía de Santa Isabel y ensenadas adyacentes en la Isla de Fernando Póo. . .	1

Autores.	TITULOS.	Número de hojas.
»	Plano del hospital Real de Vitoria en Netley, Inglaterra. (Regalado por Sir H. Jones).	4
Dumoulin.	Carta esférica de los fondeaderos de Ceuta levantada en 1855.	1
Idem.	Carta esférica de la costa N. de Marruecos desde el estrecho de Gibraltar hasta las Islas Chafarinas, comprendiendo una parte de la costa de España. (Por la Direccion de Hidrografía).	1
Hell.	Carta esférica de las bocas de Bonifacio. (Por idem).	1
Montero.	Carta esférica de la costa NO. de la Isla de Luzon, que comprende desde Santa Cruz hasta el rio Cagayan. (Por idem.).	1

IMPRESOS.

PROCEDENTES DE COMPRA.

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
»	Geografía histórico-militar de España y Portugal. (Lo publicado).	1
»	El Blason de España. (Lo publicado).	1
Clonard.	Historia orgánica de las armas de infantería y caballería. (Lo publicado).	1
»	La Asamblea del ejército. (Lo publicado). . . .	1
Bimetean.	Teatro de la guerra en Marruecos con una noticia sobre este Imperio.	1
Perez de Castro.	Atlas de batallas célebres. (Lo publicado).	1

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
»	Diccionario geográfico de Italia.	1
»	Clasificacion general de los montes públicos, por el Cuerpo de Ingenieros de montes. . . .	1
Dumoulin.	Manual de la navegacion del estrecho de Gibraltar.	1
Idem.	Descripcion náutica de la costa N. de Marruecos.	1
Marquez de Prado.	Recuerdo de Africa. (Dos ejemplares).	2
Arteche y Coello.	Descripcion y mapas de Marruecos.	1
Valdespino.	La cuestion de Marruecos tal como ha sido, es y será.	1
Diana.	Un prisionero del Riff.—Memorias del Ayudante Alvarez.	1
Kerhallet.	Manual de la navegacion en la costa occidental de Africa.	1
»	Historia de las órdenes de caballería. (Lo publicado).	1
Cánovas del Castillo.	Resúmenes de los presupuestos provinciales de 1857 y 1858, ingresos y gastos. . .	1
»	Anuario del Real Observatorio de Madrid. . . .	1
Quiqnandón.	Nociones teóricas y prácticas de topografía aplicadas á los levantamientos de planos y nivelaciones con la brújula.	1
»	Galería de cuadros escogidos del Real Museo de pinturas de Madrid. (Lo publicado).	1
»	Album estadístico de la guerra de Africa, publicado por *Las Novedades*.	1
Godard.	Descripcion é historia de Marruecos. . . .	2

Autores.	TITULOS.	Número de volúmenes.
	DE VARIAS PROCEDENCIAS.	
SCHULZ.	Descripcion geológica de Asturias.	2
»	Memoria impugnando el proyecto del canal titulado de la loma de Ubeda.	1
»	Plan general para el alumbrado marítimo de las costas y puertos de España é islas adyacentes. . .	1
»	Memoria sobre el estado de las obras públicas en España en fin del primer semestre de 1859. .	1
»	Alumbrado marítimo de todo el globo.	1
»	Modelos para casillas de peones camineros. .	1
»	Modelos de targeas y alcantarillas para carreteras.	1
»	Noticia de las islas, bajos y escollos descubiertos en el año 1855.	1
»	Suplemento á los cuatro cuadernos de faros de todo el globo.	1
»	Catálogo de la Direccion de Hidrografía en fin de 1858.	1
»	Notas y apuntes relativos al estudio verificado sobre Marruecos con motivo de la guerra de 1859.	1
	INSTRUMENTOS.	
Un par de anteojos gemelos de campaña.		

RESÚMEN *del progreso del Depósito General Topográfico de Ingenieros desde* 1.° *de agosto de* 1843 *á igual dia de* 1860.

	DESDE 1843 á 1859.	DESDE 1859 á 1860.	TOTAL.
Mapas, planos y vistas.	3067	312	3379
Atlas.	38	»	38
Manuscritos.	490	»	490
Impresos.	587	36	623
Instrumentos.	31	1	32
TOTALES.	4213	349	4562

NEGOCIADO

DE

CORRESPONDENCIA ESTRANJERA.

PROGRESO desde 1.° de agosto de 1859 hasta igual fecha de 1860.

Regresó á España el Sr. Coronel de infantería D. Tomás O-Ryan y Vazquez, Comandante de Ingenieros, en 1.° de octubre de 1859, despues de haber permanecido en el Cuartel General sardo y en Turin, como Jefe de la Comision de Oficiales españoles enviada para seguir las operaciones de la guerra de Italia.

Regresó asimismo en fines del mes de agosto de 1859 el Teniente Coronel graduado, Capitan de Ingenieros, D. Fernando Fernandez de Córdova, nombrado Comandante del arma en las islas Chafarinas, despues de haber terminado la comision para la que se le nombró á fin de que pasase á Marsella y Tolon con el objeto de examinar los adelantos y la práctica de las construcciones hidráulicas en ejecucion en los puertos dichos.

Continúa en París, encargado de la comision de indagaciones militares el Teniente Coronel de Ingenieros, D. Nicolás Valdés y Fernandez.

Continúa igualmente en Viena con idéntica comision el Comandante graduado de infantería, Capitan de Ingenieros, don Leopoldo Scheidnagel y Serra.

El Negociado sigue manteniendo relaciones de correspondencia con los Cuerpos de Ingenieros de los países estranjeros y ha recibido algunos documentos y trabajos remitidos, ya por los Jefes y Oficiales comisionados, ya por los corresponsales.

SORTEO PERIÓDICO.

NOTICIA DE LAS OBRAS, MAPAS E INSTRUMENTOS SORTEADOS en la Academia de Ingenieros desde el dia 6 de mayo de 1859 hasta el 13 de julio de 1860, con el resúmen de los años anteriores desde 1.° de setiembre de 1843.

	Volúmenes.	Planos.	Instrumentos.
Volúmenes impresos.	228	»	»
Nivel de anteojo con caja y trípode.	»	»	1
Barómetro metálico.	»	»	1
Estuche de matemáticas de bolsillo.	»	»	1
Carta de España.	»	1	»
SUMAS. . . .	228	1	3

RESÚMEN.

	Volúmenes.	Planos.	Instrumentos.
Sorteados desde 1.° de setiembre de 1843 hasta 6 de mayo de 1859.	3193	45	255
Idem desde 6 de mayo de 1859 hasta 13 de julio de 1860. . .	228	1	3
Total en 13 de julio de 1860. .	3421	46	258

FIN.

MANUAL DEL ZAPADOR.

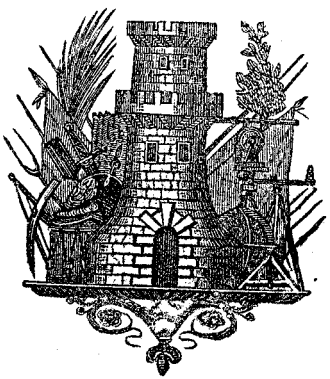
MANUAL

DEL ZAPADOR.

Por el Coronel graduado Teniente Coronel de Infantería

DON JUAN TELLO Y MIRALLES,

Comandante de Ingenieros.



MADRID.

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.

1860.

MANUAL DEL ZAPADOR.

CORTA Y APROVECHAMIENTO DEL RAMAJE.

Las propiedades principales del ramaje que debe emplearse en la confeccion de los materiales de sitio, son la flexibilidad, finura y derechura de las ramas; el ramaje que reune estas condiciones es el mimbre, álamo y taray.

Elegido el sitio para la corta, se asignarán cuatro hombres numerados á cada árbol; el número 1 subirá á este y provisto de un marrazo bien afilado, cortará las ramas á bisel.

El número 2 reune en haces al pié del árbol el ramaje cortado.

El número 3 lo conduce á un sitio inmediato y descubierto, en donde estará el número 4, que separará y clasificará el ramaje del modo siguiente:

Ramas rectas de 2^m,6 de largo y 0^m,046 de grueso para piquetes de cestones rellenos.

Ramas rectas de 1^m,15 de largo y de 0^m,025 de grueso para piquetes de cestones ordinarios y zarzos.

Ramas rectas y cortas de 0^m,01 de grueso para fajos de zapa.

Hecha esta separacion en las cantidades que se hubieren indicado al número 4, se clasificará el ramaje restante de modo que el delgado y largo se destine para cestones y zarzos, y lo demas para faginas. Al número 4 se le dará una nota de las

dimensiones citadas, que son las mas generales, así como de las dimensiones estraordinarias que se necesitasen.

Si fuese preciso conservar el ramaje por algun tiempo, se depositará en un terreno húmedo, ó en fosas que se cubren despues con tierra.

En la confeccion de faginas, cestones, etc., se emplean ligaduras de ramaje cuando este es á propósito; el mejor es el de la vid larga, y mimbre: las ligaduras no se preparan hasta el momento de usarse; si tienen mucha sávia se las pasa por el fuego ó se secan al sol; en invierno es preciso calentarlas para torcerlas.

Se comisionará á un trabajador que las elija delgadas y de longitud suficiente.

MATERIALES DE SITIO.

Los materiales de sitio son: *faginas*, *salchichones*, *fajos de zapa*, *cestones*, *zarzos*, *sacos á tierra* y *blindas*.

Para la confeccion de estos materiales se necesitan en gran cantidad cuerdas y piquetes.

Las dimensiones normales de los materiales de sitio son las que se espresan en este *Manual*; pero se usarán dimensiones estraordinarias siempre que las circunstancias lo exijan.

PIQUETES.

A la inmediacion del número 4 de la corta del ramaje, habrá un trabajador destinado á la preparacion de los piquetes; este trabajador limpiará las ramas que le entregare el número 4, aguzará las puntas y aproximará en lo posible la figura de los piquetes á la de un cilindro.

Además de las dimensiones citadas para los piquetes en la corta del ramaje, se necesitan piquetes de $0^m,5$ ó $0^m,8$ de largo para el trazado de trincheras, baterías, etc.

Los piquetes destinados á los revestimientos de faginas se cortarán planos, para que no rompan las ligaduras al tiempo de clavarlos.

CUERDAS DE PAJA.

Además de las cuerdas necesarias para las ligaduras de los materiales, se necesitan en gran cantidad para el trazado de las trincheras; será, pues, conveniente enseñar á los Zapadores la confeccion de las de paja; estas se componen de otras tres cuerdas mas delgadas que se forman con paja humedecida y se tuercen por medio de un manubrio (fig. 1.ª); para retorcer

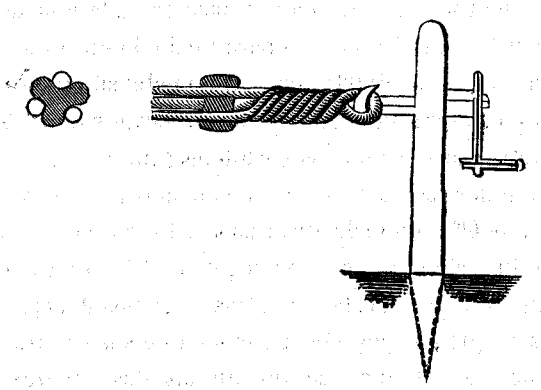


Fig. 1.ª

estas tres formando una, se hace uso nuevamente del manubrio y de una pieza de madera con tres entalladuras longitudinales que se colocan como se ve en la figura; la pieza de madera irá retirándose á medida que se verifica la torsion.

La longitud de una cuerda semejante es de unos 14 á 15 metros, el grueso de $0^{m},05$; en los estremos se forman lazadas para pasar los piquetes al tender la cuerda.

Seis Zapadores preparan una cuerda de las dimensiones dichas en una hora próximamente.

FAGINAS.

Hay varias clases de faginas, segun el objeto para que se las destina; estas clases son: *faginas ordinarias*, *de revestir*, *de trazar*, *de rellenar*, *de coronamiento provisional* y *de blindar*.

Faginas ordinarias. Tienen 2^m de longitud y $0^m,22$ de diámetro.

Cada taller de faginas necesita tres hombres provistos de los objetos siguientes:

Dos marrazos; dos palancas de $1^m,6$ de longitud y de $0^m,07$ á $0^m,08$ de diámetro en el estremo mas grueso; una braga de $1^m,1$ de longitud, la cual tiene un lazo en cada uno de sus estremos; una pequeña cuerda para medir la circunferencia de la fagina, que es de $0^m,66$; otra para medir su longitud; ligaduras; una sierra; piquete de $1^m,6$ de largo y de $0^m,06$ á $0^m,1$ de diámetro para formar los caballetes; un mazo.

Cada taller establecerá tres caballetes en línea recta y á distancia de $0^m,75$ uno de otro: para esto se tenderá una cuerda en la direccion del eje; en seguida á $0^m,6$ de cada lado se tenderán otras dos paralelas; en los estremos del eje se clavarán dos pequeños piquetes de modo que sus cabezas queden á $0^m,6$ sobre el terreno; se unirán las dos cabezas con una cuerda delgada ó bramante; se colocarán en cruz los piquetes que forman los caballetes de modo que las puntas de estos piquetes estén en las cuerdas paralelas al eje, y el ángulo superior de la cruz toque al bramante; los piquetes se introducen en el terreno á golpes de mazo; en seguida se ata la cruz con cuerdas, redondeando el ángulo todo lo posible.

Dos de los tres hombres del taller colocan sobre los caballetes el ramaje que se habrá depositado á la inmediacion por el tercer hombre, el cual prepara tambien las ligaduras.

Se habrá tenido cuidado de reducir la longitud de las ramas á un poco mas de 2^m, á partir del estremo mas grueso; la

parte mas delgada del ramaje se pondrá en el interior de la fagina y la mas gruesa y recta en la parte esterior; cuando se ha colocado el suficiente ramaje, los dos hombres aprietan fuertemente la fagina por medio de las palancas (fig. 2.ª), pa-

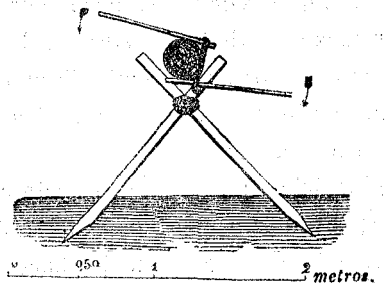


Fig. 2.ª

sando estas por las lazadas de la braga; el tercer hombre mide la circunferencia de la fagina, coloca y ata las ligaduras al lado de la braga; se colocan tres ligaduras, una en el medio y las otras dos á $0^m,3$ de los estremos; atada la fagina se aserrará por sus estremos: tres hombres hacen una en 20 minutos.

Cuando se empleen ligaduras del mismo ramaje deberán tener al menos 2^m de longitud y $0^m,015$ á $0^m,018$ de diámetro; se despojan de ramas menudas hasta $0^m,52$ del estremo delgado, despues se retuercen progresivamente con la mano derecha y empezando por la punta delgada, colocando el pié encima del estremo grueso; preparada así la ligadura puede ya emplearse como tal.

Faginas de revestir. Las mismas dimensiones que las faginas ordinarias, sin mas diferencia que tener 5 á 6 ligaduras.

Faginas de trazar. Tienen $1^m,3$ de longitud y $0^m,15$ de diámetro; llevan tres ligaduras; dos hombres hacen una en un cuarto de hora.

Puede prescindirse de los caballetes, estableciendo en el terreno dos filas de piquetes á $0^m,2$ de distancia la una de la otra; el ramaje se coloca entre las dos filas.

Puede tambien hacerse la fagina de trazar, confeccionando tres hombres una fagina de $2^m,6$ de largo y $0^m,15$ de diámetro; aserrando esta fagina por el medio, se tendrán dos de trazar.

Faginas de rellenar. No difiere de la fagina ordinaria mas que en la longitud, que es de $2^m,3$; llevan cuatro ó cinco ligaduras, las estremas á $0^m,25$ de los estremos de la fagina.

Faginas de coronamiento provisional. Tienen $0^m,65$ de largo y $0^m,2$ de diámetro; llevan tres ligaduras; dos hombres hacen una en diez ó doce minutos.

En esta fagina debe emplearse el ramaje corto y sobrante que resulte despues de la confeccion de las otras faginas.

Cuando el ramaje sea largo, es mejor hacer faginas de $2^m,6$ de longitud y $0^m,2$ de diámetro; aserrando esta fagina en los tres puntos convenientes se obtendrán cuatro de coronamiento provisional.

Faginas de blindar. Estas faginas tienen generalmente $2^m,5$ de longitud y $0^m,2$ de diámetro; llevan cinco ligaduras.

SALCHICHONES.

Los salchichones tienen 4^m á 6^m de longitud, el diámetro es de $0^m,3$, las ramas deben tener al menos 5^m de longitud y de $0^m,025$ á $0^m,03$ de diámetro; en el estremo grueso deben tener $0^m,1$.

Cada taller tendrá cuatro hombres, tres para disponer el ramaje y el cuarto para atar las ligaduras; se emplean los mismos útiles que para las faginas, pero se necesitan seis caballetes colocados á 1^m uno de otro.

Las ramas deben ser de las mas largas y fuertes; se alternarán los estremos gruesos con los delgados para que el diámetro del salchichon sea el mismo en toda su longitud; las ligaduras se colocan á $0^m,5$ una de otra; las últimas á $0^m,25$ de los estremos; todos los nudos en linea recta.

Cuatro hombres hacen un salchichon de seis metros de largo en tres horas.

FAJOS DE ZAPA.

La longitud del fajo de zapa es de $0^m,8$, el diámetro de $0^m,22$, la salida del piquete central de $0^m,15$ á $0^m,2$.

El ramaje se compone de pequeños troncos, bien rectos y exactamente de la misma longitud (fig. 3).

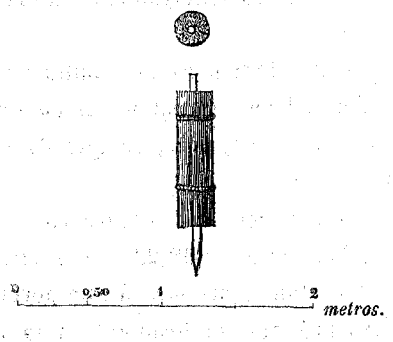


Fig. 3.ª

Las dos ligaduras se preparan de antemano en forma de corona; se tejen sobre un cilindro de madera de $0^m,2$ de diámetro; hecho esto se van colocando los troncos con cuidado introduciendo los últimos con fuerza á fin de que el fajo adquiera $0^m,22$ de diámetro; el último piquete que se introduce es el central.

Dos hombres hacen un fajo de zapa en veinte minutos, sin contar el tiempo necesario para tejer las coronas.

CESTONES.

Hay dos clases de cestones: *ceston de zapa* y *ceston relleno*.

Ceston de zapa. Tiene $0^m,5$ de diámetro interior, $0^m,65$ de diámetro esterior, $0^m,8$ de altura de entretejido; la longitud de los piquetes es de 1^m y su diámetro de $0^m,025$ á $0^m,03$; el número de los piquetes es generalmente de ocho; cuando las

ramas son poco flexibles no se ponen mas que siete, pero cuando son delgadas y se plegan fácilmente pueden ponerse nueve piquetes.

Las ramas para el ceston deben tener $1^m,8$ de longitud media y $0^m,012$ á $0^m,018$ de diámetro; en el estremo grueso deben tener $0^m,1$.

Los piquetes deben tener $1^m,15$ de longitud para que queden reducidos á 1^m cuando se hayan aguzado las puntas y esté concluido el ceston.

Se emplean dos hombres para cada taller de cestones, mas uno para cada dos talleres contiguos, el cual reune y tiene á mano el ramaje, ligaduras, etc., lo que dá cinco hombres para cada dos talleres.

Cada uno de estos necesita: dos marrazos, un mazo y una cuerda delgada ó bramante de $0^m,285$ de longitud.

Para hacer el ceston se preparará una porcion de terreno horizontal, se trazará con el bramante una circunferencia de círculo que se divide á ojo en siete, ocho ó nueve partes iguales; en los puntos de division se clavan los piquetes de modo que entren $0^m,15$ en el terreno y que sus cabezas queden en un mismo plano; hecho esto uno de los Zapadores hace el entretejido (fig. 4.ª), el otro mantiene verticales los piquetes;

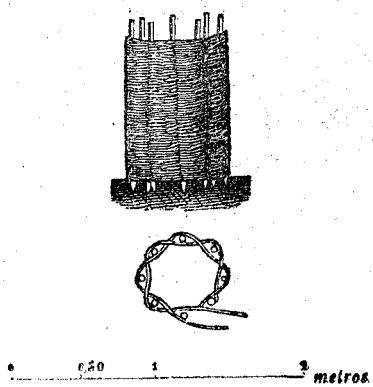


Fig. 4.ª

para esto tendrá una varita de $0^m,5$ de largo que apoyará contra el piquete alrededor del cual pasa el ramaje y contra el opuesto, sujetándolos con las manos; cuando el entretejido llegue á la mitad de los piquetes puede dejar de usarse la vara.

El tejido se hace conduciendo dos hilos delgados á la vez, cuidando de entrelazarlo el uno al otro al mismo tiempo que alrededor de los piquetes y de colocar y terminar sus estremos hácia el interior del cestón; de cuando en cuando se golpeará el entretejido con el mazo ó se apretará con el pié para que salga mas tupido, pero no debe serlo tanto que el cestón sea muy pesado.

Cuando el tejido tenga $0^m,8$ de altura, se colocan cuatro ligaduras, de modo que cada una abrace un piquete sí y otro no y cinco ó seis hilos; hecho esto se arranca y vuelca el cestón, colocando cuatro ligaduras en la base inferior y en los piquetes que no los tuviesen en la superior.

La salida de las cabezas de los piquetes debe resultar de $0^m,05$, aserrando el esceso.

Cada taller debe hacer un cestón por hora.

En vez de trazar en el terreno la circunferencia de círculo, puede usarse un círculo de madera que tenga marcados en la circunferencia los puntos de division, en los cuales se clavarán los piquetes; hecho esto se quita el círculo.

Pueden tambien emplearse dos aros de tonelero; colocados concéntricos en el terreno, se clavan los piquetes en el espacio entre ambas circunferencias; hecho esto se levantan los aros hasta las cabezas de los piquetes en donde se asegurarán, se hace el entretejido por un solo hombre y cuando llegue á la mitad de la altura de los piquetes se quitan los aros, que son ya inútiles y estorbarian el paso del ramaje alrededor de aquellos; por este método el mismo número de hombres y en el mismo tiempo puede confeccionar doble número de cestones, puesto que con los aros se suprime el Zapador encargado de mantener verticales los piquetes.

Tres hombres provistos de una sierra y dos marrazos pueden abastecer de piquetes á diez talleres de cestones.

Ceston relleno. Se llama así porque se rellena con las faginas destinadas á este objeto.

Tiene $2^m,3$ de longitud y $1^m,3$ de diámetro esterior; lleva quince ó diez y seis piquetes de $2^m,6$ de largo y de $0^m,04$ á $0^m,05$ de diámetro.

Cada taller compuesto de cuatro hombres debe estar provisto de lo siguiente:

Dos marrazos, un mazo, una sierra y una cuerda delgada.

Se limpiará primero del cesped ó yerba un espacio horizontal suficiente para establecer el taller; se clavará en el centro un pequeño piquete al que se fijará el estremo de la cuerda; se trazará una circunferencia de círculo de $0^m,6$ de rádio, se divide esta circunferencia en quince partes iguales de $0^m,25$ cada una; se colocan los piquetes interiormente á los puntos de division y de modo que entren $0^m,25$ en el terreno; los estremos superiores se entrelazarán con una corona de ramaje que los mantenga verticales y en forma cilíndrica; tambien puede emplearse un cerco colocado en la parte superior de los piquetes; para formarlo se clava primero en tierra y entre los piquetes una rama flexible, de modo que toque á todos; despues, por medio de ramas ó listones, se forma una cruz que conserva al cerco en la misma anchura; se asegura en la parte superior de los piquetes con algunos clavos pequeños.

Colocada la corona ó el cerco, se empieza el entretejido como en un ceston ordinario, eligiendo ramas largas y mas gruesas que para un ceston de zapa.

Cuando el entretejido ha llegado á dos tercios de su altura se quita la corona ó cerco que estorbaria para pasar el ramaje y se continúa el tejido hasta lo alto; pero á fin de que el ceston no resulte ni mas ancho ni mas estrecho en la base superior, despues de quitar la corona ó cerco, se ligan algunos de los piquetes opuestos por medio de fuertes vencejos.

Cuando no sea ya posible alcanzar á hacer el tejido desde el terreno natural, se establece alrededor una especie de andamio formado con cestones de zapa y faginas.

La altura del entretejido es de $2^m,3$, llegando hasta $0^m,05$ de la cabeza de los piquetes; se colocan ocho ligaduras en la base superior; se arranca y vuelca el ceston; se colocan ocho ligaduras en la base inferior alternadas como en el ceston de zapa con las de la base superior; se aserrarán las puntas de los piquetes.

Para el tejido de los estremos deben elegirse las ramas mas fuertes y largas.

Cuatro hombres confeccionan un ceston como el descrito en seis horas; dos hombres hacen el tejido; los otros dos preparan el material y lo sirven.

Para rellenar el ceston se necesitan 21 faginas de rellenar, las primeras se introducen con mucha facilidad; para las últimas hay que valerse de una cuerda atada al estremo de la fagina; por un lado se tira de la cuerda mientras se empuja por el otro estremo de la fagina.

Despues de rellenado el ceston se golpean fuertemente las cabezas de las faginas que sobresalgan, igualándolas y acuñándolas; por último, se atraviesan algunos piquetes diametrales.

ZARZOS.

Los zarzos tienen 2^m de largo, $0^m,8$ de altura de entretejido; llevan seis piquetes de 1^m de longitud.

Los talleres de zarzos, lo mismo que los de los cestones ordinarios, constan de cinco hombres para cada dos talleres; cada uno de estos debe estar provisto de dos marrazos y un mazo.

Preparado el terreno, se tiende una cuerda de 2^m de largo, la cual sirve para clavar en línea recta los seis piquetes á $0^m,4$ de distancia uno de otro; deben entrar $0^m,15$ en el terreno:

hecho esto se empieza el tejido por los piquetes centrales; todas las puntas del ramaje deben quedar en una de las caras del zarzo para que la otra resulte bien plana; el ramaje se retuerce al abrazar los piquetes laterales; esta torsion, difícil de hacer con la mano, se ejecuta fácilmente por medio de una correa sujeta á un mango pequeño; se envuelve y aprieta fuertemente el hilo del tejido con la correa, y con un ligero movimiento impreso al mango se verifica la torsion.

El entretejido tiene $0^m,8$ de altura y cuando ha llegado á $0^m,05$ de la cabeza de los piquetes, se atan cuatro ligaduras, dos en los piquetes laterales y otras dos en los centrales; se arranca el zarzo y se ponen cuatro ligaduras en la parte inferior, dos en los piquetes laterales, y las otras en los centrales, alternando con las dos ligaduras centrales superiores.

Algunas veces se cortan los hilos del tejido en los estremos laterales del zarzo; pero en este caso se retuercen alrededor de los piquetes estremos cinco ó seis hilos en cada uno de los cuatro ángulos del zarzo.

SACOS Á TIERRA.

Los sacos á tierra (figuras 5 y 6), deben ser de tela fuerte:



Fig. 5.ª Fig. 6.ª

tienen un hilo bramante para cerrarlos cuando estén llenos de tierra; el bramante pasa por dos ojales abiertos cerca de la costura longitudinal, á $0^m,03$ uno de otro y á la misma distancia del borde superior; el bramante se fija á los ojales por medio de un nudo.

El saco vacío tiene ordinariamente $0^m,65$ de largo, por $0^m,33$ de ancho; llenos de tierra su longitud es de $0^m,5$ y el diámetro de $0^m,22$; cuando están en posicion horizontal se aplanan por sí mismos y tienen $0^m,25$ de ancho por $0^m,18$ de altura. Los sacos á tierra contienen próximamente $0^m,17$ cúbicos de tierra y pesan 20 kilógramos.

Se necesitan unos 60 para un metro cúbico cuando están recien llenos, y un tercio mas cuando están llenos de mucho tiempo.

Un trabajador puede hacer doce sacos en ocho horas.

Para llenar los sacos, cada taller se compone de cinco hombres y del número de escavadores que exija la naturaleza del terreno; de los cinco hombres dos llenan los sacos sirviéndose de palas redondas, otro se coloca entre ambos y les presenta el saco abierto sacudiéndolo con frecuencia; en cuanto el saco esté lleno se pasa á los otros dos colocados detrás, los cuales lo atan.

Los escavadores deben dejar las tierras bien desmenuzadas.

Un taller compuesto del modo dicho puede llenar 150 sacos por hora.

BLINDAS.

Las blindas (fig. 7.ª), se componen de dos montantes y dos

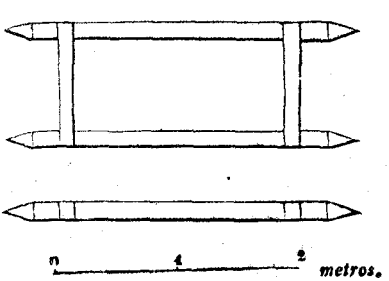


Fig. 7.ª

traveseros ensamblados á espiga y mortaja ó á media madera y sólidamente enclavijados. Sus dimensiones son las siguientes:

Anchura total.	1^m
Altura entre los traveseros.	2^m
Escuadría de traveseros y montante *(encina)*. .	$0^m,13$
Escuadría de traveseros y montante *(pino)*. . .	$0^m,15$
Longitud de las puntas de los montantes. . .	$0^m,35$

Un carpintero prepara una blinda en cuatro ó cinco horas de trabajo.

TABLA DE LOS MATERIALES DE SITIO.

Materiales.	Longitud.	Latitud.	Escuadria.	Diámetro esterior.	Diámetro interior.	Ligaduras.	Piquetes para cabalietes.	Piquetes en el material.	Marrazos.	Palancas.	Bragas.	Sierras.	Mazos.	Hombres.	Tiempo.
Faginas ordinarias. .	2^m	»	»	$0^m,22$	»	3	6	»	2	2	1	1	1	3	20′
Faginas de revestir.	2^m	»	»	$0^m,22$	»	5 ó 6	6	»	2	2	1	1	1	3	20′
Faginas de trazar. . .	$1^m,3$	»	»	$0^m,15$	»	3	4	»	2	2	1	1	1	2	15′
Faginas de rellenar.	$2^m,3$	»	»	$0^m,22$	»	4 ó 5	6	»	2	2	1	1	1	3	20′
Faginas de coronamiento provisional.	$0^m,65$	»	»	$0^m,2$	»	3	4	»	2	2	1	1	1	2	10′ ó 12′
Faginas de blindar. .	$2^m,5$	»	»	$0^m,2$	»	5	6	»	2	2	1	1	1	3	20′
Salchichones.	4 á 6^m	»	»	$0^m,3$	»	8 á 12	12	»	2	2	1	1	1	4	3^h
Fajos de zapa.	$0^m,8$	»	»	$0^m,22$	»	2	»	1	2	»	»	»	1	2	20′
Ceston de zapa. . . .	$0^m,8$	»	»	$0^m,65$	$0^m,5$	7 á 9	»	7 á 9	2	»	»	1	1	$2\frac{1}{2}$	1^h
Ceston relleno. . .	$2^m,3$	»	»	$1^m,3$	»	15 ó 16	»	15 ó 16	2	»	»	1	1	4	6^h
Zarzos.	2^m	$0^m,8$	»	»	»	8	»	6	2	»	»	1	1	$2\frac{1}{2}$	1^h
Sacos á tierra vacios.	$0^m,65$	$0^m,33$	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	40′
Sacos á tierra llenos.	$0^m,5$	»	»	$0^m,22$	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Blindas.	2^m	1^m	$0^m,13$ á $0^m,15$	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	5^h

DE LAS TRINCHERAS EN GENERAL.

Se llaman en general *trincheras* los trabajos que el atacante ejecuta para aproximarse á la plaza sitiada, á cubierto de los fuegos de esta.

Las tierras de la escavacion se arrojarán á la parte de la plaza, á fin de formar un parapeto que cuando menos debe cubrir á un hombre puesto de pié en la escavacion; la masa de tierras escavadas se llama *parapeto*.

Se llama *berma* una faja de terreno natural que se deja entre el parapeto y el borde de la escavacion.

El *revés* es una faja de terreno en el lado opuesto á la berma.

Las trincheras se ejecutan de diferente modo, segun sean mayores ó menores las precauciones á que obligue el fuego de la plaza. Se distinguen por esta razon en tres clases principales, que son: *trinchera simple*, *zapa volante* y *zapa llena*.

Al decir *zapa* se sobreentiende la colocacion de una cestonada que sirve de revestimiento al parapeto.

Trinchera simple. Se colocan los trabajadores á lo largo de la línea de la escavacion, arrojándose las tierras hácia la plaza.

Zapa volante. Cada trabajador recibe un ceston de zapa que coloca á lo largo de la línea trazada; todos los cestones se llenan á un mismo tiempo con las tierras sacadas de la escavacion hecha delante de los mismos, arrojándose las restantes detrás de ellos.

Zapa llena. Se colocan y llenan los cestones sucesivamente; es el modo mas lento de adelantar; se ejecuta bajo el fuego vivo del enemigo y por medio de Zapadores solamente.

TRINCHERA SIMPLE.

La ejecucion de la trinchera simple se divide en tres clases

principales de trabajo, que son: *trazado*, *escavacion* y *arreglo de la trinchera*.

Trazado. El Zapador que se destina á las órdenes de un Oficial de Ingenieros para marcar los puntos principales *a*, *b*, *c*, *d*, etc., del trazado (fig. 8.ª), deberá proveerse de un mazo y de

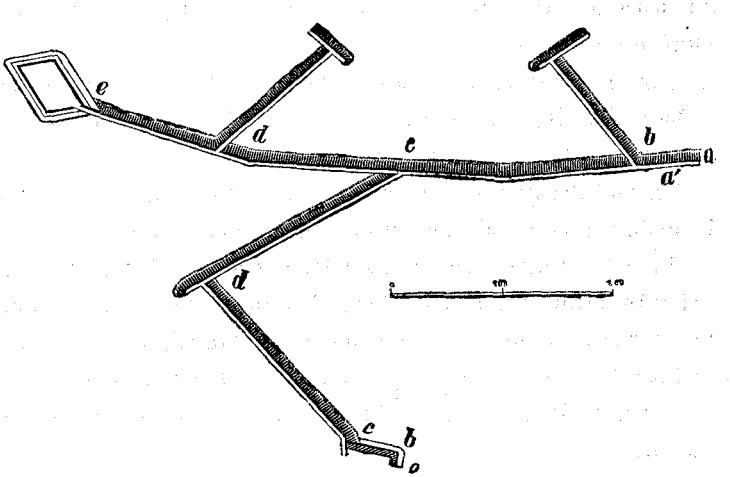


Fig. 8.ª

varios piquetes bien aguzados por un estremo, los que se clavarán en los puntos que le fueren designados.

Muchas veces no podrá usarse el mazo para no denunciar por el ruido el intento del Oficial; en este caso se introducirán los piquetes en el terreno con la mano ó golpeándoles con el pié.

Lo mejor es que el Zapador se haya provisto antes para este caso, de un pedazo de cuero ó lienzo, que haciéndolo una pelota lo utilice para colocarlo sobre la cabeza del piquete golpeando encima; los puntos principales del trazado se marcan antes de anochecer.

El Zapador procurará grabar en su memoria la situacion de

los piquetes clavados, á fin de poderlos encontrar luego en la oscuridad de la noche; con este objeto marcará el camino que ha seguido, con piedras aisladas, ramas rotas, etc., ó bien procurará orientarse por medio de los árboles, arbustos, etc., que hubiese á la inmediacion de dicho punto; los mismos Zapadores que asistan á este primer trabajo asistirán despues á la conclusion del trazado.

Por la noche se trazarán completamente las líneas marcadas; es decir, se señalarán con cuerdas á fin de que la escavacion de la trinchera resulte en línea recta.

Las cuerdas que se empleen será útil cubrirlas antes con un baño de cal para poderlas divisar durante la noche.

Un Oficial dirige el trazado; los Zapadores destinados á él deberán llevar arrolladas al brazo las cuerdas que se calculen necesarias, manteniendo el cabo en la mano; por las lazadas de los estremos pasarán los piquetes; uno de los Zapadores llevará varios de estos con el fin de asegurar las cuerdas en su medio.

En las paralelas se prolongarán hácia atrás todos los cambios de direccion; pero dichos puntos no se marcarán con piquetes como los *a*, *b*, *c*, *d*, etc., sino valiéndose de piedras ú otros objetos, ó por lo menos si se hace con piquetes se tomará la precaucion de que sean distintos de los demás.

El Oficial que hace el trazado se establecerá en *a* con el necesario número de Zapadores provistos de cuerdas; tomará una de estas y entregará uno de sus estremos á un Zapador, el cual la asegura en el piquete clavado en *a*, y se queda de pié en dicho punto; entre tanto otro Zapador ha pasado al otro punto *b*, en el que permanece de pié.

El Oficial con el otro estremo de la cuerda marcha en la direccion *a*, *b* y se alinea con los dos Zapadores, asegurando el estremo de la cuerda en el punto intermedio ó adonde llegue su longitud.

Colocada la primera cuerda, las demás se dirigirán por esta

si la noche no es enteramente oscura; pero si lo fuese se proveerá á los Zapadores de cabos de mecha cuya luz ocultarán de la plaza valiéndose del capote, ó lo que es mejor, llevarán linternas de zapa; á medida que el trazado avanza, avanzan tambien los Zapadores con los cabos de mecha ó linternas, sobre la misma línea.

Al tenderse en tierra cada cuerda se asegurará, no solo en los estremos, sino tambien en su punto medio.

Hecho el trazado, se tenderán cuerdas paralelas á las colocadas, á la distancia que exija la mayor ó menor dureza del terreno: la faja de terreno comprendido entre las dos cuerdas será la berma.

Escavacion. El Zapador se emplea generalmente como celador en la escavacion; los trabajadores los dá la infantería; al mismo tiempo que se hace el trazado, cada trabajador se provee de un zapapico y una pala; la calidad del terreno decidirá la proporcion en que deben estar ambas clases de útiles.

Para la escavacion de la trinchera simple, que es como generalmente se construye la primera paralela, los trabajadores no deberán llevar sus fusiles por punto general: la distancia de la primera paralela á la plaza hace poco probable que una salida llegue hasta interrumpir los trabajos, y aun cuando así sucediera, el gran desarrollo de dicha paralela haria invertir mucho tiempo en la reunion de los trabajadores, la que no podria verificarse sin desórden y confusion; además el soldado de infantería mira con aversion el trabajo de trinchera, al que no está acostumbrado, y aprovecha el menor pretesto para empuñar el fusil y abandonar la escavacion; no conviene, pues, por regla general que se lleven armas á la primera paralela, esceptuando únicamente el caso de concentracion de gran número de trabajadores en un espacio pequeño, como en las baterías, reductos, etc.; entonces llevarán sus fusiles, pero sin correaje y llevando cierto número de cartuchos en los bolsillos.

Cada trabajador colocará sobre uno de sus hombros la fagina de trazar y sobre el otro los útiles.

Para cada ramal ó trozo se destina una columna especial con varios Zapadores que se repartirán entre la cabeza, centro y cola, los que examinarán si cada trabajador está provisto de lo que se haya mandado.

Dada la órden de marcha, se emprenderá esta por el flanco, pero en peloton y sin formacion alguna; algunos pasos antes de llegar al primer punto de la escavacion, empezarán los trabajadores por la cabeza á formar en una fila; al llegar á dicho punto se desplegarán sobre la marcha en batalla á la derecha ó á la izquierda por retaguardia del primer trabajador; cada uno de estos, al entrar en la línea colocará silenciosamente sus útiles en el suelo, entregará su fagina á un Oficial ó Sargento de Ingenieros, el cual la coloca adosada á la cuerda que indica el límite de la berma; si no se llevasen faginas de trazar se advertirá con anticipacion á los trabajadores, que al desplegar en batalla haya $1^{m},3$ entre cada uno y su inmediato por la derecha ó izquierda; en ambos casos todos quedan á lo largo del trazado, dando frente á la plaza, se echan en tierra y con prohibicion de todo ruido esperan la órden para el trabajo.

Si los trabajadores llegasen por el centro del trazado y marchasen en una fila, las dos mitades de la columna se desplegarán á derecha é izquierda, pero en este caso conviene que lleguen al trazado formados en dos filas; una se desplegará por la derecha y otra por la izquierda.

Un solo Oficial ó Sargento puede colocar 100 ó 200 trabajadores; cada 10 de estos se colocarán en un minuto.

Dada en voz baja la órden *Al trabajo*, procurará cada trabajador profundizar pronto todo lo que pueda; se empezará la escavacion á $0^{m},1$ de la cuerda que indica la berma; esta zona desaparece despues formando el talud.

Las tierras que resultan de la escavacion se arrojan del

lado de la plaza, de modo que no caigan delante de la fagina de trazar ni vayan demasiado lejos; los Zapadores cuidarán de que los trabajadores, al arrojar las tierras, dejen correr la mano próxima al hierro de la pala á lo largo del mango hasta que quede casi unida ó muy próxima á la mano que empuña á este por su estremidad.

Una gran parte del éxito y rapidez de la escavacion depende de la conducta de los Zapadores encargados de vigilar á los trabajadores, los que ejecutan con disgusto un trabajo nuevo para ellos; es preciso, pues, que los Zapadores manifiesten mucha sangre fria; deberán tener la vista fija en todas partes, cierto número de ellos estará constantemente fuera de la trinchera mientras dure la noche; de este modo inspirarán confianza y vigilarán mejor el trabajo.

Al fin de la primera noche debe tener la trinchera (fig. 9.ª)

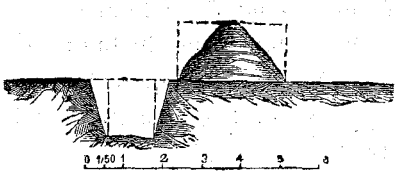


Fig. 9.ª

1^m de profundidad y $1^m,3$ de anchura en el fondo, lo que á causa de los taludes da una anchura de $1^m,8$ en la parte superior. La berma de $0^m,3$ á $0^m,5$ segun la mayor ó menor consistencia del terreno.

El parapeto $2^m,6$ de base por $1^m,3$ de altura.

Antes de amanecer y aunque no se haya concluido la escavacion asignada á la primera noche, serán relevados los trabajadores; para verificarlo se darán las voces de *Alto, relevo;* se colocarán los útiles sobre el revés; los salientes se arriman á la berma y desfilan, haciéndolo los entrantes arrimados á los salientes; aquellos deberán traer una porcion de útiles nuevos.

Los trabajadores entrantes quitarán las faginas de trazar y las depositarán en el revés; ensancharán la trinchera, que en el caso que deba servir de paralela tendrá 3^m de anchura inferior, $3^m,5$ de anchura superior y 1^m de profundidad.

El parapeto tendrá un espesor en la base de 5 metros y una altura en el vértice de $1^m,3$; la berma de $0^m,7$ ó $0^m,5$ segun el terreno (fig 10).

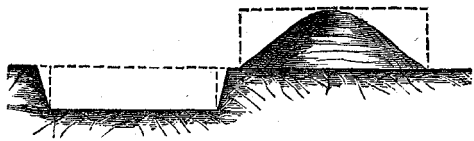


Fig. 10.

Si la trinchera debiese servir de ramal de comunicacion, la anchura en el fondo será de $2^m,5$ á lo mas.

Si el terreno fuese duro y por lo tanto difícil de escavar, se disminuye la profundidad de la trinchera y se aumenta la anchura (fig. 11), pero en éste caso la altura del parapeto debe ser mayor que $1^m,3$.

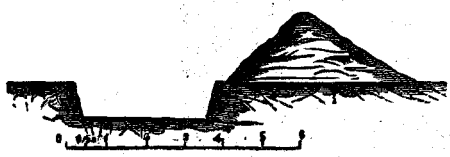


Fig. 11.

Cuando sea preciso achaflanar el vértice á fin de que el parapeto tome el espesor conveniente, ó para arreglar la pendiente de la línea de fuego, se hace esta operacion por medio de dragas; los Zapadores se arrodillan en la berma y las manejan en esta disposicion.

Arreglo de las trincheras. Dadas ya á la trinchera las di-

mensiones dichas, regularizados los taludes, é igualado bien el fondo, se procederá á practicar en el interior de la trinchera destinada á servir de paralela ó plaza de armas, algunas modificaciones necesarias para su defensa; esta consiste en el fuego hecho desde la trinchera y en salidas de la guardia de la misma.

Para el primer caso se forman dos escalones (fig. 12), para

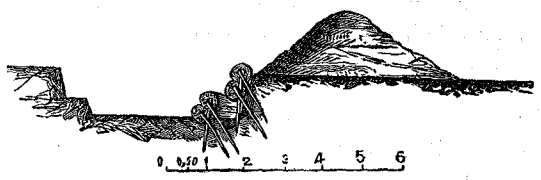


Fig. 12.

cubrir á la berma y hacer fuego por encima del parapeto; si la berma tiene $0^m,3$ de ancho se forman los escalones como se ve en la figura 12, cada uno de ellos se hace con dos faginas de revestir bien piqueteados; cada escalon tiene próximamente $0^m,5$ de ancho y otro tanto de alto.

Si la berma tuviere mas de $0^m,3$ de ancho, se formarian los escalones como se ven en la figura 13; formando el escalon in-

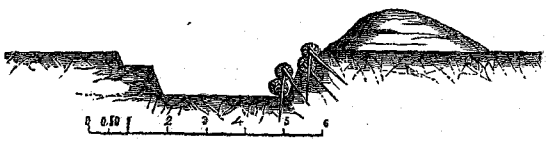


Fig. 13.

ferior, se reducirá la anchura de la berma á la de $0^m,3$, cortando lo que sea necesario; este corte se detendrá algo mas arriba de la mitad del talud de la berma; se formará despues el escalon superior cuyo revestimiento descansará sobre el

terreno no escavado, quedando así mas sólido y ahorrando tiempo al hacer el relleno necesario de tierras en el escalon inferior; en este caso lo mismo que en el de tener la berma $0^m,5$, las dimensiones de los escalones son las dichas.

Las tierras necesarias para el relleno de los gradines se obtienen ensanchando la trinchera en el revés (figs. 12 y 13); la anchura de 3^m en el fondo debe conservarse siempre y se contará desde el pié de los gradines hasta el talud del revés, en el cual se practicará un escalon para poder salir de la trinchera en caso de necesidad.

Para ejecutar los gradines se necesitan dos hombres por cada 4^m de longitud de trinchera.

Para que la guardia de trinchera pueda hacer salidas, se forman escalones desde el fondo hasta el vértice del parapeto (fig. 14); esta modificacion del interior de la trinchera se eje-

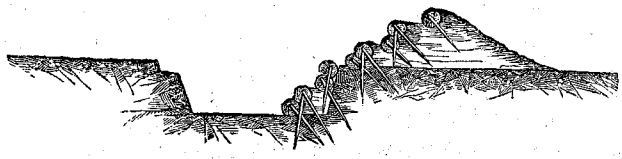


Fig. 14.

cuta en porciones de 20^m á 30^m de longitud y se practican generalmente en el centro y alas de las paralelas y en la inmediacion de las comunicaciones á retaguardia.

Los gradines para las salidas (fig. 14) tienen las dimensiones de $0^m,5$ de ancho y otro tanto de alto; el último no se reviste generalmente mas que con una hilada de faginas.

La operacion acabada de esplicar es peligrosa y debe ejecutarse de noche; los piquetes con que se asegura el revestimiento de los escalones del parapeto deben ser largos para que alcancen al terreno natural.

Como rara vez sucede que una trinchera esté acabada el primer dia de trabajo, se hace recorrer durante el segundo dia por un destacamento de trabajadores encargado de perfeccionar las partes que lo necesiten.

En las trincheras se hacen pequeños pozos en los parages endonde se reunen las aguas pluviales; estos pozos deben hacerse en el revés para no impedir el paso por la trinchera. Algunas veces será preciso abrir en el revés un canal pequeño de desagüe; este trabajo se encargará á una brigada especial de trabajadores.

ZAPA VOLANTE.

Cuando el fuego de la plaza empieza á ser mas eficaz y mortífero se debe procurar cubrirse prontamente, cuyo objeto se consigue empleando la *zapa volante*, la cual es una trinchera en la que se reemplazan las faginas de trazar por una ó dos filas de cestones unidos, delante de los cuales se colocan los trabajadores, que llenan prontamente de tierra estos cestones y se cubren de la metralla y fusilería.

La ejecucion de la zapa volante se divide como la de la trinchera simple en tres partes: *trazado*, *escavacion* y *arreglo de la trinchera*.

Trazado. En nada difiere de lo esplicado para la trinchera simple si no en el aumento consiguiente de las precauciones.

Escavacion. Los cestones que hayan de emplearse en la zapa volante se depositan durante el dia en los ramales últimamente abiertos, colocando los Zapadores dichos cestones sobre el revés, perpendicularmente á la direccion del ramal, de modo que entre cada dos cestones quede el espacio suficiente para facilitar la carga; las puntas de los piquetes deben quedar hácia el interior de la trinchera; por cada ceston y alternando, pala y zapapico; estos útiles se colocarán apoyados en el talud del revés, con el hierro hácia abajo.

Mientras se hace el trazado se conducen los trabajadores al ramal; deberán llevar sus fusiles á la espalda de derecha á izquierda, sin correaje, las municiones en los bolsillos.

Llegados los trabajadores al ramal entrarán en este en una fila y empezando por la cabeza ó bien desplegando en batalla á derecha ó izquierda por retaguardia del primer trabajador, se colocará cada uno de estos enfrente de su ceston, esperando en esta posicion.

Dada la voz de *A cargar*, tomará cada uno su ceston por los piquetes, lo levantará, apoyará su base inferior sobre la arista del revés quedando el ceston inclinado hacia el interior del ramal; se soltará la mano derecha y dando media vuelta el trabajador pasará la cabeza por debajo del brazo izquierdo, apoyará el ceston sobre el hombro del mismo lado, pasando la mano derecha á tomar el útil que colocará apoyando el mango sobre el hombro derecho, con el hierro atrás y descansando el ceston sobre este hierro; hecho esto se dará la voz de *Marchen*, emprendiendo la marcha los trabajadores precedidos de un Sargento de Ingenieros.

En la salida de la trinchera se habrá practicado una rampa; en este punto se colocará un Zapador para evitar que haya interrupcion en la marcha de los trabajadores; estos se desplegarán en batalla á derecha ó izquierda por retaguardia del primero; si llegasen por el centro del trazado será conveniente vayan en dos filas; una se desplegará por la derecha y otra por la izquierda.

Al dar frente al trazado descargarán sucesivamente sus cestones los trabajadores; para esto cada uno levantará un poco la mano derecha y sacará el útil dejándolo caer sin ruido en el costado derecho y corriendo el ceston por el brazo izquierdo ayudándose con la mano derecha, lo entregará al Sargento de Ingenieros encargado de colocar la cestonada al lado de la cuerda del trazado y del lado de la plaza, las puntas

de los piquetes hácia arriba; hecho esto se echa en el suelo el trabajador uniéndose cuanto pueda al ceston, colocará silenciosamente su fusil y útil al lado izquierdo, armando sin ruido la bayoneta.

Con objeto de que los demas trabajadores que siguen marchando no tropiecen con los que están arrodillados, deberán marchar cuatro pasos á retaguardia de la línea de los cestones; el Sargento de Ingenieros que va á la cabeza cuidará que avancen sin precipitacion, debiendo mantenerse dicha cabeza á la altura del ceston últimamente colocado.

Cuando toda la línea esté guarnecida de cestones, se dará por un Oficial de Ingenieros en voz baja la de *Al trabajo*; los trabajadores colocarán sus fusiles sobre el revés, perpendicularmente á la direccion de la trinchera y las llaves hácia arriba; los que lleven palas se echarán en el suelo á tres pasos de distancia de la cestonada; los provistos de zapapicos quedarán de este modo á $1^{m},3$ de distancia uno de otro, que es el espacio ocupado por dos cestones.

Los trabajadores que tienen zapapico empezarán la escavacion á $0^{m},1$ de la cuerda que indica el borde de la berma; esta zona desaparece despues formando el talud.

Cuando el zapapico ha escavado cierta estension, se retira tres pasos á retaguardia y se echa en el suelo; la pala avanza entonces y echa las tierras escavadas dentro de los dos cestones delante de los cuales ha escavado el zapapico, teniendo la precaucion de partir los terrones grandes de tierra, pues si se arrojaran enteros dentro de los cestones podrian volcar estos, y aunque no sucediese así, quedarian huecos en el interior, que podrian ser peligrosos para los trabajadores; estos continúan adelantándose y retirándose alternativamente pala y zapapico, y en atencion á que cansa mas el manejo de este que el de aquella, será conveniente que de cuando en cuando cambien entre sí de útiles los dos trabajadores afectos á cada dos cestones contiguos.

Para cubrir las bajas que han de ocurrir, tanto de trabajadores como de útiles, á cada brigada irá afecta una pequeña llamada de reserva, la que al desembocar del ramal marchará á retaguardia, llevando cada uno de los que la componen su fusil, una pala y un zapapico; esta brigada de reserva formará una tercera línea de trabajadores.

Se ha supuesto que al mismo tiempo que se establece la cestonada se guarnece esta de trabajadores, pero cuando la zapa está muy cerca de la plaza y es muy mortífero el fuego del sitiado, es ventajoso separar la colocacion de los cestones de la de los trabajadores: para esto despues de haber hecho el trazado, sale un destacamento de trabajadores sin fusil ni útiles y llevando cada uno su ceston marchan rápidamente á lo largo de la cuerda, dan frente á esta, colocan los cestones y se retiran á la carrera al ramal; se deja pasar un intérvalo de tiempo para colocar otro trozo de cestonada y así sucesivamente; despues salen todos los trabajadores con sus fusiles y útiles y se colocan como se ha esplicado.

Despues que los cestones están llenos, se arrojan las tierras de modo que caigan inmediatamente detrás de ellos; con la cestonada se obtiene prontamente un abrigo á cuya proteccion se continúa trabajando; así que el parapeto aumenta en altura y espesor, los cestones forman un revestimiento y por lo tanto deben resistir al empuje de las tierras que se adosan detrás; con este objeto, despues que se llenan los cestones, se inclinan hácia dichas tierras de modo que la base superior avance $0^m,08$.

Cierto número de Zapadores permanece de noche á retaguardia de la cestonada, acomodando los cestones que amenacen volcarse, rectificando la colocacion de los que lo necesiten y en donde quiera que haya defectos ó amenace algun peligro deben ser los primeros en acudir y prestar auxilio.

Cuando el terreno es difícil de escavar, se coloca muchas veces una cestonada doble ó triple á fin de que todas las tierras

escavadas aumenten el espesor del parapeto en toda la altura de este.

Una cestonada doble ofrece siempre grandes ventajas aun en terrenos ordinarios, cuando el peligro exige una gran rapidez en la ejecucion de las trincheras; para establecerla se coloca y llena una cestonada sencilla del modo esplicado; hecho esto y á partir de la rampa de salida del ramal, se pasarán cestones de mano por los trabajadores que están tres pasos á retaguardia de los que escavan ó arrojan tierras; la segunda fila de cestones empezará á colocarse en el punto mas distante de la rampa de salida y de modo que el medio del ceston nuevamente colocado corresponda á la junta de dos de los colocados anteriormente; la nueva cestonada se pone delante de la antigua, es decir, entre esta y los trabajadores, y su colocacion se hará por los mismos que pasan los cestones de mano en mano dirigidos por los Zapadores.

Al fin de la primera noche de trabajo debe tener la trinchera (fig. 15) 1^m de profundidad, $1^m,5$ de anchura en el fondo

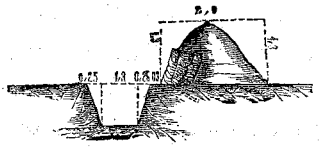


Fig. 15.

y $1^m,8$ de anchura superior; el parapeto $2^m,6$ de base por $1^m,3$ de altura.

Antes de amanecer serán relevados los trabajadores aun cuando no hubiesen dado todavía á la trinchera las dimensiones citadas: para verificar el relevo se darán las voces de *Alto, relevo*; los salientes colocarán los útiles sobre el revés, tomarán sus fusiles y desfilarán arrimados á la berma; los entrantes arrimados al revés en donde dejarán sus fusiles, tomarán los

útiles y acercándose á la berma esperarán la voz de *Al trabajo.*

Los entrantes deberán traer cierta cantidad de útiles nuevos y además 150 faginas ordinarias por cada 100 metros de desarrollo de trinchera últimamente abierta; dichas faginas se dejarán sobre el revés.

En el primer dia de trabajo se regulariza el talud de la berma, dejando esta de $0^m,3$, $0^m,4$ ó $0^m,5$ segun la mayor ó menor consistencia del terreno; la trinchera se ensancha hasta que tenga 3^m de anchura inferior, $3^m,5$ de anchura superior: la profundidad es de 1^m (fig. 16), el parapeto $4^m,5$ de base por

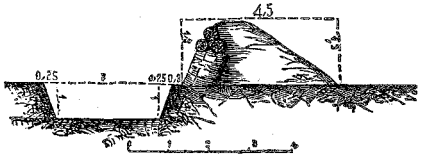


Fig. 16.

$1^m,3$ de altura; se coronará la cestonada con dos filas de faginas ordinarias y una tercera fila sobre la junta de las dos anteriores.

Para hacer este coronamiento cogerán dos Zapadores los estremos de una fagina ordinaria y la depositarán sobre la berma; despues valiéndose de las horquillas de zapa la engancharán por sus estremos y la levantarán, llevándola hasta la mitad esterior de la cestonada, golpeando aquella con las horquillas para que penetren bien las puntas de los piquetes de la cestonada; al lado de esta fila de faginas se colocará otra sobre la mitad interior de la cestonada; la operacion se irá haciendo de modo que al colocar una fagina de la fila interior, sus estremos no correspondan con los de las faginas de la fila esterior.

La tercera fila se colocará encima entre las dos anteriores: este coronamiento aumenta la altura del parapeto y liga la cestonada aumentando su resistencia.

Cada 100 metros de desarrollo de trinchera exige una escavacion de 325 metros cúbicos y se necesitan 150 cestones y otras tantas faginas ordinarias.

Con trabajadores ejercitados se colocan 100 cestones á la zapa volante en 15 ó 20 minutos, se tarda 10 minutos en llenarlos, y para dar á la trinchera 1^m de profundidad y $1^m,3$ de anchura inferior, en un terreno ordinario, se necesita hora y media.

Arreglo de la trinchera. El segundo dia de trabajo se regularizan los taludes y se prepara la trinchera para los fuegos y salidas.

Para hacer fuego desde la berma, se forman dos escalones (fig. 17), de $0^m,5$ de ancho y otro tanto de alto, del modo esplicado en la trinchera simple.



Fig. 17.

En algunos casos se forman aspilleras con sacos á tierra (figura 18).

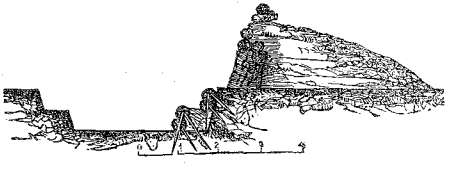


Fig. 18.

Para que la guardia de trinchera pueda hacer salidas, se forman escalones desde el fondo hasta el vértice del parapeto

(fig. 19) de $0^m,5$ de ancho y otro tanto de alto.

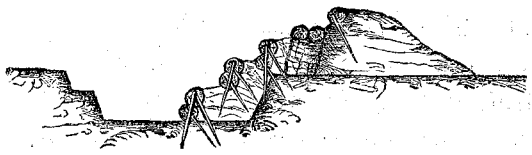


Fig. 19.

Las tierras necesarias para formar escalones se sacan del revés; la trinchera ha de tener en el fondo la misma anchura en los parages en donde hay escalones que en donde no los hay.

Modificaciones de la zapa volante. En terrenos y circunstancias ordinarias, el perfil de la zapa volante es el espresado en la figura 16; pero este perfil está sujeto á muchas variaciones, de las que solamente se hará mencion de algunas.

Ya se ha visto que aun en terrenos ordinarios es preciso muchas veces establecer doble cestonada (fig. 20).

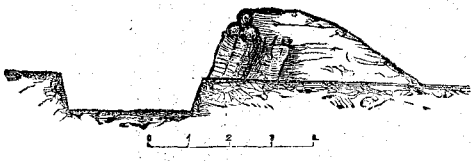


Fig. 20.

Cuando el terreno es muy duro se da poca profundidad y mucha anchura á la trinchera y por consiguiente se eleva la altura del parapeto (fig. 21); se colocará y llenará primero una



Fig. 21.

cestonada, la profundidad de la escavacion la determinará el terreno; llena la primera cestonada se establecerá la segunda, despues se colocará sobre la doble cestonada una capa de faginas, sobre la que se colocará una cestonada superior.

Cuando la zapa volante deba atravesar un riachuelo (fig. 22),

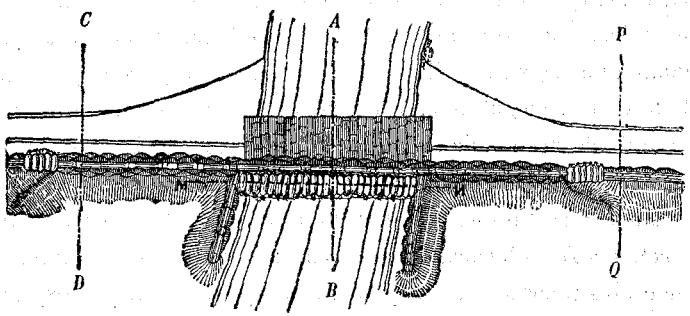
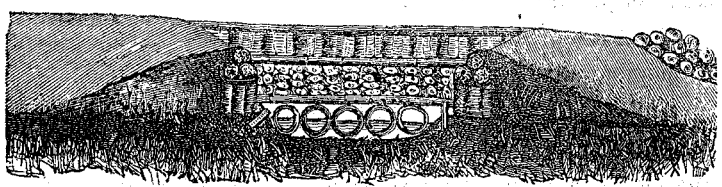


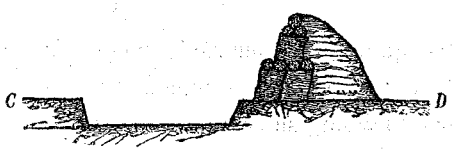
Fig. 22.



Corte y vista por M N.

á medida que se aproxima á la orilla se irá aumentando la anchura y disminuyendo la profundidad, de modo que el fondo quede con una pendiente suave; al llegar á la orilla el fondo de la trinchera debe ser el terreno natural.

Desde que empieza la trinchera á ser menos profunda y mas ancha, es preciso elevar la altura del parapeto, el cual se revestirá con doble cestonada coronada de otra superior, perfil *CD*.



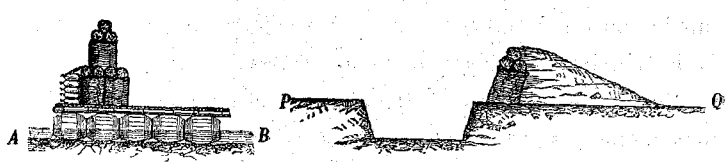
Corte por C D.

Al mismo tiempo que por uno y otro lado del paso se coloca la primera cestonada de dicha doble, se colocarán siguiendo las orillas dos de cuatro ó cinco cestones para formar dos pequeños corchetes que facilitarán la operacion del paso.

Estos cestones los llenarán los trabajadores mas próximos: para esto, despues de llenos los cestones de la trinchera próximos á la orilla, arrojarán los trabajadores las tierras por encima de estos hasta llenarlos, formando despues el parapeto de la cestonada; al mismo tiempo que se coloquen las faginas de la doble cestonada se coronará la de los corchetes con tres filas como una cestonada ordinaria.

En el resalto formado por la cestonada superior con los corchetes se colocarán sacos, los cuales sosteniendo lateralmente las tierras del parapeto hacen que aumente el espesor hácia la cresta y que cubra de los fuegos de flanco al formado sobre el puente.

En el riachuelo se colocará una tongada de fuertes toneles de pequeño diámetro, ó cestones reforzados con crucetas; el eje de los toneles ó cestones en direccion de la corriente, encima una capa de faginas cubierta con un poco de ramaje y una ligera capa de tierra; sobre el puente se formará, por último, el parapeto indicado en el perfil *AB*.



Corte por A B. *Corte por P Q.*

Cuando se quiera obtener rápidamente un abrigo en un espacio corto de terreno que no pueda ser escavado sino hasta muy poca profundidad, se reemplazan las cestonadas con parapetos formados de sacos á tierra.

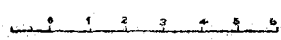
Estos sacos se colocan á lleno y junta, en longitud perpendicularmente á la direccion del parapeto; las bocas alternativamante adentro y afuera.

La operacion de llenar los sacos debe hacerse á cubierto de los fuegos de la plaza y lo mas cerca posible del parapeto que se haya de formar.

Llenos los sacos se forma una brigada de siete Zapadores que marchan en una fila y numerados empezando por la cabeza; el número 1 trabaja de rodillas y coloca las cuatro primeras hiladas de á cinco sacos cada una (fig. 23); el número 2



Fig. 23.



Escala en metros de las figuras 25 á 54 inclusive.

trabaja tambien de rodillas y coloca cuatro hiladas de á cinco sacos cada una encima de las formadas por el número 1; los números 3 y 4 aumentan el espesor del parapeto colocando cada uno cuatro hiladas de una manera análoga.

El número 5 forma la banqueta, los 6 y 7 acaban el parapeto con la colocacion de cinco hiladas superiores en la disposicion que se ve en la figura.

La brigada debe tener siempre á mano el número de sacos que necesite, los que serán transportados por una fila de trabajadores que se sucederán sin interrupcion.

Un parapeto formado de este modo con trece hiladas de sacos bien llenos tendrá próximamente $1^{m},95$ de altura y avanza 25 metros por hora, lo que permite cerrar en una sola noche

un espacio de 300 metros en una paralela, por medio de dos brigadas de trabajadores que marchen una hácia otra.

Cuando el terreno pueda ser escavado hasta cierta profundidad, el parapeto de sacos puede convertirse en trinchera (figura 24).

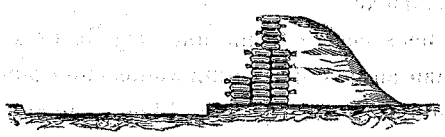


Fig. 24.

En terrenos duros pueden emplearse simultáneamente cestones y sacos á tierra en la ejecucion de la zapa volante; una fila de trabajadores establece la cestonada y en seguida otra fila de los mismos llevando cada uno dos ó tres sacos llenan los cestones acabados de colocar: será conveniente que los sacos no lleven mas que la mitad ó dos tercios de la tierra que pueden contener para que no se formen grandes huecos en el interior de los cestones; despues se forma el coronamiento (figura 25); por último, se escava lo que permita el terreno (fig. 26).



Fig. 25.



Fig. 26.

Las figuras 27 y 28 representan el trabajo de una zapa de cestones y sacos, estableciendo doble cestonada.



Fig. 27.

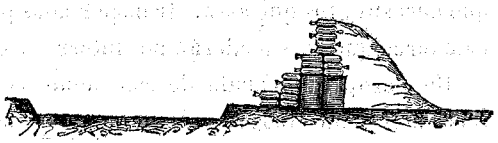


Fig. 28.

ZAPA LLENA SIMPLE.

La zapa llena, que tambien se llama simplemente *zapa*, es una trinchera ejecutada esclusivamente por Zapadores, adelantándose poco á poco hácia la plaza, cubiertos de los fuegos de ella por cestones que colocan y llenan sucesivamente y por un ceston relleno que se lleva á la cabeza del trabajo.

La zapa llena se llama *simple* cuando no hay necesidad de cubrirse sino de un lado; en este caso se establece una sola cestonada.

EJECUCION DE LA ZAPA LLENA SIMPLE.

Hay tres modos de ejecutar la zapa llena simple, que se esplicarán sucesivamente.

Primer método. *Material necesario.*—Cada uno de los Zapadores debe tener una pala y un zapapico, y cada cabeza de zapa debe estar provista de los objetos siguientes: cuatro cascos, cuatro corazas, dos garfios de zapa, tres horquillas, una ó dos dragas, uno ó dos manteletes, tres viguetas, un cábio, una ó dos linternas de zapa, tres palancas, treinta fajos de zapa, cien sacos á tierra, un ceston relleno, cestones ordinarios, faginas de coronamiento provisional y ordinarias en cantidad suficiente.

Garfio de zapa.—(Fig. 29.) Tiene dos puntas formando escuadra, una de ellas tiene $0^m,11$ de longitud y la otra de $0^m,1$; el mango de $3^m,5$ de largo tiene en la estremidad opuesta al garfio un anillo de hierro de $0^m,03$ de abertura.

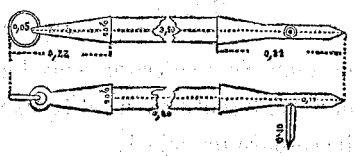


Fig. 29.

Horquilla de zapa.—(Fig. 30.) Tiene tres puntas, dos de ellas paralelas; tienen $0^m,12$ de longitud y su distancia es de $0^m,09$; la tercera, de $0^m,08$ de longitud, es perpendicular al plano de las dos primeras; el mango tiene $1^m,5$ de largo.

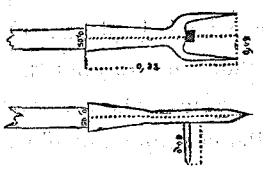


Fig. 30.

Dragas.—(Fig. 31.) Tienen $0^m,13$ de altura, $0^m,16$ de ancho y 1^m de longitud el mango.

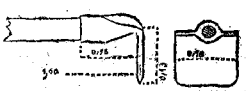


Fig. 31.

Mantelete.—(Fig. 32.) Tiene $0^m,8$ de altura, 1^m de ancho y de $0^m,09$ á $0^m,1$ de espesor; se forma con planchas superpuestas y en juntas cruzadas, unidas con el suficiente número de clavos.

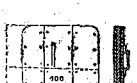


Fig. 32.

Los ángulos del mantelete se redondean ligeramente para que pueda resbalar fácilmente sobre el terreno; en el medio tiene un asa de hierro para manejarlo.

Viguetas. Tres de 3^m á 4^m de longitud y $0^m,1$ de escuadría.

Calzo.—(Fig. 33.) Es de madera, tiene $0^m,4$ de longitud, $0^m,2$ de anchura y $0^m,11$ de alto; en la cara superior tiene una hendidura de $0^m,02$ formando dos planos y una arista; para manejarlo se fija un mango de $1^m,11$ de largo, en uno de los lados mayores.

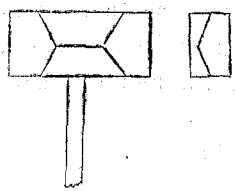


Fig. 33.

Linterna de zapa.—(Fig. 34.) La linterna de zapa consta de dos cilindros de hojá de lata que entran el uno dentro del otro.

El mayor tiene $0^m,1$ de diámetro y $0^m,2$ de altura; tiene una abertura de $0^m,15$ de alto por $0^m,05$ de ancho; el cilindro menor que entra en el mayor tiene una abertura igual á la dicha y cubierta de asta; mediante el movimiento del cilindro menor dentro del mayor puede descubrirse parte ó el todo de la luz.

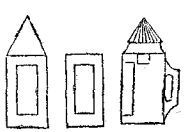


Fig. 34.

Cabeza de zapa. Para la de zapa llena simple se forma una brigada compuesta de ocho Zapadores, un Sargento jefe de la brigada y un Oficial jefe de la zapa.

Cuatro de aquellos son los encargados de la escavacion de la zapa y se designan especialmente con el nombre de Zapadores; los otros cuatro llamados sirvientes se emplean en perfeccionar dicho trabajo, en ayudar á las maniobras y en preparar los materiales necesarios.

Los Zapadores y sirvientes se numeran de uno á cuatro segun el lugar que ocúpan, pues durante el tiempo del trabajo de una misma brigada se verifican permutaciones, por las que los ocho hombres hacen sucesivamente el papel de Zapadores y sirvientes en sus diferentes números.

La parte llamada propiamente *zapa* es una estension de trinchera correspondiente á ocho cestones, en la cual hay partes de diferente anchura y profundidad llamadas *formas* (fig. 35).

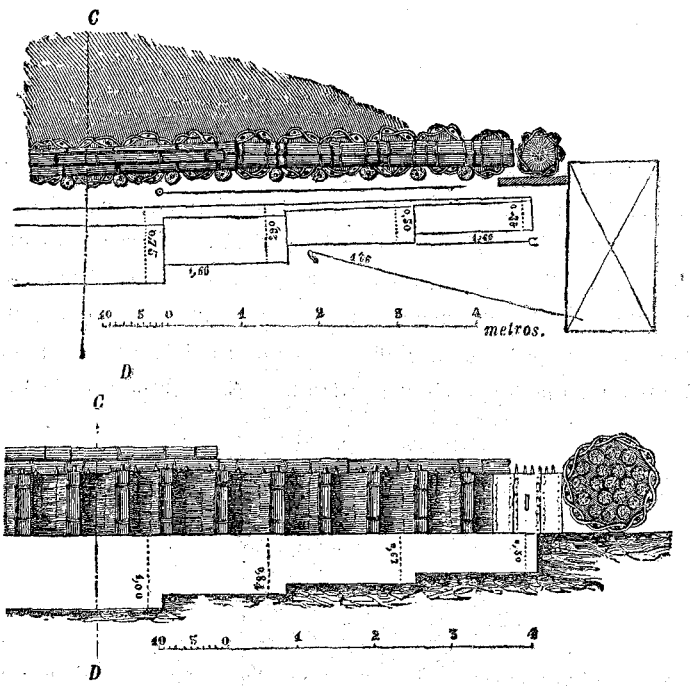
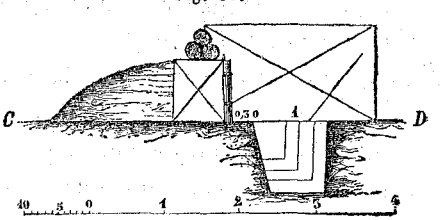


Fig. 35.



Corte y vista por C D.

Disposicion de los trabajadores y dimensiones de las formas. El Zapador número 1 trabaja de rodillas, cubierto con casco y coraza, escava una forma de $0^m,5$ de anchura superior y otro tanto de profundidad (fig. 35), dejando una berma de $0^m,3$; del lado de esta berma dejará un talud que en las tierras ordinarias tendrá 1 de base por 4 de altura; del lado opuesto á la berma la escavacion se hace vertical, de modo que la anchura en el fondo será de $0^m,38$; la escavacion de la parte de forma correspondiente á un ceston es de $0^m,147$ cúbicos y es suficiente para llenar dicho ceston, cuya capacidad es de $0^m,157$ cúbicos.

Como en las tierras ordinarias el primer Zapador coloca y llena dos cestones antes de ser relevado, la escavacion total que ejecuta es de $0^m,294$ cúbicos.

El diámetro de los cestones, aunque es de $0^m,65$, tres cestones unidos ocupan una longitud de 2^m, de modo que corresponden $0^m,666$ al diámetro de cada ceston.

La primera forma de la zapa empieza en el medio del primer ceston y llega hasta la junta del tercero y cuarto; dicha forma es, pues, un prisma de $1^m,665$ de altura y su base un trapecio de $0^m,5$ de altura y otro tanto el lado mayor; el menor tiene $0^m,38$; el volúmen de la primera forma será por consiguiente de $0^m,366$ cúbicos.

El Zapador número 2 sigue al primero á la distancia de dos cestones y medio ó de $1^m,665$; trabaja tambien de rodillas y está cubierto con casco y coraza. Profundiza la zapa en $0^m,17$, la ensancha otro tanto del lado del revés, su forma tiene por consiguiente $0^m,67$ de profundidad, $0^m,69$ de anchura superior y $0^m,5$ de anchura inferior; su escavacion por ceston es de $0^m,114$ cúbicos, y $0^m,228$ cúbicos en la parte correspondiente á dos cestones.

La segunda forma de la zapa empieza en la junta del tercero y cuarto ceston y llega hasta el medio del sesto, siendo un prisma de $1^m,665$ de altura y su base un trapecio de $0^m,67$ de

altura y otro tanto el lado mayor; el menor tiene $0^m,5$; el volúmen de esta forma es de $0^m,652$ cúbicos.

El Zapador número 3 dista igualmente dos cestones y medio ó $1^m,665$ del segundo Zapador; trabaja de pié, el cuerpo encorvado, sin casco ni coraza, ensancha y profundiza la trinchera $0^m,17$; su forma tendrá $0^m,84$ de profundidad, $0^m,84$ de anchura superior y $0^m,63$ de anchura inferior; su escavacion por ceston es de $0^m,15$ cúbicos, y $0^m,3$ cúbicos en la parte correspondiente á dos cestones.

La tercera forma de la zapa empieza en el medio del sesto ceston y llega hasta la junta del octavo y noveno, siendo un prisma de $1^m,665$ de altura y su base un trapecio de $0^m,84$ de altura y otro tanto el lado mayor; el menor tiene $0^m,63$; el volúmen de esta forma es de $1^m,027$ cúbicos.

El Zapador número 4, á la misma distancia del tercero, trabaja de pié, ensancha y profundiza la zapa $0^m,16$, dándole 1^m de profundidad, 1^m de anchura superior y $0^m,75$ de anchura inferior; su escavacion por ceston es de $0^m,172$ cúbicos, y $0^m,344$ cúbicos en la parte correspondiente á dos cestones.

La profundidad que debe tener la trinchera empieza en el noveno ceston.

El volúmen escavado desde el medio del primer ceston hasta la junta del octavo y noveno es de $2^m,046$ cúbicos, y descontando $1^m,256$ cúbicos que contienen los ocho cestones resultan $0^m,790$ cúbicos para formar el parapeto de la cabeza de zapa; dicho parapeto empieza á cubrir la parte inferior del tercer ceston, quedando por consiguiente sin tierras detrás el primero, segundo y parte superior del tercer ceston.

En este estado se entrega la zapa desde el noveno ceston á los trabajadores ordinarios para que la ensanchen y dispongan segun el objeto que debe llenar.

Marcha de la zapa. Los cuatro Zapadores en las posiciones anteriormente indicadas trabajan en la escavacion de sus formas respectivas; todos los cestones enfrente de dichas formas

se hallan coronados de faginas provisionales, escepto el primero que está llenando el primer Zapador.

El ceston relleno está colocado á la cabeza del trabajo, en escuadra sobre la direccion de la zapa y cubriendo al primer ceston al menos en $0^{m},3$.

Las uniones entre los cestones están cubiertas con fajos de zapa ó sacos á tierra puestos de pié.

El mantelete está colocado delante del primer ceston que no está lleno todavía; el mantelete cubre dicho ceston de cabeza y sus uniones con el segundo y con el ceston relleno.

Las palas y zapapicos que los Zapadores no tienen en la mano están puestas en la berma, cerca de los cestones.

Uno de los ganchos ó garfios está tambien sobre la berma, y el otro en el revés de la zapa, fijo en el ceston relleno á dos tercios de su altura y á $0^{m},3$ de la estremidad de dicho ceston relleno; se sujeta en tierra por el otro estremo con un piquete clavado en su anillo; cerca del primer Zapador y sobre el revés hay una horquilla de zapa.

Los cuatro sirvientes se ocupan en reemplazar el coronamiento provisional de los cestones con faginas ordinarias y en conservar siempre una provision de materiales al alcance de la cabeza de zapa; estos materiales se colocarán ordinariamente sobre el revés, las puntas de los piquetes de los cestones hácia el interior de la zapa.

Las palas y zapapicos y las dos horquillas de zapa que deben servir para coronar se depositan habitualmente sobre la berma.

Los Zapadores y sirvientes no tienen sables ni fornituras, colocan sus fusiles sobre el revés, algo oblicuamente á las formas, las llaves hácia arriba.

Debe haber dos cascos y dos corazas en la berma, frente á los sirvientes; en fin, el Oficial jefe de la zapa se coloca un poco detrás del cuarto Zapador, dirigiendo el todo del trabajo; el Sargento cuida particularmente de los sirvientes.

Colocacion de un nuevo ceston. Cuando el primer Zapador ha

llenado el último ceston colocado, lo ha coronado con dos faginas provisionales y ha hecho que la escavacion de su forma se encuentre adelantada hasta enfrente del medio del primer ceston, lo advierte al jefe de la zapa por medio de la voz de *Alto*. Este echa una mirada sobre el trabajo, y si juzga que en efecto está terminado, da sucesivamente las voces siguientes:

1.ª=*Atencion.*

2.ª=*Al ceston.*

3.ª=*A los garfios.*

4.ª=*Adelante.*

5.ª=*Bien.*

6.ª=*Al fajo.*

7.ª=*Al trabajo.*

A la primera voz los cuatro Zapadores suspenden su trabajo, dejan sus útiles sobre la berma y se disponen á ejecutar las maniobras que el Oficial va á mandar.

A la segunda voz el Zapador núm. 1 hace retroceder un poco el mantelete, de manera que quede descubierta la mitad del ceston de la cabeza. El Zapador núm. 2 separa si es necesario el mango del garfio fijo en el estremo interior del ceston relleno, á fin de dejar paso al ceston que debe venir: el Zapador núm. 4 recibe este ceston de los sirvientes que han debido tenerle preparado de antemano, lo hace rodar horizontalmente por el revés de la zapa, cogiéndole por las puntas de los piquetes y lo entrega al Zapador núm. 3; este lo pasa del mismo modo al núm. 2, y este último al núm. 1, quien lo asienta en posicion vertical sobre su base y lo presenta inmediatamente en la union del ceston relleno y del último ceston colocado.

A la voz *A los garfios*, el núm. 1 coge la horquilla para manejar con ella el ceston que se va á colocar; el núm. 2 coge el garfio que está sobre la berma y lo fija en el ceston relleno á la mitad de su altura próximamente, y lo mas cerca posible de la cestonada; el núm. 3 coge el garfio interior que ya estaba enganchado en la estremidad del ceston relleno, lo desengan-

cha y vuelve á enganchar á la misma altura, con corta diferencia que el otro.

El Zapador núm. 4 se dirige á ayudar al núm. 2, y el primer sirviente al Zapador núm. 3. En este estado los números 1 y 2, siempre de rodillas, se apoyan lo mas que pueden contra la berma; el núm. 3 y el primer sirviente están de la parte del revés, con el cuerpo muy inclinado; el núm. 4 debe estar en la misma disposicion; los Zapadores de la derecha se inclinan hácia la izquierda, y los de la izquierda hácia la derecha.

A la voz *Adelante*, los Zapadores armados de los garfios empujan con fuerza y uniformidad el ceston relleno, y lo hacen rodar poco á poco sin abandonarlo ni separarlo de la direccion perpendicular á la de la zapa. El núm. 1, apoyándose todo lo que pueda contra la berma, engancha su horquilla en el entretejido del ceston que se va á colocar, y sirviéndose de ella como palanca hace avanzar el ceston siguiendo el movimiento del relleno, y en cuanto este deje espacio suficiente coloca aquel en la alineacion de la cestonada, indicando á los Zapadores de los garfios con las palabras *Adelante*, *Bastante* y *Atrás*, lo que deben hacer para proporcionarle el espacio necesario.

Entre tanto el Oficial encargado de la zapa observa la alineacion del nuevo ceston, y da al núm. 1 las voces de *Afuera*, *Adentro*, segun sea necesario empujar el ceston hácia la plaza ó traerlo hácia la trinchera, y dicho Zapador lo mueve en virtud de estas voces por medio del garfio de su horquilla.

A la voz de *Bien* que el Oficial da luego que el ceston se halla en la posicion conveniente, los Zapadores de los garfios atraen el ceston relleno para unirlo contra el último ceston colocado; el núm. 2 desengancha su garfio y lo coloca sobre la berma; el núm. 3 deja el suyo enganchado en el ceston relleno y fija el estremo del mango en el revés, clavando un piquete en el anillo con el zapapico. El núm. 1, durante esta operacion, coloca su horquilla en el revés de la trinchera, y hace avanzar el mantelete hasta que toque al ceston relleno.

A la voz de *Al fajo*, que sigue inmediatamente á la precedente, el primer sirviente entrega su fajo de zapa al número 4, el que lo pasa al número 3; este lo entrega al número 2, el cual lo coloca en la junta comprendida entre el segundo y tercer ceston de la zapa, la cual ha quedado sin cubrir á consecuencia del avance del mantelete, y lo fija en esta posicion golpeando la cabeza del piquete central con el zapapico.

Los sirvientes hacen pasar tambien al número 2, dos faginas de coronamiento provisional, el que las deja en el revés de la forma del Zapador número 1, cerca del ceston relleno.

A la voz de *Al trabajo*, vuelven todos los Zapadores á seguir la escavacion; el número 1 debe inclinar todo lo posible el cuerpo contra la berma, adelantando el hombro opuesto, y echar sus tierras con cuidado en el ceston que debe llenar; los demás Zapadores deben arrojar las tierras detrás de los cestones lo mas cerca posible; el número 2 sobre todo debe cuidar que caigan de modo que llenen las juntas de los cestones que hay enfrente de su forma.

Cuando no haya mantelete, se suple con dos fajos de zapa que se colocan en las juntas que hay entre el ceston relleno y el primero de la cestonada, y entre este y el segundo; en este caso, al colocar un nuevo ceston la maniobra se modifica como sigue:

A la voz de *Al ceston*, el número 1 quita el fajo de zapa colocado en la junta que separa el ceston relleno del primero de la cestonada, y lo coloca un poco detrás sobre la berma.

A la voz de *Bien* que da el jefe de la zapa, cuando el nuevo ceston de cabeza se ha colocado en una posicion conveniente, el Zapador número 1, despues de haber puesto su horquilla en el revés de la zapa, vuelve á tomar el fajo de zapa que dejó sobre la berma, lo coloca en la junta del último ceston lleno y del vacio, y lo fija en esta posicion golpeando el piquete central.

A la voz de *Al fajo*, el primer sirviente pasa, como en la maniobra descrita anteriormente, un fajo de zapa al Zapador

número 4, el cual pasa ahora por los Zapadores números 3 y 2 número 1, el cual lo coloca en la junta que existe entre el ceston relleno y el que acaba de colocarse, fijándolo del modo esplicado.

Coronamiento de la zapa. Los sirvientes son los que coronan la zapa; para ello, luego que detrás del Zapador número 2 hay tres cestones sin coronar, manda el Oficial: *Sirvientes á coronar.*

Los sirvientes números 1 y 2 se arman cada uno de una horquilla, quitan las faginas provisionales, y los sirvientes números 3 y 4 les presentan las faginas ordinarias necesarias.

Los dos primeros sirvientes ponen una sobre la berma, la levantan cada uno por un estremo con su horquilla, y la colocan sobre los cestones del lado de las tierras del parapeto, y ligándola todo lo que se pueda con las precedentes; en seguida la golpean para que penetren en ella los piquetes de los cestones; despues colocan una segunda fagina contra la primera, y una tercera encima de las dos anteriores. Durante esta operacion los Zapadores números 3 y 4 suspenden un momento su trabajo y se mantienen con el cuerpo inclinado y del lado del revés de la zapa.

Cambio de puestos de los Zapadores. Cuando el Zapador número 1 ha colocado y llenado dos cestones, da la voz de *Alto*; el Oficial jefe de la zapa manda entonces: *Atencion, A cambiar de puestos.* Los números 1, 2, 3 y 4 retroceden cada uno una forma, y el primer sirviente, cubierto de antemano con casco y coraza y llevando su fusil, se dirige á la cabeza de la zapa, pasando entre el revés y los otros Zapadores, que se arriman cuanto pueden á la berma. Este sirviente se convierte, pues, en primer Zapador; el primero en segundo; este, quitándose el casco y la coraza, los hace pasar á los sirvientes y queda de tercero, y el tercero en cuarto; en fin, el cuarto Zapador pasa á la cola de la brigada, mientras que los sirvientes segundo, tercero y cuarto adelantan cada uno un número.

Un Zapador herido es reemplazado en su forma por el primer sirviente; si está gravemente herido ó muerto, los Zapadores que están detrás de él lo pasan á los sirvientes para que sea transportado mas allá de la zapa, y prosiguen inmediatamente su trabajo.

Cada cabeza de zapa debe tener una reserva de Zapadores para reparar las pérdidas de la brigada de trabajo. Todo Zapador sacado de esta reserva ocupa el lugar de cuarto sirviente.

Velocidad de la zapa llena. La velocidad de la zapa llena en un terreno de consistencia ordinaria, debe ser de un ceston por doce minutos, ó cinco por hora, lo que da una velocidad de 1^m en cada diez y ocho minutos.

Duracion del trabajo. Una misma brigada de ocho Zapadores no debe trabajar mas de ocho horas; de lo contrario los Zapadores se fatigarian demasiado y la zapa se retrasaria.

Las escavaciones que deben practicar los cuatro Zapadores, se hallan arregladas de modo que puedan terminarse en el mismo tiempo; sin embargo, si alguno de los tres últimos Zapadores se retrasase, el jefe de la zapa debe hacerle pasar á la otra forma, con el fin de que siga siempre al que le precede á la distancia de dos cestones y medio, porque el trabajo del primer Zapador es el que ha de determinar la velocidad del todo de la zapa, y esta no ha de esperimentar retardo alguno que no provenga del Zapador que lleva á su cabeza.

Reflexiones sobre este método. Las precauciones tomadas en el método que acaba de esplicarse, para conciliar la rapidez de la zapa llena con la mayor seguridad posible de los Zapadores que la ejecutan, no bastan, sin embargo, para disminuir en grado suficiente el inminente peligro á que continuamente están espuestos los dos primeros Zapadores de la brigada, á causa del incesante fuego que naturalmente dirigirá el sitiado sobre la cabeza de la zapa.

La profundidad de las escavaciones en donde trabajan di-

chos Zapadores, es muy pequeña para que queden cubiertos de los fuegos de la plaza.

La proteccion que presta la cestonada y parapeto de la cabeza de zapa es débil y casi nula en los tres primeros cestones; en efecto, al acabar de llenar el último ceston colocado, que es el momento mas favorable en que puede encontrarse la brigada, están sin tierras adosadas detrás los dos primeros cestones y la parte superior del tercero, de modo que los tres pueden fácilmente ser atravesados por una bala de fusil.

El parapeto empieza en la parte superior del tercer ceston, y va aumentándose hasta el octavo; la cantidad de tierras que forman este parapeto es la de $0^m,790$ cúbicos, mas el talud lateral de las tierras de la trinchera empezada á ensanchar; pero este talud no aumenta el espesor del parapeto sino en los cestones sétimo y octavo.

Los trabajadores ordinarios que siguen á los sirvientes, están demasiado lejos de los cestones de la cabeza de zapa, para que puedan arrojar las tierras detrás de dichos cestones.

En el momento de empezar á llenar el ceston últimamente colocado, empieza para la brigada una situacion mas peligrosa que la que tiene al acabar de llenarlo, pues en aquella están sin tierras adosadas detrás, el primer ceston (vacío), los segundo y tercero y parte superior del cuarto; el primer Zapador tarda ocho ó diez minutos en llenar el ceston últimamente colocado.

En fin, el peligro del primer Zapador es gravísimo durante la maniobra de la colocacion de un nuevo ceston, maniobra que se repite cada doce minutos.

Además de estos graves inconvenientes, tiene el método descrito los de asignar posiciones incómodas á los dos primeros Zapadores, que abrumados con el casco y la coraza, se fatigan muy pronto, y por consiguiente se retrasa la marcha de la zapa.

Las maniobras accidentales de la zapa, son de difícil ejecucion.

Segundo método. *Material necesario.*—Cada uno de los Zapadores debe tener una pala y un zapapico, y cada cabeza de zapa debe estar provista de los objetos siguientes:

Dos garfios de zapa, cuatro horquillas, una ó dos dragas, uno ó dos manteletes, tres viguetas, un calzo, una ó dos linternas de zapa, tres palancas, treinta fajos de zapa, cien sacos á tierra, un ceston relleno, cestones ordinarios y una cantidad suficiente de faginas ordinarias, y de 1^m,3 de largo y 0^m,22 de diámetro para el coronamiento provisional de los cestones.

Garfios de zapa. El mango debe tener 4^m de largo.

Horquillas de zapa. De las cuatro que se necesitan, una de ellas tiene el mango 2^m,5 de longitud; el de las otras tres tiene 1^m,5.

Mantelete.—(Fig. 36.) Tiene 0^m,95 de altura, 1^m,6 de ancho

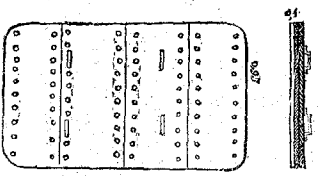


Fig. 36.

y 0^m,1 de espesor; se forma con planchas de encina superpuestas, despues se guarnece en la cara qne se ha de apoyar contra la cestonada con una plancha de hierro; los ángulos del mantelete se redondean ligeramente para facilitar su movimiento sobre el terreno; tiene cuatro asas para manejarlo.

Cabeza de zapa. Para la de zapa llena simple se forma una brigada compuesta de ocho Zapadores, un Sargento jefe de la brigada y un Oficial jefe de la zapa.

Los ocho Zapadores trabajan en la escavacion; los dos últimos tienen siempre á mano los materiales necesarios.

Los ocho Zapadores se colocan en parejas de á dos, de modo que habrá cuatro parejas, que de cabeza á cola se numeran *primera pareja*, *segunda*, etc.

Los Zapadores de la primera pareja toman los números 1 y 2, los de la segunda 3 y 4, los de la tercera 5 y 6, y los de la cuarta 7 y 8; los que están al lado de la berma toman los números impares, y pares los del lado del revés.

Durante el tiempo de trabajo de una misma brigada, se verifican permutaciones, por las que las cuatro parejas ocupan sucesivamente los distintos puntos de la cabeza de zapa, la cual es una estension de trinchera de ocho cestones, en la que hay partes de diferente anchura y profundidad llamadas *formas*.

Disposicion de los trabajadores y dimensiones de las formas. Todos los Zapadores de la brigada, trabajan de pié; la primera pareja con el cuerpo muy inclinado adelante, y un poco la segunda.

La berma se deja de $0^m,3$ de anchura; el talud de la escavacion tiene del lado de la berma 1 de base por 4 de altura; del lado del revés es vertical la escavacion en todas las formas.

La primera forma (fig. 37), empieza verticalmente enfrente del medio del primer ceston; tiene $0^m,7$ de profundidad, $1^m,12$ de anchura superior y $0^m,95$ de anchura inferior; el fondo de la forma es un rectángulo, cuyo lado mayor es de $0^m,95$ y el menor de $0^m,2$; en el lado mayor de este rectángulo, y mas distante del ceston relleno, arranca un plano inclinado que va á concluir enfrente de la junta del segundo y tercer ceston.

El volúmen de la primera forma es de $0^m,442$ cúbicos.

La segunda forma es el macizo de terreno natural, representado en la figura; está determinado por el plano inclinado, por el rectángulo superior cuyo lado mayor es de $1^m,12$, y el menor de $0^m,333$; este rectángulo empieza en la junta del segundo y tercer ceston y llega hasta el medio del tercero; sigue despues un plano vertical enfrente del medio del tercer ceston.

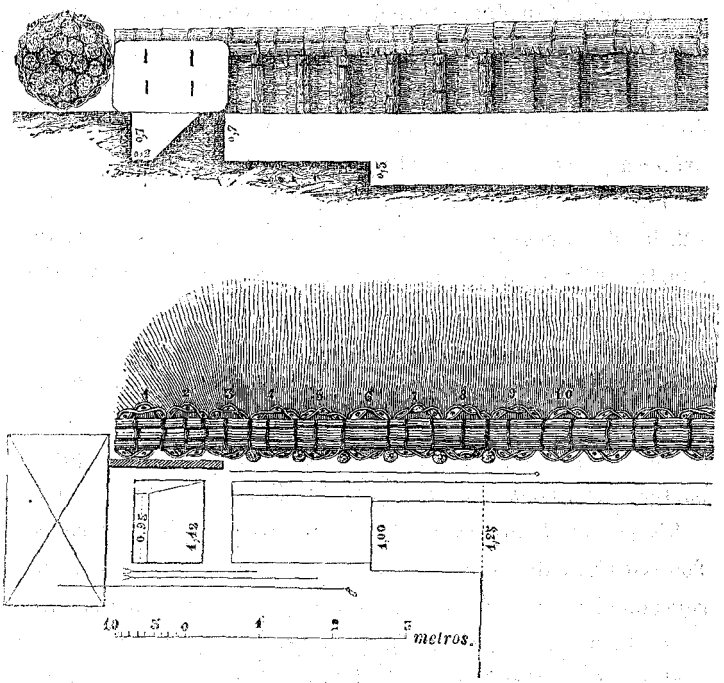


Fig. 37.

La base del macizo es un rectángulo cuyo lado perpendicular á la direccion de la zapa es de $0^m,95$ y el paralelo de $1^m,13$; la altura del macizo es de $0^m,7$.

El volúmen de la segunda forma ó macizo es de $0^m,523$ cúbicos.

La tercera forma empieza enfrente del medio del tercer ceston y llega hasta enfrente del medio del sesto; tiene $1^m,12$ de anchura superior, $0^m,95$ de anchura inferior y $0^m,7$ de profundidad.

El volúmen de la tercera forma es de $1^m,449$ cúbicos.

La cuarta forma empieza enfrente del medio del sesto ceston y llega hasta enfrente de la junta del octavo y noveno; tiene $1^m,25$ de anchura superior, 1^m de anchura inferior y 1^m de profundidad.

El volúmen de la cuarta forma es de 1^m,875 cúbicos.

La profundidad que debe tener la trinchera empieza enfrente del medio del sesto ceston.

El parapeto empieza algo mas adelante de la junta del primero y segundo ceston, aumentando de espesor hasta el octavo.

El volúmen escavado desde enfrente del medio del primer ceston hasta enfrente de la junta del octavo y noveno es de 3^m,766 cúbicos y rebajando 1^m,256 cúbicos que absorven los ocho cestones, resultan 2^m,51 cúbicos para formar el parapeto de la cabeza de zapa.

Desde el noveno ceston se entrega la zapa á los trabajadores ordinarios para que la ensanchen y la den las dimensiones ordinarias.

La primera pareja, con el cuerpo muy inclinado adelante, se coloca (fig. 37) en el rectángulo del fondo de la primera forma; la segunda pareja, con el cuerpo algo inclinado adelante, enfrente de la junta del tercero y cuarto ceston, quedando entre ambas el macizo; la tercera pareja enfrente del sesto ceston, y la cuarta enfrente de la junta del octavo y noveno.

El Oficial jefe de la zapa detrás de la segunda pareja; el Sargento jefe de la brigada detrás de la cuarta.

Los Zapadores de la brigada no llevan sables ni fornituras, colocan sus fusiles en el revés, algo oblícuamente á las formas, las llaves hácia arriba.

El ceston relleno está colocado á la cabeza del trabajo, perpendicularmente á la direccion de la zapa y cubriendo al primer ceston al menos en 0^m,3.

Las uniones del cuarto ceston con el tercero y quinto, y del sétimo con el sesto y octavo están cubiertas con fajos de zapa ó sacos á tierra puestos de pié.

El mantelete apoyado en la berma, de modo que toque al ceston relleno, cubriendo las juntas de este con el primero de la cestonada; la de este con el segundo, y la de este con el tercero.

Los ocho cestones de la cabeza están coronados provisionalmente con faginas de 1^m,3 de largo y 0^m,22 de diámetro.

Las palas y zapapicos que los trabajadores no tienen en la mano se depositan en la berma ó en el revés, segun el lado en que trabajen.

Uno de los garfios está tambien sobre la berma y el otro en el revés de la zapa, fijo en el ceston relleno á dos tercios de su altura y á 0^m,3 de la estremidad de dicho ceston relleno; se sujeta en tierra por el otro estremo con un piquete clavado en su anillo.

En el revés y á la altura de la primera pareja se colocan dos horquillas, una de mango de 1^m,5 al lado del Zapador número 2; la otra cuyo mango tiene 2^m,5, entre la horquilla anterior y el garfio enganchado.

Las otras dos horquillas se depositan en la berma, enfrente del octavo ceston, y sirven para reemplazar el coronamiento provisional de faginas de 1^m,3 de largo con el permanente de faginas ordinarias.

Enfrente del octavo ceston y en el revés, se forma un pequeño depósito de material, compuesto de dos cestones, dos fajos de zapa y tres faginas de 1^m,3 de largo y 0^m,22 de diámetro; la cuarta pareja es la encargada de ir avanzando este pequeño depósito, y de reponerlo, manteniéndole á la altura del octavo ceston.

Tal es el cuadro que ofrece la cabeza de zapa cuando el Zapador número 1 da la voz de *Alto* y se ha verificado la maniobra de *Cambiar de puestos*.

Marcha de la zapa. Los cestones se colocan de dos en dos; terminada la maniobra de cambiar de puestos y la de colocar dos nuevos cestones, dará el Oficial jefe de la zapa la voz de *Al trabajo*, á la cual la brigada hará lo siguiente:

La primera pareja, que ha resultado delante de la junta del tercero y cuarto ceston (fig. 38), empezará desde este puesto su escavacion, haciéndola vertical enfrente del medio del

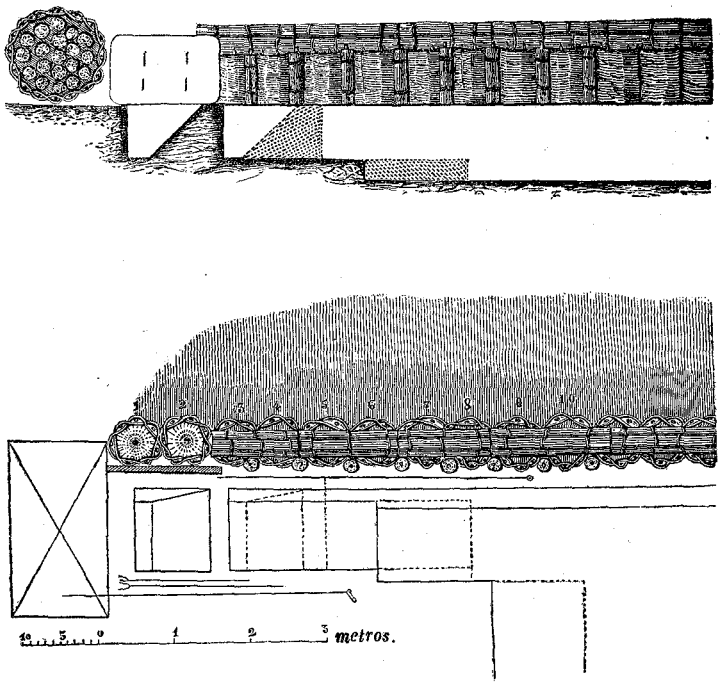


Fig. 38.

primer ceston y en el revés, con el talud de 1 de base por 4 de altura del lado de la berma; la primera pareja dará á la escavacion las dimensiones y disposicion esplicada para la primera forma; el Zapador número 1 es el encargado de formar el talud del lado de la berma.

En cuanto haya tierras escavadas, el número 1 las arroja dentro del primer ceston, el cual se llena en cinco minutos; en cuanto esto se verifique, los 1 y 2 seguirán escavando y arrojando tierras, el número 1 detrás de la junta del segundo y tercer ceston, y el número 2 detrás de la junta del primero y segundo.

Siendo el volúmen de la primera forma $0^{m},442$ cúbicos, ca-

da uno de los Zapadores de la primera pareja escavará $0^m,221$ cúbicos, correspondientes al avance de dos cestones que ha tenido la zapa.

En el mantelete habrá marcadas dos rectas verticales, correspondientes al medio del primer ceston y á la junta del segundo y tercero; estas líneas servirán de guia á la primera pareja al hacer su escavacion.

La segunda pareja, que está enfrente de la junta del quinto y sesto ceston, empezará inmediatamente á demoler el macizo que tiene delante, empezando por los planos del revés y talud de berma, para restablecer cuanto antes la comunicacion con la primera pareja; en el revés la escavacion es vertical; del lado de la berma se dejará el talud esplicado; en cuanto haya tierras escavadas, el número 3 las arrojará dentro del segundo ceston, el cual debe llenarse en cinco minutos; hecho esto, los 3 y 4 continúan escavando y arrojando tierras, el 3 detrás del quinto ceston y el 4 detrás del cuarto.

Cuando el Zapador número 1 vea que están llenos los tres cestones últimamente colocados, dará la voz de *A coronar*: á esta voz el número 4 toma del revés la horquilla de 2^m de largo y la entrega al número 3; la cuarta pareja toma las tres faginas de $1^m,3$ de largo que hay enfrente del octavo ceston y las entrega á la tercera pareja, la cual las pasa al número 4; el número 3, valiéndose de la horquilla, colocará primero una fagina sobre los dos cestones últimamente llenos y sobre la parte esterior de los mismos; en seguida coloca una segunda fagina entre la primera y el mantelete; por último, coloca una tercera sobre las dos anteriores; el número 4 toma la horquilla y la coloca en el revés.

Durante esta operacion la primera pareja continúa su escavacion, y para perfeccionar la parte inferior, el número 2 en cuanto se haya hecho el coronamiento provisional, pasa con precaucion al fondo de la forma, provisto de un zapapico de mango muy corto.

Siendo el volúmen del macizo destruido por la segunda pareja de 0^m,523 cúbicos, tocan á cada Zapador de esta pareja escavar 0^m,261 cúbicos de tierra, correspondientes al avance de dos cestones que ha tenido la zapa.

Aunque la segunda pareja escava 0^m,08 cúbicos mas que la primera, suele acabar antes que esta, tanto por la mayor comodidad con que trabaja, como por la mayor facilidad de derribar el macizo que profundiza.

La tercera pareja, que está delante del octavo ceston, prolonga y avanza la cuarta forma, desde enfrente del medio del octavo ceston hasta enfrente del medio del sesto; en esta estension de dos cestones ensancha la zapa por el revés en 0^m,13 y la profundiza 0^m,3; la escavacion que hace dicha pareja es de 0^m,536 cúbicos, de modo que cada Zapador de la misma escava 0^m,268 cúbicos, correspondientes al avance de dos cestones.

Como la escavacion de la tercera pareja es la mayor de todas, la cuarta avanza, recoge las tierras escavadas y las arroja detrás de los cestones sesto y sétimo, organizándose el trabajo de modo que se ayuden mútua y cómodamente la tercera y cuarta pareja.

Los trabajadores ordinarios avanzan el ensanche de la zapa hasta enfrente de la junta del octavo y noveno ceston, arrojando las tierras detrás de los cestones sétimo y octavo.

Así que la primera pareja haya concluido su escavacion, el número 1 da la voz de *Alto*; el Oficial jefe de la zapa echa una mirada sobre el trabajo, y si este estuviere concluido mandará *A cambiar de puestos*, cuya maniobra se ejecutará como se esplica mas adelante.

Colocacion de dos nuevos cestones. La brigada está en la situacion siguiente:

La primera pareja, en la primera forma; la segunda, enfrente de la junta del tercero y cuarto ceston; la tercera pareja, enfrente del sesto, y la cuarta, enfrente de la junta del octavo y noveno.

El Oficial jefe de la zapa dará las voces siguientes:

1=*Atencion.*

2=*A los cestones.*

3=*A los garfios.*

4=*Adelante.*

5=*Bien.*

6=*A los fajos.*

7=*Al trabajo.*

A la voz de *Atencion*, las cuatro parejas depositan sus útiles, los números impares sobre la berma y los pares sobre el reves; los números 1 y 3 empuñan las asas del mantelete y moviéndolo paralelamente á la cestonada lo hacen retroceder hasta que toque al fajo de zapa que hay en la junta del tercero y cuarto ceston.

A la voz *A los cestones*, los números 7 y 8 toman los dos que hay enfrente del octavo ceston y se los entregan á los 5 y 6; estos los pasan á los 3 y 4 los cuales los colocan en el plano inclinado de la primera forma, apoyando las bases en dicho plano, las puntas de los piquetes hácia arriba; los 1 y 2 toman cada uno un ceston y lo colocan inclinado sobre el terreno natural que hay delante del ceston relleno, apoyándolos contra este ceston.

El número 2 toma las dos horquillas, se queda con la del mango largo y entrega la otra al número 1; en seguida engancha cada uno un ceston con la horquilla, haciéndolo en la mitad inferior del entretejido.

A la voz *A los garfios*, el número 3 coge el garfio de la berma; dicho Zapador se coloca en el ángulo del talud de berma y el plano vertical del macizo; el número 5 lo ayuda tomando tambien el garfio, colocándose contra la berma enfrente del cuarto ceston; el número 3 lleva el garfio hácia adelante rasando al mantelete y lo fija en el ceston relleno á la mitad de su altura próximamente y lo mas cerca posible de la cestonada; los 3 y 5 dan frente al punto de enganche del garfio.

El número 4 coge el garfio del revés, colocándose en el ángulo de los planos verticales del revés y del macizo; el número 6 desengancha el anillo yendo en seguida á ayudar al número 4, colocándose enfrente del cuarto ceston; el número 4 desengancha el garfio del ceston relleno y lo vuelve á enganchar próximamente á la mitad de su altura; los números 4 y 6 dan frente al punto de enganche del garfio.

A la voz *Adelante*, los números 3 y 5, 4 y 6, armados de los garfios, empujan poco á poco, pero con fuerza y uniformidad, el ceston relleno, haciéndolo rodar lentamente sin abandonarlo á la vez los dos garfios, ni separarlo de la direccion perpendicular á la de la zapa.

A medida que el ceston relleno va dejando claro entre él y el primer ceston de la cestonada, los números 1 y 2 hacen entrar sus cestones en el alineamiento de la cestonada, haciéndolo primero el 1, y siguiéndole en sus movimientos el 2; para esto se servirán como palanca del mango de sus horquillas, cuyas puntas estarán, como se ha dicho, enganchadas en la mitad inferior del entretejido; el número 2 indica á los de los garfios con las palabras *Adelante*, *Bastante* y *Atrás* lo que deben hacer para proporcionar el espacio necesario: entre tanto el Oficial jefe de la zapa observa la alineacion de los dos nuevos cestones y da á la primera pareja las voces de *Número uno* (*ó dos*) *adentro* ó *afuera*, segun sea necesario traer á los cestones hácia la cestonada ó empujarlos hácia la plaza; la primera pareja mueve sus cestones en virtud de estas voces; despues de haber colocado su ceston el número 1 ayudará al 2 á acabar de colocar el suyo, tomando tambien el mango de la horquilla de dicho número 2, ó bien enganchando el 1 su horquilla en el ceston del 2.

Mientras se está ejecutando la maniobra correspondiente á la cuarta voz, el número 8 se dirige al depósito del material, tomará dos fajos de zapa, los llevará y colocará en el rectángulo de terreno natural que hay delante de la segunda pareja y que forma la parte superior del macizo, poniendo los fajos pa-

ralelos á la cestonada, uno al lado de otro, los piquetes centrales hácia el ceston relleno; hecho esto el número 8 regresará á su puesto.

A la voz de *Bien* que el Oficial dará luego que los cestones se hallen en la posicion conveniente, los Zapadores que tienen los garfios atraen el ceston relleno para unirle contra el ceston últimamente colocado; hecho esto, el número 5 suelta el garfio y regresa á su puesto enfrente del octavo ceston; el número 3 desengancha el garfio y lo coloca sobre la berma; el número 4 deja el garfio enganchado en el ceston relleno; el número 6 fija el estremo del mango en el revés, clavando un pequeño piquete en el anillo con el zapapico y regresando despues á su puesto enfrente del octavo ceston; los números 1 y 3 empujan el mantelete hasta que toque al ceston relleno.

A la voz *A los fajos*, que se dará inmediatamente despues de la quinta, los números 1 y 3 toman cada uno un fajo de los que depositó el número 8; el 3 coloca el suyo en la union de los cestones cuarto y quinto, golpeando la cabeza del piquete central con el zapapico; el número 1 coloca del mismo modo su fajo en la union de los cestones tercero y cuarto.

A la voz *Al trabajo*, la brigada ejecutará la escavacion del modo esplicado (fig. 38).

Coronamiento de la zapa. Cuando desde el noveno ceston hácia atrás haya mas de tres cestones coronados con faginas de $1^{m},3$ de largo, el Sargento jefe de la brigada dispondrá que dos trabajadores ordinarios de los que ensanchan la trinchera tomen las dos horquillas que hay en la berma enfrente del octavo ceston, y que con ellas quiten las faginas provisionales que se hayan de reemplazar.

Otros dos trabajadores depositan en la berma faginas ordinarias; los primeros establecerán el coronamiento permanente del modo esplicado en la zapa volante.

Cambio de puestos de los Zapadores. Cuando la primera pa-

reja haya terminado su escavacion, el número 1 da la voz de *Alto*; entonces el Oficial jefe de la zapa mandará: *A cambiar de puestos.* A esta voz la brigada se coloca en una fila arrimada á la berma, los números pares detrás de los impares en cada pareja, mirando todos al ceston relleno; la cuarta pareja marchará á vanguardia, pasará con precaucion á colocarse en la primera forma, convirtiéndose en primera pareja, la que era primera en segunda y así sucesivamente.

Un Zapador muerto ó herido es trasladado á retaguardia por los que están detrás de él y es reemplazado por uno de la pequeña reserva de Zapadores que dirige y vigila el ensanche de la zapa.

Velocidad de la zapa. La velocidad de la zapa en un terreno de consistencia ordinaria es de dos cestones por cada veinte minutos ó seis cestones por hora.

Duracion del trabajo. Una misma brigada de ocho Zapadores no debe trabajar mas de cuatro horas, es decir, el tiempo necesario para que cada pareja recorra tres veces el trabajo de cabeza á cola, de modo que cada pareja colocará y llenará seis cestones.

Reflexiones sobre este método. Comparando el primer método con el que acaba de esplicarse, resultan á favor de este las ventajas siguientes:

1.ª Aumento de velocidad.

El aumento de un ceston por hora que tiene el segundo método sobre el primero se debe á colocar los cestones de dos en dos, reduciendo así á la mitad las veces que en el primer método hay que adelantar el ceston relleno, á que cada uno de los Zapadores de la primera pareja escava $0^m,221$ cúbicos de tierras, correspondientes al avance de dos cestones, mientras que la escavacion análoga del primer Zapador es de $0^m,294$ cúbicos, es decir, $0^m,073$ cúbicos mas, ó que la primera pareja no interrumpa su trabajo al hacerse el coronamiento provisional de los dos cestones últimamente llenos; y en fin, á la

comodidad con que trabajan las parejas, todos de pié sin casco ni coraza.

2.ª Aumento del espesor del parapeto de la cabeza de zapa.

La cantidad de tierras adosadas detrás de los ocho cestones de la cabeza de zapa es de $2^m,51$, triple que en el primer método, en el que no hay mas que $0^m,79$ cúbicos, y en que no se ha tenido en cuenta la cantidad de tierras que arrojan los trabajadores ordinarios detrás de los cestones sétimo y octavo, lo que no pueden hacer en el primer método por estar muy lejos de la cabeza de zapa.

3.ª Los Zapadores están mas protegidos.

Además de la mayor proteccion del parapeto por el aumento de espesor hay tambien la de que la profundidad total de la trinchera empieza enfrente del sesto ceston, no teniéndola en el primer método hasta el noveno.

En dicho método, el primer Zapador trabaja protegido por una altura de $1^m,5$, tarda diez minutos en llenar el ceston últimamente colocado, y hecho esto, que es cuando queda en la situacion mas favorable, están sin tierras adosadas detrás los dos primeros cestones y parte superior del tercero, de modo que el primer Zapador trabaja constantemente sin mas proteccion que un trozo de cestonada sin tierras adosadas detrás.

El primer Zapador coloca un nuevo ceston cada doce minutos.

En el segundo método, la primera pareja trabaja protegida por una altura de $1^m,94$; las dos primeras parejas tardan solamente cinco minutos en llenar los dos cestones últimamente colocados, es decir, la mitad del tiempo que en el primer método invierte el primer Zapador en llenar el último ceston colocado, ó la cuarta parte del que invierte en llenar dos cestones sucesivos.

La primera pareja, al empezar á llenar los dos cestones últimamente colocados, trabaja delante de la junta del tercero y cuarto ceston, cuya junta recibió ya tierras en el avance an-

terior de la zapa; pasados cinco minutos empiezan á caer tierras en las juntas del segundo ceston con el primero y tercero, y detrás del cuarto; estas tierras protegen á la primera pareja los quince minutos restantes del tiempo correspondiente al avance de dos cestones, de modo que la primera pareja está las tres cuartas partes del tiempo protegida por un trozo de cestonada con tierras adosadas detrás, y la cuarta parte del mismo las tiene ya la junta de los dos cestones delante de la cual trabaja.

La primera pareja coloca dos nuevos cestones de una vez; luego la peligrosa maniobra de colocar nuevos cestones lo es menos en el segundo método, puesto que dichas maniobras se reducen á la mitad del número de veces que hay que ejecutarla en el primero.

4.ª La zapa ensanchada sigue mas de cerca á la cabeza de zapa.

Los trabajadores ordinarios están mas próximos á la cabeza de zapa, y además encuentran ya la zapa con una anchura de 1^m en el fondo, mientras que en el primer método no tiene mas que $0^m,75$ de anchura inferior, en el punto en donde empieza el ensanche.

5.ª Mayor facilidad en las maniobras.

Por estar ya formadas las parejas y tener terreno suficiente para colocarse y maniobrar los dos Zapadores de cada una, lo que no sucede en el primer método, en el que además trabajan en posiciones muy incómodas.

Tercer método. *Terrenos duros.* Para marchar á la zapa llena en terrenos duros, se ha imaginado un medio que consiste en establecer primero un abrigo con una cestonada llena de tierra, valiéndose de una especie de cuchara; la tierra se transporta en sacos, coronándose con varias hiladas de estos la cestonada-abrigo; despues se forma el parapeto, cuya operacion se practica de distinto modo en terrenos de roca que en los susceptibles de ser escavados.

Material necesario. Dos garfios de zapa, una horquilla de zapa, dos viguetas, un tablon de apoyo, una pala porta-sacos, un garfio para sacos, dos espuertas.

Tablon de apoyo. Para formar una rampa sobre la cual deben resbalar la cuchara y la pala porta-sacos, tiene de $0^m,4$ á $0^m,45$ de ancho y $2^m,8$ de longitud. Para disminuir la pendiente del tablon y facilitar la colocacion de las hiladas superiores de sacos que forman el coronamiento de la cestonada, se eleva la estremidad inferior del tablon sirviéndose de una pieza *ab* (fig. 43), de $0^m,3$ de altura, fijada al tablon de un modo in-

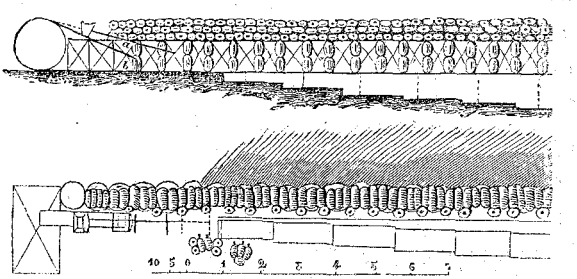


Fig. 43.

variable y de manera que la pieza *ab* sea vertical cuando el tablon se apoye por su estremidad superior en el ceston relleno. Si este medio no bastase, puede levantarse mas la estremidad inferior del tablon colocando la estremidad *b* de la pieza *ab* sobre una pila de sacos á tierra, ó bien usando un alza construida del modo siguiente:

Se toma una pieza de madera, mas gruesa que la *ab*, se la da una altura *gh* de $0^m,25$ á $0^m,3$ (fig. 39), labrando en su parte superior un diente rectangular de $0^m,1$ de altura; en los costados de la pieza se colocan dos planchas *lmno lloo'* quedando el diente entre ellas, formándose así un mecanismo por medio del cual se ajusta y sujeta en el diente y

las dos planchas la parte inferior de la pieza *ab*, la cual está labrada de modo que la parte inferior coincida con la superior de abajo *cg*.

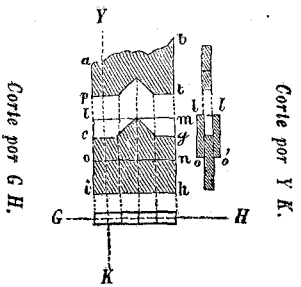


Fig. 39.

Pala porta-sacos.—(Fig. 40.) Se forma con dos planchas de $0^m,5$ de longitud cada una, unidas y aseguradas entre sí por medio de pequeñas abrazaderas de hierro. El mango es de madera y tiene dos palancas de hierro, una en el estremo y la otra á $0^m,8$ de la primera; estas palancas, colocadas en un plano perpendicular al de la pala, permiten imprimir al instrumento un movimiento de rotacion; la longitud total de la pala es de $2^m,6$.

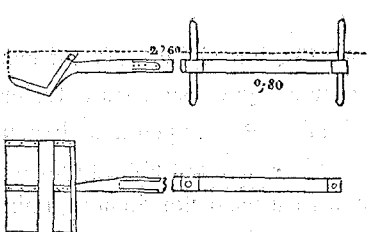


Fig. 40.



Escala de $^1/_{20}$ para las figuras 39 y 40.

Para recibir las tierras que se han de transportar á la cabe-

za del trabajo, sea por medio de sacos ó espuertas, se adapta sobre la pala porta-sacos una caja de madera (fig. 41), cuyas

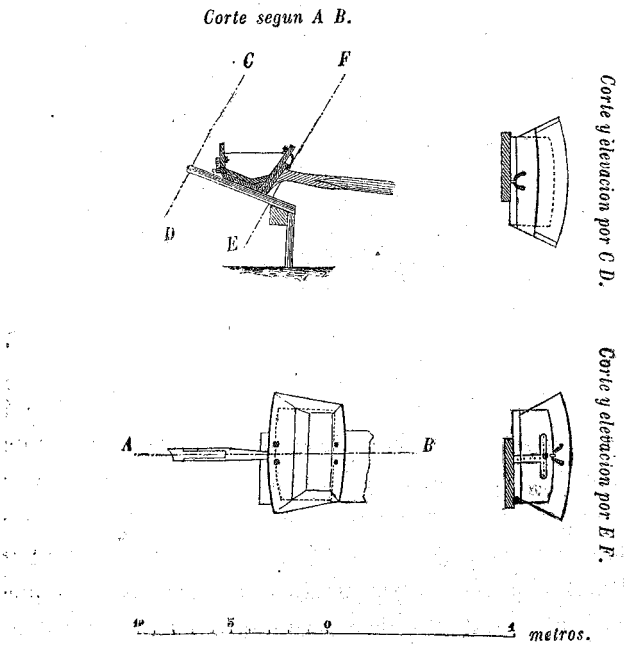
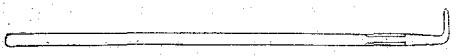


Fig. 41.

caras inferior y posterior siguen las formas de la pala. Esta caja tiene en la parte baja de su cara anterior un lazo ó nudo de cuerda, en donde entra un pequeño broche de hierro, un poco recurvo y fijado á la pala; otro nudo semejante colocado en lo alto de la cara posterior de la caja abraza un pequeño garfio girante, adaptado detrás de la pala; la punta de este garfio se dirige al principio hácia el borde superior de la pala y despues se vuelve en sentido contrario para que no se salga de la cuerda.

Garfio para sacos.—(Fig. 42). Consta de un mango de madera de $2^{m},1$ de largo terminado por un trozo de hierro recur-

vo y redondeado; sirve para arreglar los sacos del coronamiento que no estén bien colocados, sin necesidad de descubrirse.



$2^{m},10$.

Fig. 42.

Marcha de la zapa. La brigada de trabajo se compone de cinco Zapadores, uno de ellos sirviente, y de un jefe de la zapa.

Los sacos se pasan por brigadas auxiliares, á las que son transmitidos por sirvientes, cuyo número variable depende de la distancia al depósito de los sacos.

El Zapador número 1 (fig. 43), se coloca de rodillas al pié del tablon de apoyo, con la espalda vuelta á la cestonada, tocándola de un lado y avanzando un poco el otro hácia el ceston relleno.

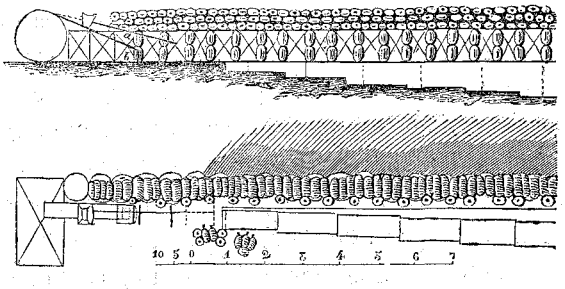


Fig. 43.

El Zapador número 2, á $0^{m},8$ del número 1, de rodillas ó agachado, la espalda hácia la cestonada.

El jefe de la zapa, detrás del número 2.

El Zapador número 3, de rodillas, de cara á la cestonada, frente al jefe de la zapa.

El Zapador número 4, de rodillas, de cara á la cestonada, enfrente del Zapador número 2.

El Zapador número 5, ó sirviente, de rodillas, de cara á la cestonada, mas abajo del número 3, enfrente del sétimo ceston.

Disposicion de la zapa. El ceston relleno cubre enteramente al primer ceston de la cestonada.

Uno de los garfios de zapa se deposita sobre la berma, el otro se fija al ceston relleno, el otro estremo se sujeta por medio de un piquete que pasa por el anillo y clavado en tierra si el terreno lo permite; en el caso contrario, si el terreno es inclinado, se retiene por medio de cuerdas por sirvientes colocados á retaguardia.

La horquilla y garfio para sacos están en el suelo, al alcance del primer Zapador y del lado del tablon opuesto á la cestonada.

El tablon de apoyo sobre el ceston relleno; el pié debe quedar enfrente de la junta del tercero y cuarto ceston; el alza, cuando no se emplea, se coloca contra la cestonada entre el primero y segundo Zapador.

El mango de la pala porta-sacos, entre las dos filas de Zapadores; las dos espuertas entre el tercer Zapador y el sirviente.

Funciones de los Zapadores y del sirviente. El Zapador número 1 dirige la maniobra; su principal cargo es el de hacer subir la pala en union con los Zapadores 2 y 4; el número 3, ayudado por el sirviente, desata los sacos que recibe, dejando á un lado los difíciles de desatar, echa las tierras en una espuerta y la pasa al número 4 y este al número 1; este las echa en la cuchara y devuelve las espuertas vacías al núm. 4, el que las pasa al número 3.

El Zapador número 1, despues de haber arreglado rápidamente con la mano las tierras en la cuchara, dice en voz baja *Arriba*; los números 1, 2 y 4 empuñan el mango de la pala y empujan adelante; cuando la caja llegue enfrente del ceston, el número 1 mandará en voz baja, *Viertan*; el número 1 obrará sobre la primera palanca, los 2 y 4 sobre la segunda; en cuanto

la caja haya echado las tierras en el ceston, los Zapadores, sin esperar voz de mando, bajan la pala á su posicion primitiva sobre el tablon de apoyo.

Cuando el ceston esté lleno, el jefe de la zapa mandará, *A coronar*; el Zapador número 1 quita la caja adaptada á la pala y la pasa al número 4, que la deposita cerca de sí y un poco detrás; este Zapador número 4 recibe en seguida del Zapador número 3 sacos bien atados que se habrán reunido en el depósito, y los pasa al número 1; este coloca uno sobre la pala y manda sucesivamente: *Arriba*, *Vuelvan*, añadiendo á esta última palabra la de *Fuerte*. Cuando la posicion que debe ocupar el saco sea muy alta relativamente á la de la pala, como sucede en las hiladas superiores del coronamiento, el Zapador número 1 levantará en este caso el pié del tablon, sea por medio del alza ó con sacos á tierra.

Colocacion de un nuevo ceston. Terminado el coronamiento del ceston últimamente lleno, el Zapador número 1 da la voz de *Alto*; los números 3 y 4 retiran la pala y la depositan cerca del número 3, sobre el revés de la trinchera, el mango paralelo á la cestonada; el jefe de la zapa inspecciona el trabajo y mandará:

1.°=*A los sacos, al ceston.*

2.°=*A los garfios.*

3.°=*Adelante.*

4.°=*Bien.*

5.°=*A la cuchara.*

A la voz *A los sacos, al ceston*, el Zapador número 1 empuja hácia adelante el tablon de apoyo hasta que su estremidad inferior se encuentre enfrente de la junta del segundo y tercer ceston; despues le da dos vueltas de modo que quede cerca de la estremidad del revés del ceston relleno; en seguida avanza hasta el segundo ceston y en la junta de este con el primero coloca dos sacos, ó tres si dos no componen la altura del ceston; recibe luego del Zapador número 4 un ceston ordinario que el sirviente y el número 3 han hecho rodar por el terreno hasta

el número 4, que lo levanta; el número 1 coloca este ceston en la junta del último ceston colocado y del ceston relleno, y toma la horquilla de zapa.

A la voz *A los garfios*, el número 2 toma el garfio depositado á lo largo de los cestones y lo fija en el ceston relleno, ayudado por el sirviente; los 3 y 4 toman el garfio del lado del revés, se aproximan todo lo que puedan á la cestonada, colocándose entre el Zapador número 2 y el sirviente.

A las voces *Adelante*, *Bien*, se empuja adelante el ceston relleno y se coloca el nuevo ceston con las precauciones ordinarias.

A la voz *A la cuchara*, el Zapador número 1 trae contra la cestonada al tablon de apoyo haciéndole dar dos vueltas; el tablon de apoyo se encuentra en la situacion conveniente á consecuencia del avance del ceston relleno; el pié del tablon debe corresponder á la junta del tercero y cuarto ceston. El Zapador número 4 fija la caja á la pala y entrega la cuchara al número 1, haciéndole pasar en seguida las espuertas llenas de tierra que recibe del Zapador número 3; el llenar el ceston y coronarlo se ejecutará como se ha esplicado.

De este modo quedará establecida la cestonada-abrigo.

Aumento del parapeto. El aumento del espesor del parapeto ó cestonada-abrigo no se ejecuta del mismo modo en un terreno de roca que en uno fácil de ser escavado.

1.°—*Terreno que no pueda escavarse.* En este caso se formará una segunda brigada compuesta de cuatro Zapadores, que aumentará el espesor del parapeto dándole el perfil de las figuras 27 y 25, suprimiendo la banqueta indicada en las mismas.

Es preferible el primer perfil, que tiene mas estabilidad y consume menos sacos que el segundo. Los Zapadores números 1 y 2 de esta brigada colocan la segunda cestonada, la llenan de tierras por medio de espuertas y las coronan con tres hiladas de sacos por cestonada, colocando en seguida cinco hiladas de modo que se apoyen sobre los dos coronamientos; los

Zapadores números 3 y 4 vacían los sacos en las espuertas y entregan á los números 1 y 2 los sacos llenos que necesiten.

El primer ceston de la segunda cestonada corresponde al octavo de la primera.

Si se quiere aumentar todavía mas el espesor del parapeto, se formará una tercera brigada de Zapadores, colocada á cuatro cestones de distancia de la segunda; esta brigada transforma el perfil 27 sin banqueta en otro de tres cestonadas, con el coronamiento de tres hiladas de sacos de la tercera, tocando al mismo coronamiento de la cestonada central y sobre estos dos el de cinco hiladas de sacos tocando al análogo correspondiente á las dos primeras cestonadas.

Si en vez de aumentar el parapeto por la parte interior, la tercera brigada arroja tierras por encima del perfil de la figura 27, sin banqueta, haciendo lo mismo una quinta, sesta, etc., brigadas escalonadas; de este modo se obtendrá el perfil de la figura 28, sin banqueta, ni escavacion del terreno.

Las diferentes brigadas tendrán á su alcance un depósito de sacos, y tienen tambien el encargo de pasar á las precedentes los materiales que estas les pidan, cesando cuando esto suceda en toda especie de trabajo.

2.°—*Terreno que pueda escavarse.* La segunda brigada, encargada del aumento de espesor del parapeto, se compone de ocho Zapadores; esta brigada escava el terreno; la cabeza de la escavacion corresponde al medio del sétimo ceston, dejando la misma berma y el mismo talud que para la zapa ordinaria (figura 43).

Los seis primeros Zapadores escavan en formas que tienen la misma longitud de $1^{m},66$; las otras dimensiones son las siguientes:

	Anchura. — *Metros.*	Diferencia. — *Metros.*	Profundidad. — *Metros.*	Diferencia. — *Metros.*	Volúmen. — *Metros cúbs.*
1.ª forma. .	0,5	»	0,3	»	0,09
2.ª idem. .	0,63	0,13	0,49	0,19	0,091
3.ª idem. .	0,76	0,13	0,62	0,13	0,094
4.ª idem. .	0,89	0,13	0,71	0,09	0,095
5.ª idem. .	1	0,11	0,8	0,09	0,098
6.ª idem. .	1	»	1	0,2	0,1

El sétimo y octavo Zapador descansan cuando no tienen que pasar materiales á la primera brigada.

Los seis primeros Zapadores deben atender principalmente al avance y ensanche de sus formas con preferencia á la profundidad, la cual en caso de necesidad se completará por los dos últimos Zapadores si el terreno fuese muy duro.

Además del trabajo de las formas, los Zapadores de la segunda brigada tienen el de pasar á la primera brigada los materiales que esta necesite; para esto, cuando el jefe de la zapa mande *Al ceston*, *A los sacos*, la segunda brigada emprende su trabajo, vuelve la espalda á la cestonada y se une con la primera brigada formando cadena con esta y pasándole los materiales que reciba de los sirvientes.

Cambio de puestos de los Zapadores. El primer Zapador de la brigada de cabeza coloca regularmente cuatro cestones; despues, y á la voz de *Cambiar de puestos*, es reemplazado por el Zapador número 4 de la misma brigada y se convierte en Zapador número 2; el 2 se convierte en 3; y el 3 reemplaza al 4; el sirviente no varia.

En las brigadas encargadas del aumento del espesor del

parapeto, el cambio de puestos se hace al mismo tiempo y á la misma voz que en la brigada de cabeza; el Zapador número 1 es reemplazado por el sétimo y pasa á ser número 2; los demás retroceden todos un puesto.

Cambio de puestos de las brigadas. Así que la brigada de cabeza haya colocado cuatro cestones por cada uno de los cuatro Zapadores, es decir, despues de dos horas de trabajo, pasa á la cola del trabajo general, en donde descansa cuando no se ocupa en llenar sacos, ó formar cadena para el transporte de materiales; la brigada de cabeza es reemplazada por otra brigada de cuatro Zapadores que estaba descansando y con la cual alterna, de modo que cada una trabaja seis horas en doce de trabajo, durante el servicio de trinchera.

En cuanto á las brigadas encargadas de aumentar el espesor del parapeto en el caso en que el terreno no pueda ser escavado, pueden ser relevadas ó alternar entre ellas independientemente de la brigada de cabeza.

Cuando el terreno pueda ser escavado, la segunda brigada puede sin inconveniente permanecer doce horas sin ser relevada, puesto que cada uno de los hombres que la componen descansa cuando hace veces de sétimo y octavo Zapador.

Empleo del mantelete. Como la cestonada-abrigo no tiene tierras adosadas, y los sacos á tierra ó fajos de zapa de las juntas no bastan para preservar á la brigada de cabeza de los fuegos de la plaza, puede remediarse este inconveniente haciendo uso, para cubrir las cinco ó seis primeras juntas, de manteletes de madera semejantes al empleado en el primer método; la anchura debe ser solamente de $0^{m},55$ para reducir el peso á 25 kilógramos.

Velocidad de la zapa. La velocidad de la zapa es de un ceston por cada diez minutos, ó seis cestones por hora, es decir, un ceston mas por hora que en el primer método y la misma velocidad que la obtenida por el segundo.

Reflexiones sobre este método. La zapa llena ejecutada por el tercer método, exige un material mas complicado y Zapadores mucho mas ejercitados que en los dos primeros métodos; las maniobras son mas difíciles.

En un sitio, el fuego de la plaza obliga naturalmente á aumentar la velocidad de la zapa llena; este aumento se hará notar mas en los dos primeros métodos, cuyas maniobras son mucho mas sencillas que en el tercero.

El principal inconveniente del mismo es la peligrosísima situacion de la brigada de cabeza.

MANIOBRAS ACCIDENTALES DE LA ZAPA.

Terrenos en pendiente. Cuando el terreno sobre que marcha la zapa está en pendiente hácia el revés de la trinchera, como sucede ordinariamente en el glácis de una plaza, entonces los cestones no tendrian la estabilidad suficiente si se les colocase simplemente sobre su base; en este caso es preciso inclinarlos apretándolos fuertemente contra el terreno, de modo que su base quede oblícua respecto á los piquetes; el Zapador número 1, ó la primera pareja, segun se emplee el primero ó segundo método, colocan los cestones preparados de este modo, en el sentido mas favorable á la estabilidad del parapeto.

Si la inclinacion de los cestones no bastase para obtener la conveniente solidez, el Zapador número 1 calzará los cestones por medio de pequeños fajos ó sacos á tierra.

Cuando el terreno ascienda el ceston relleno oprimirá fuertemente al primer ceston de la cestonada, y para evitarlo se sujetará con el calzo, del lado del revés, y acuñándolo contra el ceston relleno.

Si el terreno desciende, no bastará algunas veces el garfio del revés para sujetar el ceston relleno; en este caso se emplean garfios de cuerda; el estremo de esta se sujeta en el

fondo de la escavacion y de modo que estorbe lo menos posible á la brigada.

Cuando el terreno desciende hácia el revés de la zapa, sucede frecuentemente que el ceston relleno, corriéndose poco á poco hácia este lado, no cubre lo bastante á la cestonada.

Tambien sucede que el ceston relleno se inclina respecto á la direccion de la cestonada, ó que sin que esto suceda sea preciso variar su direccion para cambiarla de la zapa.

Hay, pues, muchas veces que *trasladar* y *conversar* el ceston relleno.

Traslacion del ceston relleno.—PRIMER MÉTODO.—(Fig. 44). Si

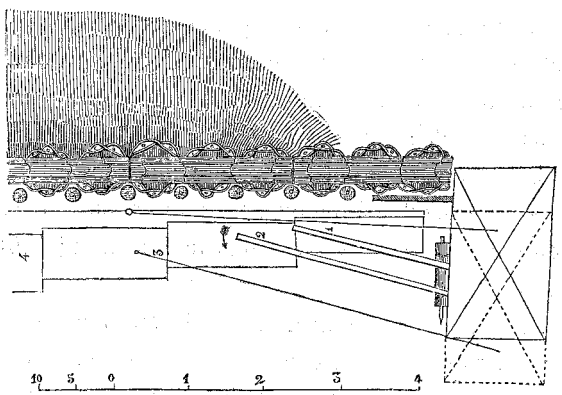


Fig. 44.

la zapa se ejecuta por el primer método, el jefe hará á la brigada las prevenciones de *Atencion para trasladar el ceston relleno*; los Zapadores suspenden el trabajo y depositan sus útiles; el jefe de la zapa mandará:

1.°=*A coronar.*

2.°=*A las viguetas, al fajo.*

3.°=*A los garfios.*

4.°=*A trasladar el ceston relleno.*

A la voz *A coronar*, los sirvientes hacen pasar las faginas de

coronamiento provisional necesarias á los Zapadores números 1, 2 y 3, los que colocarán una tercera fagina sobre las dos que tiene ya cada ceston; tambien pueden emplearse una ó dos hiladas de sacos á tierra sobre las dos faginas inferiores.

A la voz *A las viguetas, al fajo*, los sirvientes hacen pasar un fajo de zapa bien apretado al Zapador número 1, el que lo coloca cerca del ceston relleno, paralelamente á su longitud y enfrente de su mitad; los Zapadores números 1 y 2 reciben tambien dos viguetas que apalancan por bajo del ceston relleno, á $0^{m},3$ á cada lado de su mitad, apoyándolas sobre el fajo de zapa y dándolas una direccion oblícua hácia la berma.

A la voz *A los garfios*, el Zapador número 3 toma el garfio interior y el Zapador número 4 el que está sobre la berma y lo fija al ceston relleno; el primer sirviente pasa á ayudar al Zapador número 3 y el segundo sirviente al Zapador número 4.

A la voz *A trasladar el ceston relleno*, los Zapadores números 1 y 2 hacen fuerza simultáneamente sobre los estremos de las viguetas, suspenden á un mismo tiempo el ceston relleno y dirigiendo dichos estremos hácia el revés, lo empujan hácia el lado opuesto.

Deben obrar por una continuacion de empujes vivos y pequeños, mientras que los Zapadores armados con los garfios retienen fuertemente el ceston relleno para impedir que se corra adelante.

Se facilita mucho esta operacion empujando antes algun tanto el ceston relleno por medio de los garfios y disponiendo las viguetas de modo que vuelto á traer sobre ellas por medio de los garfios quede un poco elevado del suelo, pues entonces, no descansando sobre el terreno, ó descansando menos, los Zapadores números 1 y 2 lo harán resbalar mas fácilmente en el sentido de su longitud.

Durante la maniobra será conveniente colocar un saco de lana en el hueco que se forma entre el ceston relleno y el primero de la cestonada, á fin de cubrir á los Zapadores.

SEGUNDO MÉTODO.—(Fig. 45.) Si se ejecutaba la zapa llena por el segundo método, despues de terminado el trabajo correspondiente á los dos cestones últimamente colocados, y hecha

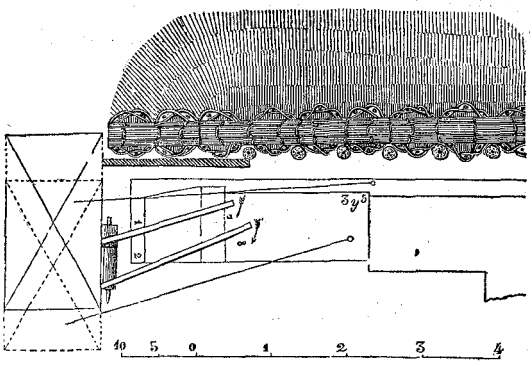


Fig. 45.

la maniobra de cambiar de puestos dispondrá el jefe de la zapa que la segunda pareja rebaje en $0^m,3$ ó $0^m,4$ la altura del macizo; las tierras escavadas se arrojarán detrás de los cestones cuarto y quinto.

Hecho esto, el jefe de la zapa advertirá á la brigada, *Atencion para trasladar el ceston relleno*; en seguida mandará:

1=*A las viguetas, al fajo.*

2=*A los garfios.*

3=*A trasladar el ceston relleno.*

A la voz *A las viguetas, al fajo*, la cuarta pareja hace pasar á la primera dos viguetas achaflanadas en un estremo y un fajo de zapa bien apretado; los números 1 y 2 colocan las viguetas y el fajo como se ha esplicado.

A la voz *A los garfios*, los números 3 y 5 toman el garfio de la berma y lo enganchan; los 4 y 6 el del revés; los números 7 y 8 avanzan y se coloca cada uno en el estremo de una vigueta.

A la voz *A trasladar el ceston relleno*, los números 1, 2, 7 y

8 hacen fuerza sobre las viguetas del modo esplicado; los 3, 4, 5 y 6 retienen fuertemente el ceston relleno.

La operacion se facilita haciendo subir al ceston relleno hasta la parte achaflanada de las viguetas.

Conversion del ceston relleno.—Primer Método.—(Fig. 46). Mar-

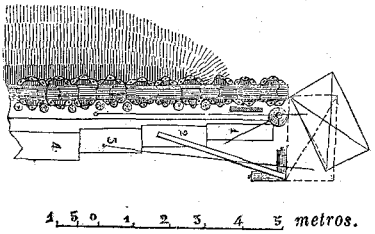


Fig. 46.

chando á la zapa llena por el primer método, el jefe de la zapa advertirá á la brigada *Atencion para conversar el ceston relleno;* los Zapadores dejan el trabajo y se disponen para la maniobra, el jefe de la zapa mandará:

1=*A coronar.*

2=*A la vigueta, á los fajos.*

3=*A los garfios.*

4=*A conversar el ceston relleno.*

A la voz *A coronar*, los sirvientes hacen pasar las faginas de coronamiento provisional necesarias á los Zapadores números 1, 2 y 3, los que colocarán una tercera fagina sobre las dos que ya tiene cada ceston, pudiendo tambien aumentarse la elevacion del coronamiento con una ó dos hiladas de sacos á tierra.

A la voz *A la vigueta, á los fajos*, los sirvientes hacen pasar dos fajos de zapa y un saco de lana al Zapador número 1; este coloca uno de los fajos cerca de la estremidad interior del ceston relleno, perpendicularmente á su longitud, y el otro en cruz encima del primero, apoyándose en tierra del lado de la zapa y contra el ceston relleno.

El Zapador número 1 hace retroceder el mantelete y coloca un saco de lana en la junta del ceston relleno y el primer ceston de la cestonada; el número 1 mantiene el saco de lana en su posicion por medio de la horquilla; al mismo tiempo el Zapador número 2 recibe una vigueta de 4^m de longitud y coloca su estremo entre el ceston relleno y los fajos de zapa.

A la voz *A los garfios*, el Zapador número 3 toma el garfio interior y lo fija en el ceston relleno, en la tercera parte de su altura sobre el terreno; el número 4 toma el garfio de la berma y lo fija en la estremidad opuesta del mismo ceston relleno, de modo que pueda retenerse con facilidad; el primero y segundo sirvientes ayudan respectivamente á los Zapadores números 3 y 4.

A la voz *A conversar el ceston relleno*, el Zapador número 3 empuja el ceston relleno, ayudado por el número 2, que al mismo tiempo obra sobre la vigueta; el número 4 retiene fuertemente el ceston relleno contra el primer ceston de la cestonada; el número 1 cuida de ir avanzando los fajos de zapa que sirven de punto de apoyo al número 2, á fin de que sus esfuerzos sean mas eficaces.

Por este medio se hace fácilmente conversar al ceston relleno 50 ó 60 grados en menos de un cuarto de hora, aun cuando el terreno ascienda hácia la plaza.

Segundo método.—(Fig. 47.) Si se ejecuta la zapa llena por el segundo método, despues de terminado el trabajo correspondiente á los dos cestones últimamente colocados y hecha la maniobra de cambiar de puestos, dispondrá el jefe de la zapa que la segunda pareja rebaje en $0^m,3$ ó $0^m,4$ la altura del macizo; las tierras escavadas se arrojarán detrás de los cestones cuarto y quinto.

El jefe de la zapa advertirá á la brigada *Atencion para conversar el ceston relleno*; en seguida mandará:

1=*A la vigueta, á los fajos.*

2=*A los garfios.*

3=*A conversar el ceston relleno.*

A la voz *A la vigueta, á los fajos*, la cuarta pareja hace pasar dos fajos de zapa y un saco de lana á la primera; el número 1 coloca el saco de lana y lo mantiene con la horquilla del modo esplicado; el número 2 coloca los dos fajos como se ha dicho; mientras llegan á la primera pareja la vigueta, los dos fajos y el saco de lana, esta habrá hecho retroceder el mantelete hasta que toque al fajo de zapa que hay en la junta del tercero y cuarto ceston.

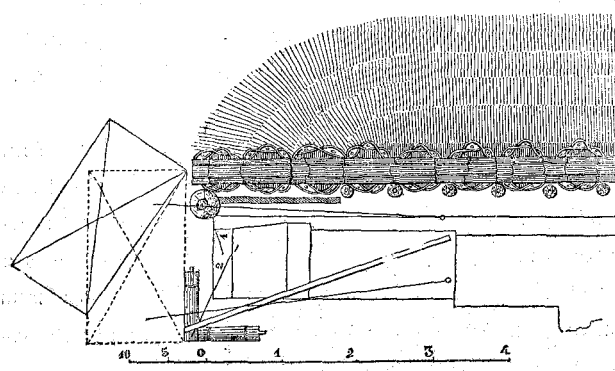


Fig. 47.

El número 2 recibe en seguida la vigueta de 4^m de longitud y coloca el estremo entre el ceston relleno y los dos fajos de zapa.

A la voz *A los garfios*, los números 3 y 5 toman el garfio de la berma y lo enganchan á la tercera parte de la altura del ceston relleno sobre el terreno; los 4 y 6 toman el garfio del revés, lo desenganchan y vuelven á enganchar á la altura referida; los números 7 y 8 avanzan y se preparan á obrar sobre el estremo de la vigueta.

A la voz *A conversar el ceston relleno*, el número 1 mantiene en su posicion el saco de lana valiéndose de su horquilla; el número 2, primero á mano y despues con la horquilla de $2^m,5$

de largo, mantiene los fajos de zapa en su posicion respecto al ceston relleno; los 3 y 5 retienen fuertemente este ceston contra el primero de la cestonada; los 4 y 6 lo empujan adelante; los 7 y 8 obran simultáneamente sobre el estremo de la vigueta, combinando sus esfuerzos con los empujes de los 4 y 6; á medida que el ceston relleno conversa, el número 1 va adelantando el saco de lana.

ZAPA SEMILLENA.

Cuando los Zapadores no tienen que temer sino fuegos de flanco en direccion casi perpendicular á la de la zapa, pueden trabajar sin llevar ceston relleno delante, puesto que el primer Zapador ó la primera pareja se encuentran cubiertos por el mantelete y los últimos cestones de la cestonada al colocar nuevos cestones.

Este género de zapa, aplicable en algunos casos, se llama *semillena* y se ejecuta del mismo modo que la zapa llena, suprimiendo solamente las voces y maniobras que se refieren al ceston relleno.

ZAPA SEMIVOLANTE.

Se llama zapa *semivolante* aquella en que se alterna la llena con la volante.

Cuando trabajando á la zapa volante el fuego de la plaza sea tan mortífero que haya que retirar los trabajadores, se dejará entonces una brigada de Zapadores encargada de ir llenando sucesivamente los cestones ya colocados y continuar despues el trabajo á la zapa llena.

Cuando trabajando á la zapa llena, el fuego no sea muy vivo, ó cuando durante la noche se quiera acelerar la marcha del trabajo, entonces se pasa de la zapa llena á la volante.

De tres modos puede hacerse esto último.

Primer método. Los cuatro sirvientes y el Sargento jefe de la brigada, si se ejecuta la zapa llena por el primer método, y el mismo Sargento y cuatro Zapadores de los que dirigen el ensanche de la trinchera si se marcha á la zapa llena por el segundo método, salen de la trinchera llevando cuatro cestones, empujan el ceston relleno, colocan los cuatro cestones en la alineacion de la cestonada y se retiran; la brigada que trabajaba á la zapa llena llenará estos cestones trabajando de este modo, pero con la supresion de adelantar el ceston relleno y colocar nuevos cestones.

Segundo metodo. Los cuatro sirvientes y el Sargento jefe de la brigada, si se marcha á la zapa llena por el primer método, y el mismo Sargento y cuatro Zapadores de los que dirigen el ensanche de la trinchera si se marcha á la zapa llena por el segundo método, salen de la trinchera provistos de cestones; dos de ellos empujan el ceston relleno y colocan un nuevo ceston, repitiendo la maniobra hasta colocar ocho cestones; el Sargento y los cuatro Zapadores dichos llenan los ocho cestones escavando delante de ellos; á esta escavacion se darán las dimensiones de la segunda forma si se ejecuta la zapa llena por el primer método, y de la tercera si se ejecuta por el segundo.

Mientras el Sargento y los cuatro Zapadores referidos llenan los ocho cestones colocados, la brigada que trabaja á la zapa llena continúa de este modo hasta el último ó dos últimos cestones que ella haya colocado; establece coronamiento permanente en los ocho cestones de la cabeza de zapa y pasa á ocupar el espacio de los ocho cestones colocados por el Sargento y los cuatro Zapadores, que se retiran á su puesto despues de haber dado á la escavacion las dimensiones dichas y coronado los cestones con faginas ordinarias.

Si pudiese repetirse la maniobra, la brigada da á la escavacion las dimensiones de la cuarta forma del primero ó segundo método; hecho esto se entrega la escavacion á los tra-

bajadores ordinarios y la brigada pasa á ocupar el espacio enfrente de otros ocho cestones colocados y llenos del modo esplicado; si el fuego hiciese muy peligrosa la repeticion de la maniobra, la brigada continúa el trabajo á la zapa llena.

Tercer método. La brigada da á la escavacion de la cabeza de zapa las dimensiones de la cuarta forma del primero ó segundo método, segun trabaje; despues prepara una rampa de salida enfrente de los dos primeros cestones, y se retira á la parte ensanchada de la trinchera, en donde toma cuatro cestones ordinarios rellenos de fajos de zapa, á los que se habrán aserrado los piquetes centrales.

Un destacamento de trabajadores ordinarios, cuya fuerza graduará el jefe de la zapa, sube por la rampa, da un cuarto de conversion al ceston relleno hácia el revés de la zapa y establece y llena una cestonada á la zapa volante; la brigada de Zapadores marcha á la cola, se establece delante de los ocho cestones últimamente colocados, escava las formas de la cabeza de zapa, coloca á la cabeza del trabajo y en direccion perpendicular á la cestonada los cuatro cestones rellenos de fajos de zapa, y espera la llegada del material necesario para continuar el trabajo á la zapa llena.

ZAPA DOBLE.

La zapa doble se compone de dos zapas llenas simples cuyos cestones rellenos avanzan unidos.

Primer método.—(Fig. 48). El intérvalo entre las dos cestonadas es de 4^m, de suerte que deduciendo $0^m,6$ para las dos bermas y 2^m para la anchura superior de las dos zapas llenas simples ejecutadas por el primer método, quede en medio de la zapa doble un dado de tierra de $1^m,4$ de espesor, que debe ser escavado por los trabajadores ordinarios; la zapa adquiere entonces una anchura superior de $3^m,4$; $2^m,9$ de anchura inferior y 1^m de profundidad; cuando lo permita el terreno puede

profundizarse mas para desenfilar el interior de la zapa doble.

Los dos cestones rellenos se tocan por sus estremos y entre cada uno en $0^m,3$ la cestonada lateral correspondiente; generalmente se les une de un modo invariable con cuerdas ó una vigueta para que no se desunan al avanzarlos; enfrente de la junta se coloca un saco de lana que los Zapadores de cabeza de cada brigada mantienen con las horquillas.

Corte y vista por E F.

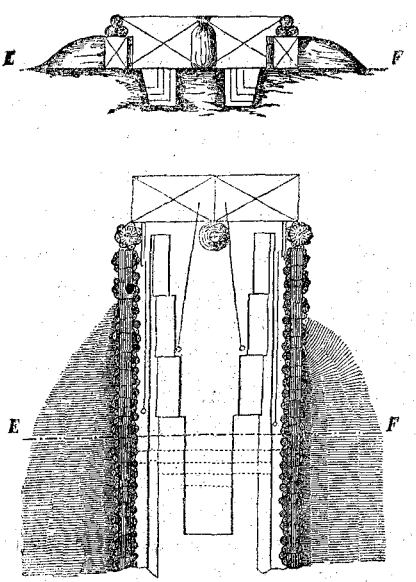


Fig 48.

Escala de 0 1 2 3 4 5 6 *metros* $\left(\frac{1}{100}\right)$ *para las figuras* 48 *y* 49.

Las dos brigadas de la zapa doble tienen cada una un jefe de brigada, pero son mandadas por un solo Oficial jefe de zapa, que se coloca en el sitio que le parece mas conveniente.

Las maniobras y voces de mando esplicadas en el primer

método de la zapa llena simple, se ejecutan y dan del mismo modo en la zapa doble, haciéndose simultáneamente por las dos brigadas.

Para colocar un nuevo ceston, el jefe de la zapa cuidará de no dar la voz de *Atencion* hasta que los números 1 de ambas brigadas hayan dado la voz de *Alto*; la brigada que concluye antes que la otra agrandará las formas mientras no oiga dicha voz.

Velocidad de la zapa doble. La necesidad de esperarse una á otra las brigadas retarda un poco la marcha de la zapa doble, que por este motivo no avanza mas que un ceston en quince minutos.

Segundo método.—(Fig. 49.) Este método consiste en marchar las dos zapas llenas simples por el segundo método; las dos brigadas estarán mandadas cada una por un jefe, pero solo hay uno para las dos zapas.

Corte y vista por A B.

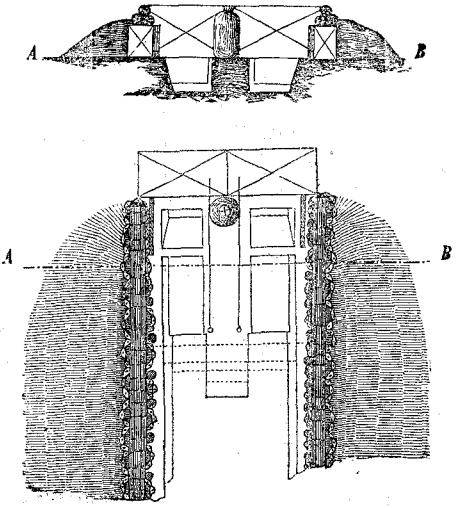


Fig. 49.

El intérvalo entre las dos cestonadas es tambien de 4^m y deduciendo $2^m,5$ por la anchura superior de las dos zapas simples y $0^m,6$ por las dos bermas, queda un dado de tierra de $0^m,9$ de espesor, que debe ser escavado por los trabajadores ordinarios; hecho esto la zapa doble adquiere las dimensiones citadas en el primer método, observándose lo esplicado en el mismo sobre los dos cestones rellenos y marcha uniforme y simultánea de ambas brigadas; cuando una de estas concluya antes que la otra, rebajará la altura del macizo, arrojándose las tierras de los cestones cuarto y quinto.

Velocidad de la zapa doble. La velocidad de la zapa doble, ejecutada por el segundo método, es de dos cestones cada veinte y cinco minutos.

Traveses de la zapa doble. Como la zapa doble marcha casi siempre directamente hácia las obras de la plaza, es preciso dejar de distancia en distancia traveses que la preserven de los fuegos de enfilada (fig. 50), llamándose estos traveses *dientes* cuando se dejan alternativamente á derecha é izquierda y *dados* cuando las rodea.

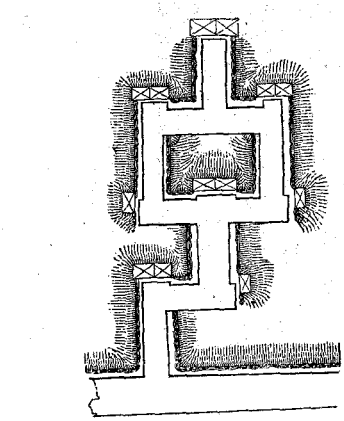


Fig. 50.

La ejecucion de los traveses se esplicará al tratar de los *retornos* de las zapas.

En la zapa doble, los parapetos tienen poco espesor: su marcha recta hácia las obras de la plaza la espone mucho á los fuegos de enfilada y la cabeza del trabajo carece de proteccion lateral contra las salidas.

ZAPA SEMIDOBLE.

La zapa semidoble se aplica especialmente en el coronamiento del camino cubierto y se ejecuta por una sola brigada de Zapadores, formando un parapeto de cada lado; uno de ellos es el permanente, el otro es provisional y no es mas que una fila de cestones llenos de sacos á tierra; las dos cestonadas distan $1^{m},7$ y se establecen al mismo tiempo.

PRIMER MÉTODO.—(Fig. 51.) La cestonada permanente se establece á la zapa llena simple siguiendo el primer método.

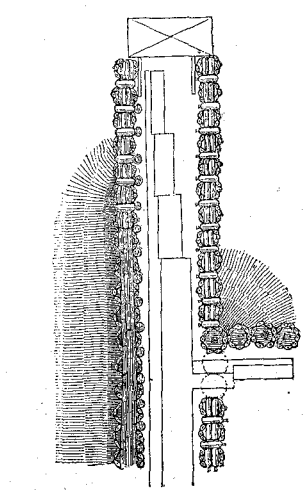


Fig. 51.

A la voz *Al ceston* se hacen pasar dos cestones al Zapador número 1, que coloca uno sobre el revés contra el ceston relleno y el otro como ordinariamente del lado de la berma de la zapa.

A la voz *Adelante*, este Zapador coloca primero el ceston de la zapa ordinaria y despues el del revés, cuidando que este último sea cubierto en $0^m,3$ por el ceston relleno.

Despues de la voz de *Bien* que se habrá dado en cuanto los dos cestones se hallen bien colocados, el jefe de la zapa mandará: *A los fajos, á los sacos.* Si se tienen dos manteletes, el Zapador número 1 los hace avanzar como se ha indicado en el primer método de la zapa llena simple; si no hay manteletes se pasan al Zapador número 1 dos fajos que coloca de cada lado en los ángulos formados por el ceston relleno y por los dos cestones de cabeza; despues este mismo Zapador llena el ceston del revés con diez sacos á tierra, sirviéndose para esto del hierro de su pala que presenta al Zapador número 2 para recibir los sacos, arrojándolos en seguida dentro del ceston; en cuanto esté lleno de sacos á tierra y el ceston ordinario de tierras, corona los dos con dos faginas de coronamiento provisional cada uno, ó con sacos á tierra, con el objeto de tener en la cabeza de zapa los menos materiales posibles.

Cuando por consecuencia del adelantamiento de la zapa, se hallen colocados en el revés y detrás del cuarto Zapador diez cestones provisionales, el jefe de ella manda emprender inmediatamente detrás de aquel y perpendicularmente al revés de la misma, una pequeña trinchera á la zapa semillena; el parapeto de esta trinchera debe ser suficiente para cubrir la zapa ensanchada de detrás; se suprime en seguida la cestonada provisional de detrás; de este modo solo la cabeza del trabajo se encuentra encajonada entre las dos cestonadas y todo lo que queda protegido por la pequeña trinchera puede recibir la anchura conveniente.

Por último (fig. 52), se destruyen estos pequeños traveses

en cuanto se hayan construido los grandes que sean necesarios contra los fuegos de enfilada y de revés de la artillería ó fusilería.

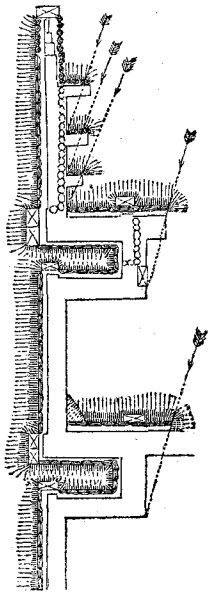


Fig. 52.

Segundo método.—(Fig. 53.) Este método consiste en ejecutar la zapa llena simple para la cestonada permanente por el segundo método; las dos cestonadas distan como se ha dicho $1^{m},7$ una de otra.

Despues de haber hecho la maniobra de cambiar de puestos, para colocar dos nuevos cestones en cada una de las cestonadas, á la voz de *Atencion* los números 1 y 3 hacen lo esplicado en el segundo método; los 2 y 4 hacen retroceder igualmente el mantelete de la cestonada provisional.

A la voz *A los cestones* se pasarán cuatro en vez de dos; los dos que se han de colocar en la cestonada permanente se pondrán delante del ceston relleno; los dos de la cestonada

provisional sobre el revés, á la altura de la primera pareja.

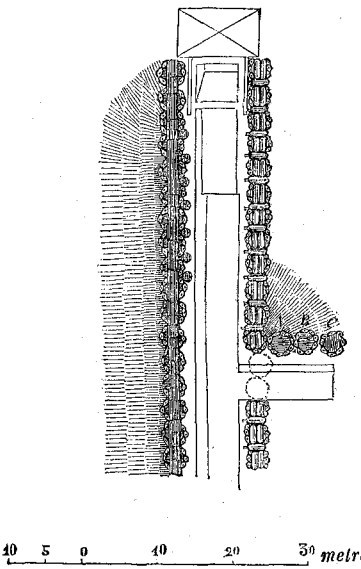


Fig. 53.

A la voz *A los garfios*, como se ha esplicado en el segundo método.

A la voz *Adelante*, se colocarán primero los dos cestones de la cestonada permanente; en seguida los números 1 y 2 cambian entre sí sus horquillas y colocan los dos cestones de la cestonada provisional, cuidando que queden cubiertos $0^{m},3$ por el ceston relleno.

A la voz de *Bien*, como se ha esplicado en el segundo método; además los números 2 y 4 empujan el mantelete de la cestonada provisional hasta que toque al ceston relleno.

A la voz *A los fajos*, se hacen pasar cuatro; los números 1 y 3 colocan los suyos como se ha esplicado; los números 2 y 4 colocan fajos de zapa en las uniones del cuarto ceston de la cestonada provisional con los tercero y quinto.

El jefe de la zapa dará en seguida la voz de *A los sacos*; á esta voz los números impares hacen pasar sacos á tierra al número 1 y los pares al número 6; el número 2 presenta la concavidad del hierro de su pala al número 1 para recibir los sacos, los que arrojará dentro del primer ceston del revés; el número 4 presenta igualmente su pala al número 6 y llena de sacos el segundo ceston provisional; los números 2 y 4 colocan en cuanto esten llenos dos sacos á tierra de coronamiento en cada uno de ellos, y además uno en cada una de las uniones superiores del segundo ceston con el primero y tercero.

A la voz *Al trabajo*, como se ha esplicado en el segundo método de la zapa llena simple.

Cuando haya diez cestones provisionales detrás de la cuarta pareja, el jefe de la zapa manda emprender detrás de dicha pareja una pequeña trinchera con el objeto esplicado en el primer método; para construirla se derriban los cestones pro-

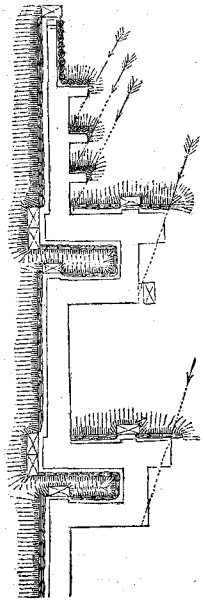


Fig. 54.

visionales 13 y 14; se colocará el ceston *A*, y se escavará hasta enfrente del medio del mismo, dando á la escavacion 1^m de anchura superior y $0^m,5$ de profundidad; se colocarán sucesivamente los cestones *B* y *C*, avanzando en la escavacion por escalones; la anchura con que debe quedar la pequeña trinchera es de 1^m en la parte superior y 1^m de profundidad; enseguida se quitan los cestones provisionales de detrás, y por último, se destruyen los pequeños traveses así que se construyan los grandes que sean necesarios (fig. 54).

Si la direccion de los fuegos de revés formase un ángulo muy agudo con la direccion de la zapa, podrá suprimirse la cestonada provisional, empleando en su lugar cestones rellenos (fig. 55).

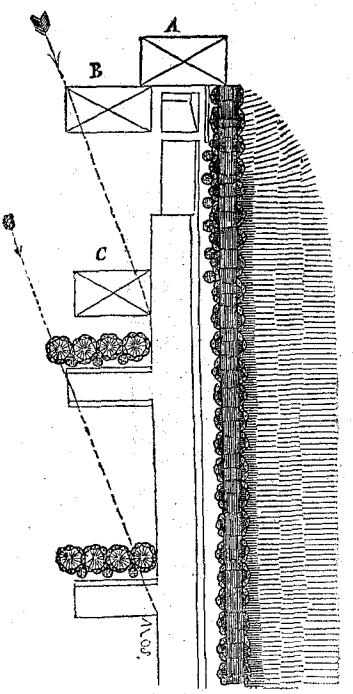


Fig. 55.

Escala para las figuras 55, 56 *y* 57.

10 5 0 1 2 3 4 5 6 *metros.*

A la cabeza del trabajo se llevarán dos cestones rellenos *A* y *B*, un tercer ceston *C*, colocado de modo que la prolongacion de su eje pase por la junta del octavo y noveno ceston; el ceston *B*, será empujado con los garfios despues que lo haya sido el *A*; al colocar dos nuevos cestones, se hará adelantar despues al ceston *C*, de modo que se mantenga á la altura dicha; los pequeños traveses se construirán al abrigo del ceston *C*, que protegerá el principio del trabajo.

UNION DE DOS ZAPAS SIMPLES.

Las zapas simples marchan una hácia otra, bien para formar una trinchera contínua, ó para reunirse en zapa doble; la maniobra de la union se ejecuta del mismo modo en ambos casos.

PRIMER METODO.—(Fig. 56). Si se marcha á la zapa llena por el primer método, se detienen las dos zapas cuando los últimos cestones colocados estén á 4^m de distancia uno de otro; se darán á las dos zapas la anchura y profundidad de la cuarta forma, teniendo cuidado de no echar tierras detrás de los cestones de la cabeza; en seguida se coronan las dos cestonadas.

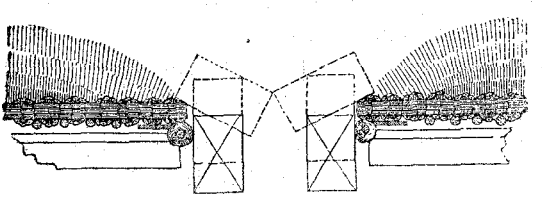


Fig. 56.

Las dos brigadas trasladarán los cestones rellenos por el primer método, hasta que rebasen en $0^m,3$ el alineamiento esterior de las cestonadas y despues hacen conversar los mismos cestones por el primer método, teniendo cuidado de obrar simultánea y uniformemente.

Cuando la conversion, aunque no concluida (fig. 57), se encuentre bastante adelantada para que las viguetas y los garfios no puedan emplearse á causa de su oblicuidad, los Zapadores números 1 y 2 de ambas brigadas prolongan las dos zapas con 1^m de anchura y 1^m de profundidad en una estension próximamente de $1^m,12$, echando las tierras sobre el revés; entonces los cuatro Zapadores de cada brigada avanzan á la cabeza de sus zapas y armados con las horquillas y garfios acaban de empujar á los dos cestones rellenos en el hueco esterior de las dos zapas, cuidando de concertar sus esfuerzos para que los cestones no se separen y tomen sucesivamente las posiciones indicadas en la figura.

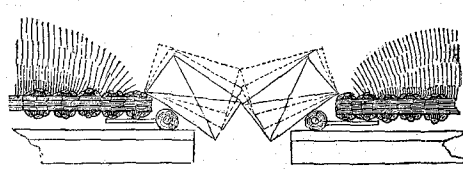


Fig. 57.

Una de las brigadas debe estar provista de un saco de lana para cerrar el hueco que momentáneamente pudiese haber entre los dos cestones rellenos.

Segundo método. Si se ejecuta la zapa llena por el segundo método, las dos zapas se detienen cuando haya 4^m de distancia entre los cestones últimamente colocados; se cambiará de puestos, y se rebajarán los macizos de ambas zapas en $0^m,3$ teniendo cuidado de no echar tierras detrás de los cestones de la cabeza; las dos brigadas trasladarán los cestones rellenos por el segundo método hasta que rebasen en $0^m,3$ el alineamiento esterior de las cestonadas; despues se conversan los cestones rellenos por el segundo método teniendo cuidado de obrar simultánea y uniformemente.

Cuando la conversion, aunque no concluida, se encuentra

bastante adelantada para que las viguetas y garfios no puedan emplearse á causa de su oblicuidad, se prolongan las dos zapas en 1^m,3 cada una, ejecutando las dos brigadas lo esplicado para la voz de *Al trabajo* en el segundo método de la zapa llena simple; las tierras se arrojarán en el revés, se cambiará de puestos y en cada brigada los números 1 y 2 tomarán una horquilla, otra los 3 y 4, un garfio los 5 y 6, y otro los 7 y 8, avanzando á la cabeza de las zapas y acabando de empujar á los cestones rellenos en el hueco esterior de las dos zapas, cuidando ambas brigadas de concertar sus esfuerzos para que los cestones no se separen y tomen sucesivamente las posiciones indicadas en la figura 57.

Una de las brigadas debe estar provista de un saco de lana para cerrar el hueco que momentáneamente pudiera formarse entre los dos cestones rellenos.

RETORNOS DE LAS ZAPAS.

Un retorno de zapa es un cambio de direccion por el cual el parapeto que estaba á la izquierda en la zapa primitiva se encontrará á la derecha en la nueva direccion, y recíprocamente.

En esta maniobra hay tres casos diferentes:

1.er CASO.—RETORNO DE ZAPA SIMPLE EN ZAPA SIMPLE.

PRIMER MÉTODO.—(Fig. 58.) Para ejecutar un retorno recto, es decir, en escuadra sobre la direccion de la zapa primitiva, si se marcha á la zapa llena por el primer método, el jefe advertirá al Zapador número 1 que en vez de prolongar su forma hasta enfrente del medio del ceston últimamente colocado, la detenga á 0^m,6 del ceston relleno; en cuanto esté lleno el ceston últimamente colocado, el jefe de la zapa dará las voces siguientes:

Corte y vista por A B.

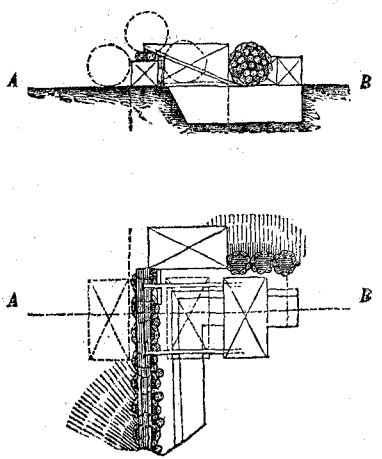


Fig. 58.

1=*A preparar el retorno.*
2=*A coronar.*
3=*A las viguetas, á los cestones.*
4=*A los garfios.*
5=*Adelante.*
6=*A desembocar.*

A la voz *A preparar el retorno*, el Zapador número 1, despues de haber fijado el ceston relleno por medio de piquetes si fuese necesario, empieza paralelamente á este ceston y á $0^m,6$ de distancia una nueva forma, á la cual da las dimensiones ordinarias de $0^m,5$ de anchura y otro tanto de profundidad, y la prolonga hasta que rebase en 2^m el estremo interior del ceston relleno, colocando á continuacion de este y á la zapa semillena tres cestones ordinarios para formar el espaldon de la forma auxiliar.

Los otros Zapadores continúan sus formas ordinarias y cuando el número 1 haya llegado al estremo de la forma auxiliar, dan á esta y á la zapa al mismo tiempo, 1^m de profundidad y

1^m de anchura superior. Los números 1 y 2 en el espaldon echan las tierras de la escavacion detrás del parapeto de aquel; los 3 y 4 en la estremidad de la zapa cuidarán de arrojarlas detrás de los cestones quinto y sesto, no debiendo caer ningunas detrás de los cuatro cestones de la cabeza.

Durante este tiempo los sirvientes transportan cerca de la cabeza de la zapa un ceston para rellenar y dos viguetas de $2^m,5$ de longitud.

A la voz *A coronar*, que se dará en cuanto los Zapadores números 3 y 4 hayan terminado la escavacion de la parte en donde están colocados, estos dos Zapadores coronan exactamente los cuatro ó cinco cestones de la cabeza con dos filas de faginas colocadas una al lado de la otra y de manera que enrasen bien las puntas de los piquetes.

A la voz *A las viguetas, á los cestones*, los mismos Zapadores números 3 y 4 reciben de los sirvientes las dos viguetas y las tienden á derecha é izquierda de la escavacion del espaldon; despues colocan, ayudados de los sirvientes, el ceston para rellenar sobre las dos viguetas, dejando un intérvalo de $0^m,2$ entre la estremidad de dicho ceston y el relleno de la zapa primitiva; en seguida rellenan el ceston con faginas, haciéndolo despues rodar de la escavacion del espaldon, y disponiendo las viguetas en rampa desde el revés de la zapa al vértice del coronamiento; estas operaciones deben terminarse al mismo tiempo que la escavacion del espaldon por los Zapadores números 1 y 2.

A la voz *A los garfios*, los Zapadores 1 y 2 se arman con una horquilla cada uno; los Zapadores números 3 y 4 cada uno con un garfio, colocándose los cuatro en la escavacion del espaldon prontos á obrar para hacer subir al nuevo ceston relleno.

Los sirvientes números 1 y 2, armados de horquillas, se deslizan por bajo del ceston á fin de empujarlo; los sirvientes números 3 y 4 se preparan á ayudar en caso de necesidad; están provistos de cuerdas con ganchos que los sirvientes 1 y 2 deben

fijar á las estremidades de un mismo piquete del nuevo ceston relleno, un poco antes que llegue al vértice de la cestonada, para poder retenerlo en el caso que tendiese á rodar y por consiguiente á alejarse de la cestonada.

A la voz *Adelante*, los Zapadores y sirvientes obran sobre el ceston relleno para hacerlo subir por las viguetas hasta el coronamiento de la cestonada; al mismo tiempo los sirvientes números 1 y 2 fijan las cuerdas de retenida, se hace pasar el ceston relleno por el vértice de la cestonada y descender por el lado opuesto.

Para evitar que el ceston relleno derribe en la maniobra los cestones sobre los cuales pasa, se unirán estos entre sí por medio de cuerdas, ó se les retendrá por medio de las mismas.

A la voz *A desembocar* (fig. 59), los Zapadores números 3 y 4, armados de los garfios, derriban en la trinchera el segundo y tercer ceston de la zapa primitiva, dejando en su sitio el primero que formará parte de la nueva cestona; en seguida atraen el ceston relleno si este se hubiese separado.

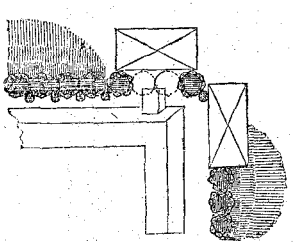


Fig. 59.

metros $\left(\frac{1}{100}\right)$

Escala para las figuras 58 *á* 63.

Terminada la maniobra, Zapadores y sirvientes dejan los garfios y ordenan el trabajo para empezar la nueva zapa.

Si el retorno fuese oblícuo (fig. 60), se opera al principio como para un retorno recto; despues en la nueva zapa se irán colocando los primeros cestones siguiendo una direccion curva

para ganar poco á poco la verdadera direccion; al mismo tiempo se hace conversar el ceston relleno por el primer método para que resulte en escuadra sobre el principio de la nueva direccion recta.

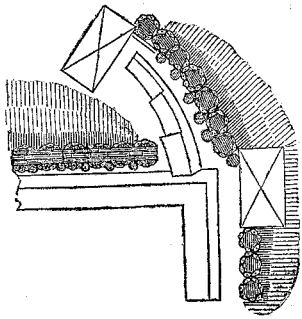


Fig. 60.

Segundo metodo.—(Fig. 61). Ejecutando la zapa llena por el segundo método, al hacer la escavacion correspondiente á los seis primeros cestones de la cabeza de zapa, es decir, de los seis últimamente colocados, no se echarán tierras detrás de los cestones 1, 2, 3, 4 y 5, arrojándolas lo mas lejos que se pueda en el revés.

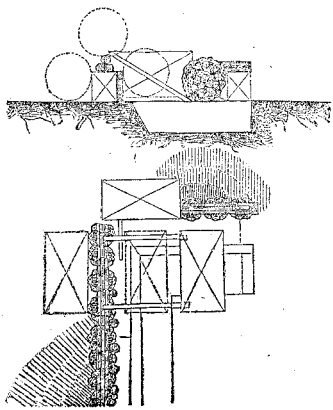


Fig. 61.

Al hacer la escavacion correspondiente á los cestones 1 y 2, se advertirá á la primera pareja que en vez de empezar su escavacion enfrente del medio del ceston 1, se empiece á 0^m,6 del ceston relleno; las dimensiones de la primera forma serán las esplicadas en el segundo método de la zapa llena simple, pero las del macizo serán menores.

Cambiados los puestos de las parejas, dará el Oficial jefe de la zapa las voces siguientes:

1.=*A preparar el retorno.*

2.=*A los cestones.*

3.=*Al trabajo.*

4.=*A las viguetas.*

5.=*A los garfios.*

6.=*Adelante.*

7.=*A desembocar.*

A la voz *A preparar el retorno*, el Zapador número 1 asegura con piquetes el ceston relleno si fuese necesario; el Zapador número 2 desengancha el garfio del revés.

A la voz *A los cestones* se pasan tres cestones por el revés, el Zapador número 2 coloca el ceston 7, y el Zapador número 4 los cestones 8 y 9, valiéndose para ello del garfio.

A la voz *Al trabajo*, el Zapador número 1 sale de la forma y poniéndose de rodillas en la berma del espaldon, con la espalda al ceston relleno y cerca del ceston 7, empieza la escavacion de dicho espaldon, la cual tendrá 1^m,25 de anchura superior, 1^m de profundidad y otro tanto de anchura inferior; la berma será de 0^m,6 enfrente de los cestones 7, 8 y 9.

El Zapador número 2, dará la espalda á la cestonada primitiva, y ayudará al número 1 en la escavacion del espaldon; las tierras se arrojarán dentro de los cestones 7, 8 y 9.

La segunda pareja destruirá el macizo, arrojando las tierras de modo que caigan dentro de los cestones 7, 8 y 9 y detrás de ellos; en cuanto estén llenos, el número 1 da la voz de *A coronar*, á la cual se le pasan tres faginas ordinarias y una

horquilla, coronando los tres cestones del espaldon; hecho esto y concluida la destruccion del macizo, los Zapadores números 3 y 4 pasan á ayudar á los números 1 y 2 en la escavacion del espaldon.

Las parejas tercera y cuarta ensanchan y profundizan la zapa, dándola $1^m,25$ de anchura superior, 1^m de anchura inferior y otro tanto de profundidad; las tierras se arrojan detrás de la cestonada primitiva de modo que no caigan detrás de los cinco primeros cestones, ó bien detrás del ceston relleno y cestones del espaldon; mientras tanto se transportan á la cabeza de la zapa un ceston para rellenar y dos viguetas de $2^m,5$ de largo.

A la voz *A las viguetas*, dada en el momento en que la zapa haya recibido las dimensiones citadas, los Zapadores números 5 y 6 reciben las dos viguetas y las tienden á uno y otro lado de la escavacion del espaldon; antes se quitará el mantelete y se colocará un fajo de zapa en la union del ceston relleno y del ceston 1, quitándose el que hay en la union de los cestones 3 y 4; la tercera y cuarta pareja colocan el ceston que se va á rellenar sobre las dos viguetas, dejando un intérvalo de $0^m,2$ entre la estremidad de dicho ceston y el relleno de la zapa primitiva; en seguida rellenan el ceston con faginas, haciéndolo despues rodar hácia la cola de la escavacion del espaldon y disponiendo las viguetas en rampa desde el revés de la zapa al vértice del coronamiento. Terminada esta operacion y la de la escavacion del espaldon, dará el jefe de la zapa la voz de *A los garfios*, á la cual los Zapadores números 1 y 2 se arman con horquillas, los números 3 y 4 con garfios, colocándose los cuatro en la forma del espaldon, prontos á obrar para hacer subir el nuevo ceston relleno; los Zapadores números 5 y 6, armados de horquillas, se deslizan por bajo el ceston á fin de empujarlo; los números 7 y 8 se preparan á ayudar en caso de necesidad; están provistos de cuerdas con ganchos que los 5 y 6 deben fijar en los estremos de un mismo piquete del nuevo ceston re-

lleno un poco antes que llegue al vértice de la cestonada para poder retenerlo en caso que tendiera á rodar y por consiguiente á alejarse de la cestonada.

A la voz *Adelante*, los ocho Zapadores obran sobre el ceston relleno para hacerlo subir por las viguetas hasta el coronamiento de la cestonada; al mismo tiempo los números 5 y 6 fijan las cuerdas de retenida, se hace pasar el ceston relleno por el vértice de la cestonada y descender por el lado opuesto.

Para evitar que el ceston relleno derribe en la maniobra los cestones sobre los cuales pasa, se unirán estos entre sí por medio de cuerdas, ó se les retendrá por medio de las mismas.

A la voz *A desembocar* (fig. 62), los Zapadores números 1 y 2 quitan el coronamiento de los cestones 1, 2, 3 y 4; los Zapadores números 3 y 4 con los garfios derriban los cestones 2, 3 y 4, atrayendo en seguida el ceston relleno si se hubiere desviado; el ceston 1 permanece en su sitio y será el primero de la nueva cestonada; terminada la maniobra, los Zapadores números 1 y 2 ejecutan sobre la berma de la zapa primitiva una escavacion de $0^m,7$ de profundidad, $1^m,12$ de anchura superior y $0^m,95$ de anchura inferior; la escavacion llega hasta enfrente del medio del ceston 1; la berma de $0^m,3$; las parejas se ordenarán para emprender el trabajo de la nueva zapa.

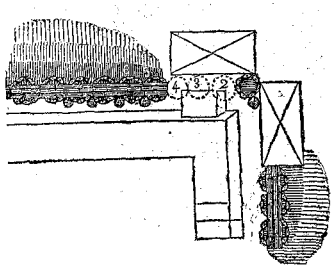


Fig. 62.

Si el retorno fuese oblícuo (fig. 63), se opera al principio como para un retorno recto; despues en la nueva zapa se irán

colocando los primeros cestones siguiendo una direccion curva para ganar poco á poco la verdadera direccion; al mismo tiempo se hace conversar el ceston relleno por el segundo método para que resulte en escuadra sobre el principio de la nueva direccion recta.

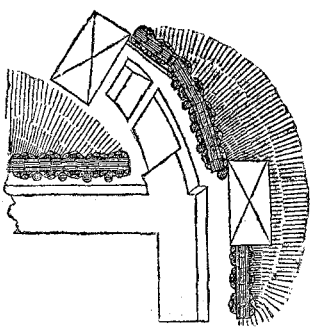


Fig. 63.

2.° CASO.—**RETORNO DE ZAPA SIMPLE EN ZAPA DOBLE.**

PRIMER MÉTODO.—(Fig. 64.) Ejecutándose la zapa llena por el primer metodo, se ejecutará la maniobra del retorno de zapa

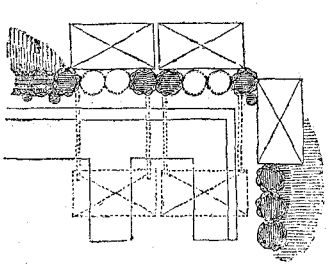


Fig. 64.

metros $(\frac{1}{100})$.

Escala para las figuras 64 á 69.

simple en zapa simple por el primer método, sin dar la voz de *A desembocar*; se avanzan cuatro cestones mas en la direccion primitiva; los sirvientes números 3 y 4 derriban los cestones del primer espaldon y arrojan las tierras en el revés; en seguida se repite la maniobra del retorno, teniendo cuidado de colocar el segundo ceston relleno de modo que pueda justaponerse en el primero que está ya del otro lado de la cestonada; en esta segunda maniobra se da la voz de *A desembocar*, derribándose delante de cada ceston relleno los dos cestones que es necesario quitar para emprender la zapa doble por el primer método.

Así que el segundo ceston relleno haya caido del otro lado de la cestonada, se puede destruir el dado de tierras que existe entre los dos espaldones, arrojando las tierras detrás del segundo ó sobre el revés de la trinchera.

Segundo metodo.—(Fig. 65). Marchando á la zapa llena por el segundo método, se ejecutará la maniobra del retorno de zapa simple en zapa simple por el segundo método, sin dar la voz de *A desembocar*; se avanzan cuatro cestones mas en la di-

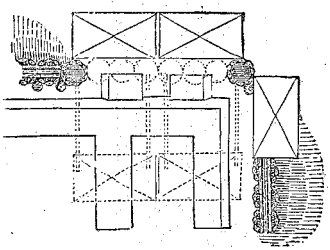


Fig. 65.

reccion primitiva; en este avance las dos primeras formas tendrán las dimensiones esplicadas en el segundo método de la zapa llena simple, pero su posicion relativa á los cestones de la zapa primitiva será distinta; la cuarta pareja derribará los cestones del primer espaldon y arrojará las tierras en el revés;

en seguida se repite la maniobra del retorno, teniendo cuidado de colocar el segundo ceston relleno de modo que pueda justaponerse con el primero que está ya del otro lado de la cestonada; en esta segunda maniobra se da la voz de *A desembocar*, derribándose delante de cada ceston relleno los tres cestones que es necesario quitar para emprender la zapa doble por el segundo método; los cestones 1 y 2 son los primeros en sus respectivas cestonadas.

Así que el segundo ceston relleno haya caido del otro lado de la cestonada, se puede destruir el dado de tierras que existe entre los dos espaldones, arrojando las tierras detrás del segundo ó sobre el revés de la trinchera.

Tercer metodo.—(Fig. 66). Ejecutando la zapa llena por el segundo método, se tomará la precaucion de no arrojar tierras detrás de los ocho cestones últimamente colocados; se hará el retorno de zapa simple en zapa simple por el segundo método del primer caso, haciendo pasar el ceston relleno *A* del otro lado de la cestonada y dando la voz de *A desembocar*.

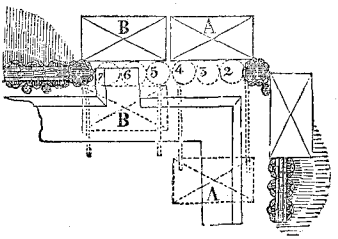


Fig. 66.

Durante la maniobra correspondiente á este retorno y así que la zapa haya recibido hasta enfrente de la junta de los cestones 5 y 6, $1^{m},25$ de anchura superior y 1^{m} de anchura inferior y profundidad, se forma una brigada auxiliar compuesta de cuatro Zapadores; los números 1 y 2 de esta brigada ejecutan en la berma, enfrente de los cestones 6 y 7, una escavacion

de 1^m de anchura superior y otro tanto de profundidad y á $0^m,3$ del ceston 8, debiendo desaparecer la berma en la estension de 1^m; las tierras se arrojarán en el revés; mientras tanto los números 3 y 4 depositarán en el revés un ceston para rellenar y dos viguetas, las que se colocarán apoyadas en la berma y revés en cuanto se concluya la escavacion que ejecutan los números 1 y 2, y sobre ellas el ceston para rellenar de modo que cubra en $0^m,3$ al ceston 8.

Los cuatro Zapadores rellenan el ceston y cuando esta operacion esté á punto de terminarse quedan encargados de su conclusion los números 3 y 4; los 1 y 2 quitan el coronamiento de los cestones 5, 6, 7 y 8, en seguida se deslizan por bajo el ceston relleno y sentándose delante de los cestones 6 y 7 escavan la parte correspondiente á sus bases; las tierras que llenan dichos cestones caen, y se derriban los cestones vacíos en el fondo de la zapa; despues se derriban los cestones 5 y 8 con las horquillas, sirviéndose de dragas para quitar las tierras que pudiesen impedir el paso del ceston relleno.

Hecho esto, los cuatro Zapadores empujan el ceston relleno *B* haciéndolo pasar por el hueco abierto en la cestonada; en seguida se repone el ceston 8 y se llena.

En cuanto la brigada *A* haya concluido su retorno, se completa la brigada *B*, y emprende la zapa doble por el segundo método.

3.er CASO.—RETORNO DE ZAPA DOBLE EN ZAPA SIMPLE.

PRIMER METODO.—(Fig. 67.) Marchando á la zapa doble por el primer método, la brigada del lado por donde deba ejecutarse el retorno lo verificará segun el primer método del primer caso, con la diferencia de no ser necesarios los cestones del espaldon; la brigada del otro lado ayudará á hacer la escavacion del mismo; la operacion es, pues, mas rápida.

Cuando deba ejecutarse el retorno en ambos lados de la

zapa doble, las dos brigadas ejecutan sucesivamente la misma operacion, la una á la derecha y la otra á la izquierda.

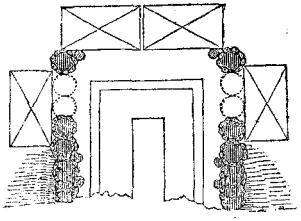


Fig. 67.

SEGUNDO MÉTODO.—(Fig. 68.) Ejecutando la zapa doble por el segundo método, la brigada del lado por donde deba hacerse el retorno, lo ejecutará segun el segundo método del primer caso, sin colocar cestones del espaldon, y ayudando la brigada del otro lado á hacer la escavacion del mismo.

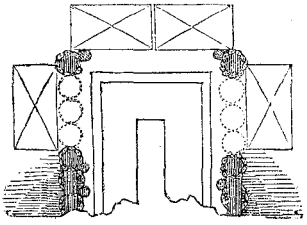


Fig. 68.

Cuando deba ejecutarse el retorno en ambos lados de la zapa doble, las dos brigadas ejecutarán sucesivamente la misma operacion, la una á la derecha y la otra á la izquierda.

DESEMBOCADURA.

Desde una trinchera completamente ensanchada y terminada se trata de desembocar en zapa simple ó doble.

Desembocar en zapa simple.—(Fig. 69.) Se formará una brigada compuesta de un Sargento y ocho Zapadores; estos se numerarán segun el método que haya de emplearse en la zapa llena simple despues de ejecutada la desembocadura.

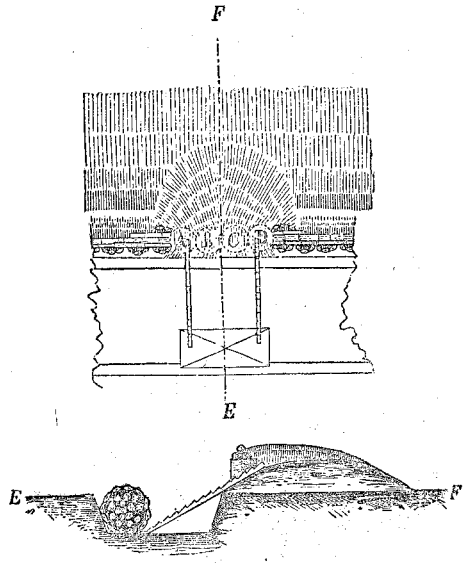


Fig. 69.

La brigada necesita el material siguiente:

Dos garfios de zapa, cuatro horquillas, dos viguetas de $3^m,5$ de longitud labradas á dientes en una de sus caras, dos cuerdas de 10^m á 12^m de longitud con ganchos en sus estremos, dos dragas enmangadas, una de 1^m y la otra de 2^m.

Despues de haber designado en el parapeto de la trinchera los cuatro cestones *A*, *B*, *C* y *D*, que es necesario derribar para dejar paso al ceston relleno de la nueva zapa simple que se va á ejecutar, el Oficial jefe de la zapa dará las voces siguientes:

1=*A preparar la desembocadura.*

2=*A las viguetas, á los garfios.*

3=*Adelante.*

4=Alto.

A la voz *A preparar la desembocadura*, los Zapadores números 1, 2, 3 y 4 reunen á su alcance el material de que se ha hecho mencion; los sirvientes (ó los números 5, 6, 7 y 8) transportan un ceston para rellenar, lo colocan en la trinchera contra el revés, enfrente de los cuatro cestones *A*, *B*, *C* y *D*, ó del hueco que ocupaban, y la rellenan de faginas.

Los Zapadores números 1, 2, 3 y 4 derriban en la trinchera los cestones citados, é igualan las tierras caidas de modo que se forme una rampa que facilite la subida del ceston relleno.

A la voz *A las viguetas, á los garfios*, los Zapadores números 1 y 4 colocan las viguetas en rampa, los dientes hácia arriba, las viguetas un estremo sobre el talud de las tierras caidas y el otro debajo del ceston relleno, á $0^{m},3$ de cada estremidad; los números 1, 2, 3 y 4 se arman cada uno con una horquilla.

El primero y segundo sirviente (ó los números 5 y 6) toman cada uno un largo garfio que depositan en el revés de la trinchera, enfrente del ceston relleno.

El tercero y cuarto sirvientes (ó los números 7 y 8) atan las cuerdas con ganchos á un mismo piquete del ceston relleno y cerca de este y al pié del revés clavarán dos fuertes piquetes de amarraje.

A la voz *Adelante* (fig. 70), los Zapadores obran sobre el ceston relleno, sea á brazo ó empleando los garfios para hacerlo subir hasta el vértice de la rampa; su colocacion para esta maniobra es la siguiente: los Zapadores números 1 y 4 por fuera de las viguetas obran sobre las estremidades del ceston relleno; los Zapadores números 2 y 3 por dentro de las viguetas obran sobre el medio; los cuatro sirvientes (ó los números 5, 6, 7 y 8) empujan detrás con los garfios y combinan sus esfuerzos con los de los otros para que el ceston relleno no quede abandonado ni un momento.

Así que haya llegado al vértice del parapeto se le sigue empujando, pero en el momento en que vaya á descender por el

talud esterior, los sirvientes números 3 y 4 (ó los números 7 y 8) pasan las cuerdas al rededor de los piquetes de amarraje y las aflojan y largan poco á poco á fin de regularizar el descenso del ceston relleno, el que siempre debe permanecer paralelo á la trinchera.

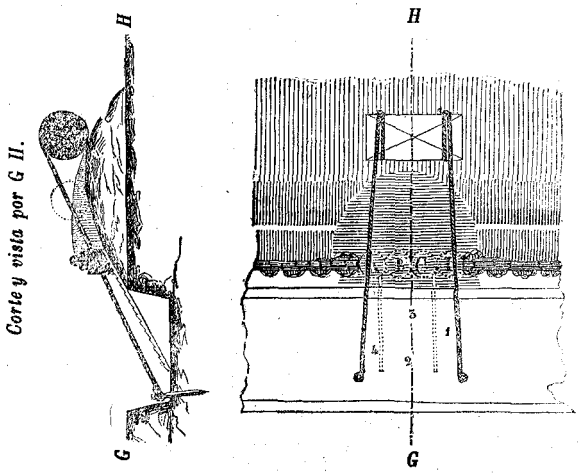


Fig. 70.

metros $\left(\frac{1}{100}\right)$

Escala para las figuras 70, 71 *y* 72.

A la voz de *Alto*, que dará el Oficial jefe de la zapa en cuanto juzgue que el ceston relleno no está mas elevado que $0^{m},6$ sobre la superficie del suelo, los sirvientes (ó los números 5, 6, 7 y 8) fijan las cuerdas á los piquetes de amarraje y los números 1, 2, 3 y 4 reunen en la trinchera las horquillas, garfios y viguetas.

El jefe de zapa mandará emprender la zapa llena simple por el primero ó segundo método.

En el caso en que el parapeto al través del cual se trate de desembocar no cubriese bien el interior de la trinchera despues del derribo de los cestones, se dejan estos en su sitio (fi-

gura 71) y se hace pasar el ceston relleno por encima del coronamiento; el ceston se rellena en el borde del revés; despues que se le haga pasar al otro lado de la cestonada no se derriban sino los cestones puramente precisos para empezar la zapa simple.

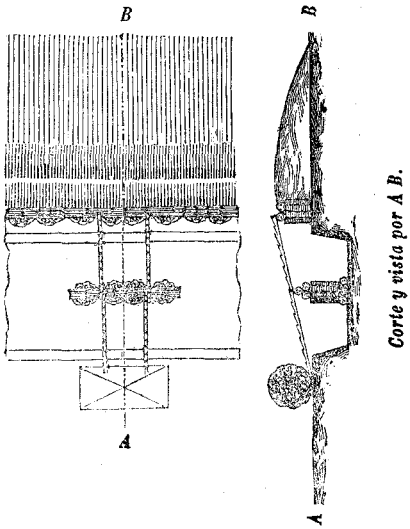


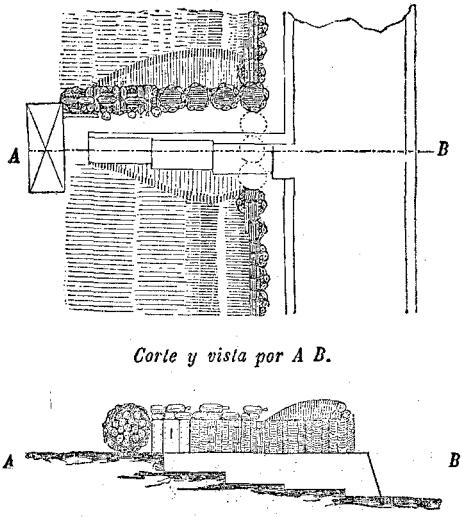
Fig. 71.

Cuando al ejecutar una desembocadura, sea en zapa simple ó doble, por encima de la cestonada ó á través de ella, las viguetas no tuviesen suficiente longitud ó resistencia, se establece con cestones ó faginas un apoyo ó caballete: en la figura 71 se ve un ejemplo.

Desembocar en zapa doble. La desembocadura en zapa doble se ejecutará por cada brigada como se acaba de esplicar para desembocar en zapa simple, con la diferencia de hacer pasar los dos cestones rellenos bien unidos entre sí para que no se separen en la maniobra.

Entrada en zapa simple.—PRIMER METODO. (Fig. 72.) Despues de haber desembocado en zapa simple, si esta se ha de ejecutar

por el primer método, el jefe de la zapa la mandará empezar al través de la masa del parapeto, dando las voces de *Al ceston, A los garfios* etc., suprimiendo aquellas que el estado de las cosas haga momentáneamente inútiles, observando además lo que sigue:



Corte y vista por A B.

Fig. 72.

1.° El alineamiento de los cestones debe ser tal que la mitad de su espesor corresponda con la estremidad del ceston relleno.

2.° El Zapador número 1, perfectamente cubierto por las tierras del parapeto, debe preparar inmediatamente el emplazamiento de dos cestones y colocarlos sobre el terreno natural sin ocuparse en llenarlos; el primero de estos cestones ocupa el sitio del ceston *A* ó del ceston *B* derribado en la maniobra de desembocar; en seguida escava su forma de $0^m,5$ de ancho y $0^m,5$ de profundidad, echando las tierras en la trinchera por medio de la draga; estas tierras las quitan los Zapadores de

detrás que además llenan los dos cestones colocados; en cuanto á los cestones siguientes, el número 1 los llena con las tierras caidas del parapeto, teniendo cuidado de echar hácia atrás las escedentes; en fin, el Zapador número 2 agranda su forma todo lo que pueda.

3.° Los huecos que puedan formarse accidentalmente por desmoronamiento de tierras deben cubrirse inmediatamente con sacos á tierra ó fajos de zapa.

La ejecucion de la desembocadura en zapa simple, correspondiendo la colocacion de los siete primeros cestones que corresponden ordinariamente al espesor del parapeto, exige próximamente siete horas de trabajo.

Segundo metodo.—(Fig. 73.) Despues de desembocar en zapa simple, si esta ha de ejecutarse por el segundo método, el Oficial jefe de la zapa la hará emprender al través de la masa del parapeto, suprimiendo las voces que el estado de las cosas haga momentáneamente inútiles.

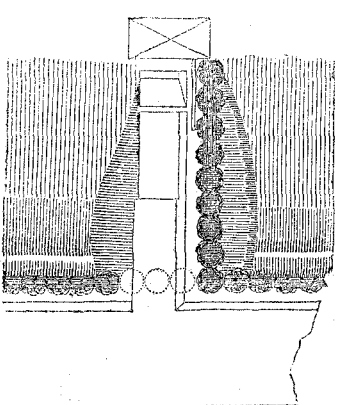
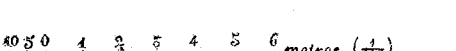


Fig. 73.



Escala para las figuras 73 á la 75.

La primera pareja, cubierta por las tierras del parapeto, prepara el emplazamiento de dos cestones y los coloca en el terreno natural sin llenarlos; el primero de estos cestones ocupa el sitio del ceston *A* ó del ceston *B* derribado en la maniobra de la desembocadura; en seguida escava su forma de $0^m,7$ de profundidad, $1^m,12$ de anchura superior y $0^m,95$ de anchura inferior, echando las tierras en la trinchera sirviéndose de dragas; estas tierras las quitan el Zapador número 4 y la tercera y cuarta pareja; el Zapador número 3 llena los dos cestones colocados por la primera pareja.

Cambiados los puestos de las parejas, la primera coloca dos nuevos cestones y prolonga la forma en la estension de dos cestones, pero sin dejar macizo, repitiéndose lo hecho anteriormente; el Zapador número 4 ensancha la forma en el revés, además de echar hácia atrás las tierras que retira con las dragas la primera pareja; de este modo se continuará hasta atravesar el parapeto al través del cual se ha entrado en zapa simple; al colocar los cestones sétimo y octavo la zapa se continuará del modo esplicado en el segundo método.

Entrada en zapa doble.—Primer metodo.—(Fig. 74). Si la zapa

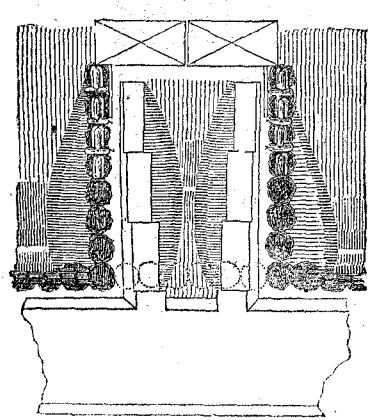


Fig. 74.

doble, despues de haber desembocado, se ha de ejecutar por el primer método, se observará por cada brigada lo esplicado en el primer método de la entrada en zapa simple.

SEGUNDO METODO.—(Fig. 75.) Para entrar en zapa doble por el segundo método, observará cada brigada lo prescrito en el segundo método de la entrada en zapa simple.

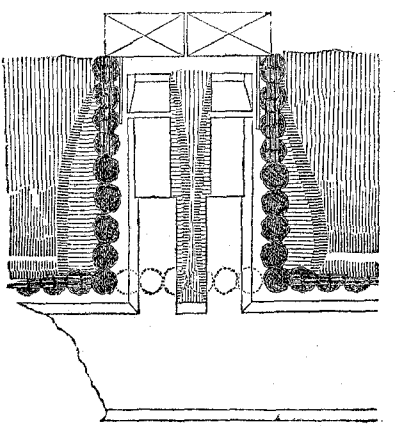


Fig. 75.

Retirar un ceston relleno de un retorno. Despues que las dos zapas estén completamente ensanchadas, se echan tierras, si no se hubiere ya hecho, detrás del ceston relleno hasta que formen un parapeto de 1^m de altura; se colocan dos viguetas en rampa desde la berma al fondo de la trinchera; con las horquillas se hará descender al ceston relleno por la rampa; en su lugar se establecen, llenan y coronan cestones ordinarios.

CABALLEROS DE TRINCHERA.

El caballero de trinchera es un macizo de tierras formando un parapeto elevado; está destinado á recibir tiradores que dominen la plaza de armas saliente del camino cubierto; para

conseguir esto, la cresta del caballero debe dominar al menos en $1^m,3$ á la del camino cubierto.

En un estremo tiene el caballero un pequeño flanco de la longitud suficiente para proteger á los tiradores de los fuegos de revés ó de enfilada.

El caballero debe colocarse al menos á 30 metros de la cresta del camino cubierto, es decir, fuera del alcance de las granadas de mano del sitiado.

Se han imaginado varios medios para sostener las tierras del parapeto en los caballeros de trinchera; los siguientes parecen ser los mas susceptibles de aplicacion en los sitios.

Caballero de un piso, de cestones superpuestos. Cuando el relieve del caballero sobre el terreno natural no deba ser mas que de $2^m,5$ y no exija por consiguiente mas que un solo piso de cestones encima del parapeto de la zapa, la construccion del caballero se divide en cuatro períodos, empezando á contar desde el momento en que la zapa llena acaba de ejecutarse siguiendo el trazado del caballero.

Primer período.—(Fig. 76.) Se ensancha la zapa hasta que tenga 5^m en el fondo; el perfil del parapeto adquiere próximamente 5^m de base, $1^m,5$ de altura y 2^m de espesor en el vértice.

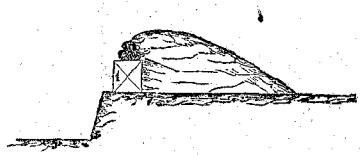
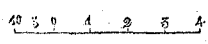


Fig. 76.



Escala para las figuras 76 *á* 99.

Segundo período.—(Fig. 77.) Se quita la fagina superior del coronamiento de la zapa, se alejan con dragas las tierras del parapeto lo necesario para formar sobre las dos faginas infe-

riores una pequeña plataforma que debe servir de base á otra cestonada; en seguida se colocan sucesivamente y siguiendo el órden de los números de la figura 77, las filas de cestones 2, 3, 4, 5, teniendo cuidado de llenar los cestones de cada fila y coronarlos con una capa de faginas bien apretadas unas contra otras antes de pasar á la fila inmediata; la cestonada superior número 5 se corona solamente con dos filas de faginas.

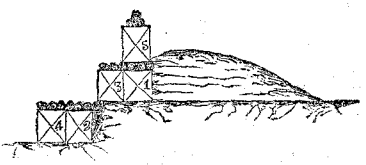


Fig. 77.

TERCER PERIODO.—(Fig. 78.) Se ensancha de nuevo la trinchera y se echan las tierras detrás de la cestonada superior hasta que el parapeto tenga la altura deseada y un espesor de 1^m á $1^m,5$ en lo alto; para esto se forman tres secciones de trabajadores, una en el talud del revés de donde se sacan las tierras, otra sobre la banqueta formada por las filas de cestones números 2 y 4, y la tercera intermedia, se coloca una fila de trabajadores por cada dos cestones.

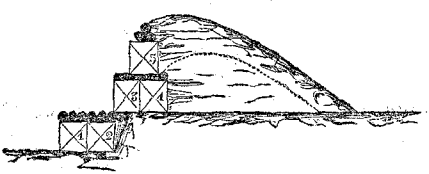


Fig. 78.

CUARTO PERIODO.—(Fig. 79.) Se forman los gradines indicados en la figura y se corona el caballero con sacos á tierra formando aspilleras.

Con Zapadores ejercitados, cada fila de cestones se coloca, llena y corona en 25 minutos.

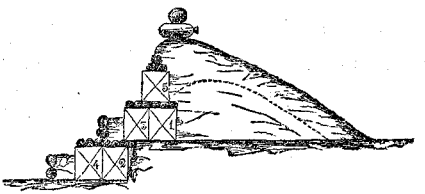


Fig. 79.

Caballero de dos pisos, de cestones superpuestos. Cuando el caballero de trinchera deba tener próximamente $5^{m},5$ de altura ó dos pisos de cestones encima del parapeto de la zapa, el trabajo se divide en seis periodos.

Primer periodo.—(Fig. 76.) Como en el caso precedente, ensanche de la trinchera y formacion del parapeto.

Segundo periodo.—(Fig. 77.) Colocacion sucesiva de las filas de cestones números 2, 3, 4 y 5.

Tercer periodo.—(Fig. 80.) Formacion del parapeto segun el perfil de la figura 80.

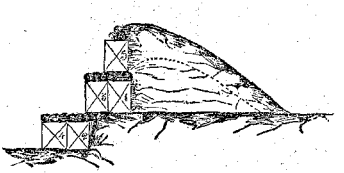


Fig. 80.

Cuarto periodo.—(Fig. 81.) Colocacion sucesiva de las filas

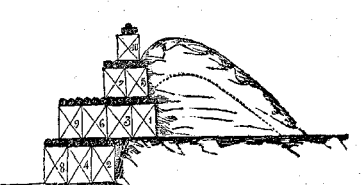


Fig. 81.

números 6, 7, 8, 9 y 10 de cestones, cuidando siempre de llenar y coronar cada fila antes de colocar la fila siguiente.

QUINTO PERIODO.—(Fig. 82.) Formacion del parapeto detrás

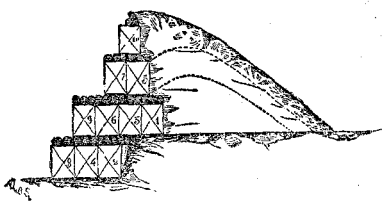


Fig. 82.

de la cestonada número 10; se necesitan cuatro secciones de trabajadores, una en el revés, otra en medio de la trinchera, otra al pié de la fila 8 de cestones y otra sobre la banqueta formada por las filas 6 y 9 de cestones.

SESTO PERIODO.—(Fig. 83.) Formacion de los gradines del caballero y colocacion de la fila de cestones número 11, coronamiento de la cestonada superior para arreglar convenientemente el relieve del caballero, y colocacion de sacos á tierra formando aspilleras.

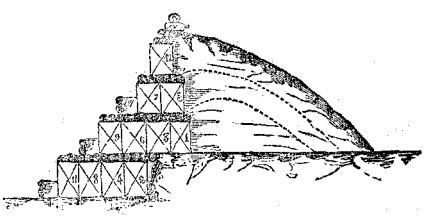


Fig. 83.

En la construccion de estos caballeros es preciso tener mucho cuidado en elevar bastante las tierras del parapeto para estar en cada periodo bien á cubierto al colocar la cestonada superior.

Cuando en el flanco no deba haber tiradores, que es el caso mas general, se puede suprimir en toda la estension del flanco

la cestonada número 4 en el caballero de un piso; las cestonadas números 5, 9 y 11 en el de dos pisos, y en ambos caballeros todos los gradines revestidos de faginas.

Tiempo necesario. Para construir un caballero de un piso se necesitan de treinta á treinta y seis horas; en la construccion de uno de dos pisos se invierten cincuenta á sesenta horas.

Caballero formado de macizos de faginas. En este método, el parapeto está sostenido por varias capas de faginas sólidamente unidas unas á otras por medio de piquetes; el número de capas depende de la altura del caballero; para uno de $3^m,5$ de relieve que es el caso mas general se necesitan seis capas de faginas; el trabajo se divide en seis periodos del modo siguiente:

Primer periodo.—(Fig. 84.) Se ensancha la trinchera hasta que tenga $3^m,5$ en el fondo; se aumenta el espesor del parapeto primitivo de la zapa hasta 4^m de base próximamente por $1^m,5$ de altura.



Fig. 84.

Segundo periodo.—(Fig. 85.) Se coloca sobre la berma de la zapa, la cual se habrá dejado con una anchura de $0^m,5$, las dos primeras capas de faginas, uniéndolas sólidamente á la cestonada por medio de piquetes de $0^m,6$ de longitud.

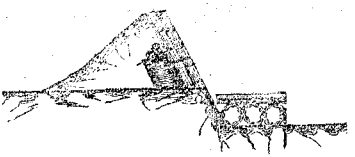


Fig. 85.

El revestimiento formado por estas faginas debe tener un talud de $\frac{1}{3}$ á $\frac{1}{4}$ segun la naturaleza ó empuje de las tierras; se ensancha la trinchera hasta $4^m,7$ en el fondo echando las tierras detrás de las faginas; despues se colocan en la trinchera y al pié del talud del parapeto tres filas de cestones vacios, horizontalmente y retenidos lateralmente con piquetes; encima se coloca una capa de faginas; de este modo se economiza gran cantidad de tierras para la ejecucion de los gradines.

TERCER PERIODO.—(Fig. 86.) Se coloca la tercera capa de faginas, que debe rebasar á la precedente en $0^m,35$; se ensancha la trinchera 1^m en el fondo; se empieza el terraplen de los gradines.

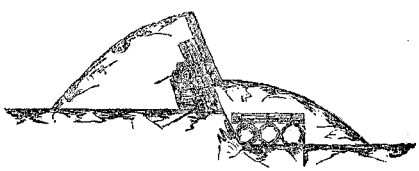


Fig. 86.

CUARTO PERIODO.—(Fig. 87.) Se coloca la cuarta capa de faginas; se ensancha la trinchera en $2^m,5$ de manera que se terraplene el parapeto hasta la altura de la estremidad superior de las faginas; se continúa el terraplen de los gradines.

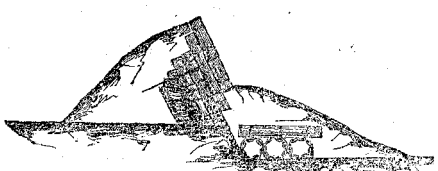


Fig. 87.

QUINTO PERIODO.—(Fig. 88.) Se coloca la quinta capa de faginas; se ejecutan los cuatro primeros gradines, profundizando la trinchera en caso de necesidad para evitar un ensanche demasiado grande.

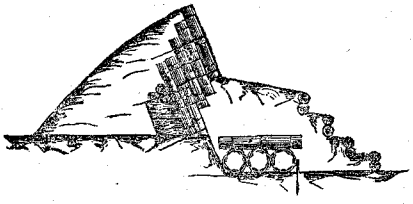


Fig. 88.

SESTO PERIODO.—(Fig. 89.) Se coloca la sesta capa de faginas; se terraplena el parapeto y se forman los últimos gradines, profundizando y ensanchando hasta que el parapeto tenga en el vértice un espesor de 1^m á $1^m,2$.

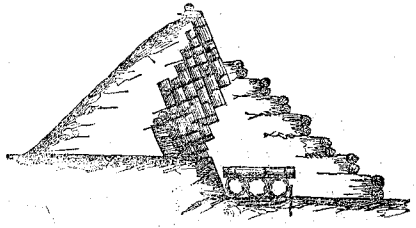


Fig. 89.

La construccion de un caballero como el descrito exige treinta y seis horas próximamente.

Cuando el terreno que deba formar la masa del parapeto no tenga gran empuje, puede reducirse el número de las capas de faginas, colocándolas de manera que cada capa rebase la precedente en $0^m,5$ (fig. 90); para asegurar mas la estabilidad del sistema será conveniente colocar debajo de cada capa de faginas del revestimiento una hilada de faginas horizontales como se indica en la figura; de este modo se puede ejecutar un caballero de $3^m,5$ de relieve con cuatro capas de faginas, lo que simplifica el trabajo y produce economía de tiempo y material de ramaje.

Caballero empleando dos zapas paralelas.—(Fig. 90.) Para construir un caballero de trinchera segun los métodos que se acaban de esplicar, es preciso hacer un desmonte considerable en el emplazamiento que deben ocupar los gradines; esto tiene el doble inconveniente de exigir un trabajo inútil, pues el terraplen de los gradines ocupa el sitio del desmonte y disminuye la resistencia que debe oponer la masa de estos gradines al empuje de las tierras del parapeto; sobre todo este último inconveniente es grave en los caballeros construidos con macizos de faginas, en los que muchas veces sucede que una parte del revestimiento es derribado por el peso de las tierras.

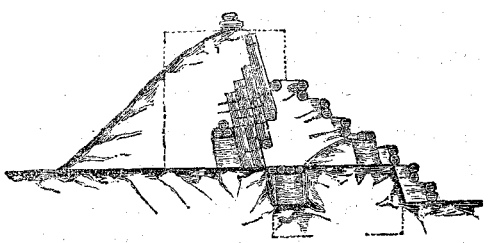


Fig. 90.

Pueden remediarse estos inconvenientes, construyendo en el emplazamiento en que debe levantarse el caballero, dos zapas paralelas; la primera ejecutada por el primero ó segundo método estará próximamente en la vertical de la cresta del caballero; la segunda debe tener de la primera una distancia tal que su cestonada pueda utilizarse en la construccion de los gradines; esta distancia es generalmente $3^{m},5$; á cada una de las zapas se da una berma de $0^{m},5$.

Este método tiene además la ventaja de poder duplicar los trabajadores desde el principio y formar el terraplen mas rápidamente; convendrá algunas veces no hacer trabajar á un tiempo á los encargados de la escavacion de las dos zapas *sinó*

alternativamente para evitar que los Zapadores encargados de la escavacion de la zapa mas próxima á la plaza se vean incomodados por el polvo procedente de las tierras lanzadas por encima de la segunda cestonada, ó lastimados por los terrones que podrian rodar hasta la primera.

La primera zapa, es decir, la mas próxima á la plaza, si se ejecuta por el primer método (fig. 90), recibirá en toda la estension correspondiente al caballero las dimensiones de 1^m de anchura superior y otro tanto de profundidad, y $0^m,75$ de anchura inferior.

La segunda zapa, ejecutada tambien por el primer método, seguirá su marcha ordinaria relativa al ensanche y profundizamiento.

Se aumenta al principio el espesor del parapeto de la zapa mas avanzada, por medio de las tierras de la segunda zapa que se ensanchará con este objeto; estas tierras arrojadas por encima del parapeto son tomadas en el revés y lanzadas del lado de la plaza; se coloca despues en la primera zapa una fila de cestones vacíos puestos verticalmente y coronados con una capa de faginas; así se tendrá una plataforma sobre la cual se establecen los paleadores que toman por segunda mano las tierras procedentes de la escavacion del terraplen.

La figura 90 representa un caballero empleando macizos de faginas y construido por medio de dos zapas paralelas; pero este método es igualmente aplicable á los caballeros de cestones superpuestos, como se vé en la fig. 91, en la que se supo-

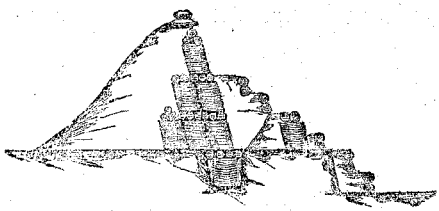


Fig. 91.

ne que las dos zapas paralelas han sido ejecutadas por el primer método; el tiempo necesario para la construccion de un caballero de dos pisos ó de $3^m,5$ de relieve empleando el método de las dos zapas es de veinte y cinco horas próximamente y por consiguiente mucho mas corto que el método ordinario.

Las figuras 92 y 93 representan los mismos caballeros em-

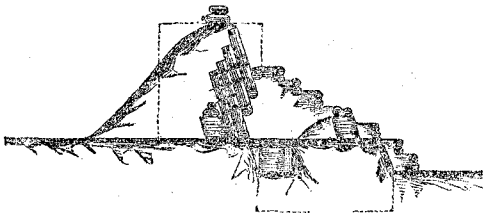


Fig. 92.

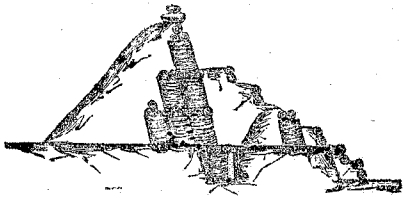


Fig. 93.

pleando dos zapas paralelas ejecutadas por el segundo método; á la primera zapa se la dá para estension del caballero las dimensiones de $1^m,25$ de anchura superior, 1^m de anchura inferior y otro tanto de profundidad; la segunda zapa sigue su marcha ordinaria relativa al ensanche y profundizamiento.

Caballero empleando cestones vacios. En este método de construir los caballeros de trinchera, el terraplen interior se forma con pequeños cestones ordinarios, colocados horizontalmente y unidos unos á otros formando varias hiladas de tubos; las ces-

tonadas que sostienen el parapeto se colocan en escalones hácia el interior del caballero, de modo que el trabajo se ejecuta á cubierto y con facilidad.

Caballero de un piso.—(Fig. 94.) Para un caballero de un piso ó de $2^m,5$ de relieve, la construccion se divide en cuatro períodos durante los cuales el trabajo se distribuye como sigue:

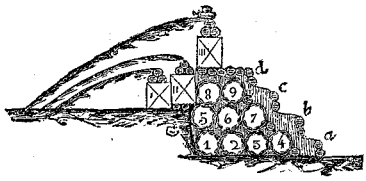


Fig. 94.

Primer período.—Se ensancha la trinchera hasta 5^m y se aumenta el espesor del parapeto primitivo.

Segundo período.—Se colocan las filas de cestones vacíos números 1, 2, 3, 4 y 5; estas dos últimas filas se sostienen con una hilada de faginas cada una; se ensancha la trinchera echando las tierras entre las filas de cestones hasta llenar los intérvalos, tomando la precaucion de cubrir los cestones con ramaje menudo para que no caigan tierras entre los huecos de los cestones de un mismo tubo.

Se coloca la cestonada número 2, se llenan de tierra los cestones, se les corona y se echan tierras detrás de modo que el parapeto adquiera una altura de $0^m,3$ próximamente sobre el vértice del coronamiento, para lo cual se establecerá una seccion de paleadores en la banqueta de los tubos 2, 3 y 4.

Tercer período.—Se colocan las filas de cestones vacíos números 6 y 7 apoyando esta última con una hilada de faginas; se ensancha la trinchera para llenar de tierras los intérvalos entre estas filas de cestones; se establece una seccion de paleadores en esta segunda plataforma y se echan las tierras por encima del parapeto hasta obtener una elevacion de $0^m,5$

próximamente sobre el coronamiento de la cestonada número 2; se colocan las filas de cestones números 8 y 9; esta última sostenida por una hilada de faginas; se ensancha la trinchera para llenar de tierras los intérvalos que separan las filas de cestones; despues se establece una plataforma encima de estas filas 8 y 9 por medio de faginas.

Cuarto período.—Se coloca la cestonada número 3, se forman los tres primeros escalones *a*, *b* y *c*, se ensancha la trinchera para llenar la cestonada 3 estableciendo para esto una seccion de paleadores sobre el tercer escalon, se corona la cestonada y se echan tierras sobre el parapeto hasta que tenga al menos 2^m de espesor en el vértice.

Se construye el cuarto escalon *d* que forma la banqueta del caballero y se establece el coronamiento de sacos á tierra.

Caballero de dos pisos.—(Fig. 95.) Cuando el caballero deba tener dos pisos ó $3^m,3$ próximamente de relieve, el trabajo se divide en seis períodos.

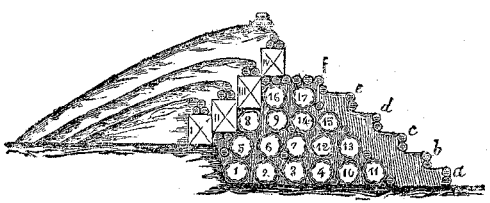


Fig. 95.

Primero y segundo período.—Como en el caballero anterior.

Tercer período—Como en el caballero anterior, pero sin establecer plataforma de faginas sobre los tubos números 8 y 9.

Cuarto período.—Se coloca la cestonada número 3 y las filas de cestones números 10 y 11 manteniendo esta última fila con una hilada de faginas; se llenan de tierras los intérvalos; se colocan las filas de cestones números 12 y 13 sosteniendo esta última con una hilada de faginas; se llenan de tierras los in-

érvalos que separan las filas de cestones números 7, 12 y 13; se establece sobre las dos últimas filas una seccion de paleadotres; se llena y corona la cestonada número 3; se ensancha la trinchera y se echan las tierras en el parapeto dándole una elevacion de $0^m,3$ próximamente sobre el coronamiento de la cestonada; en el vértice tendrá un espesor de 2^m.

Quinto período.—Se forman los tres primeros escalones *a*, *b* y *c*; se colocan las filas de cestones números 14 y 15; se llenan de tierras los intérvalos; se colocan las filas números 16 y 17; se llenan de tierras los intérvalos, estableciendo una seccion de paleadores sobre el escalon *c*; se coloca una plataforma de faginas sostenida por algunos piquetes sobre las filas 16 y 17; sobre la plataforma se coloca la cestonada número 4; se forma el cuarto escalon *d*; encima de este escalon y de la fila 15 se establece una seccion de paleadores; se llena la cestonada 4 y se forma el parapeto de detrás; se corona la cestonada y se aumenta el espesor del parapeto hasta que sea de 2^m en el vértice del coronamiento.

Sesto período.—Se forman los escalones *e* y *f*; este último forma la banqueta; se corona el parapeto con sacos á tierra.

Cuando los cestones que deban formar los tubos tengan poca resistencia, se tomará la precaucion de oprimirles fuertemente unos contra otros, sosteniéndolos con fuertes piquetes clavados en el terreno natural.

El tiempo necesario para construir esta clase de caballeros es el de veinte y cuatro horas para uno de dos pisos, y veinte horas para uno de un piso.

Caballero de sacos á tierra.—Cuando se disponga de un gran número de sacos á tierra, se puede construir rápidamente un caballero de trinchera por el método siguiente, aplicable principalmante á terrenos de difícil escavacion.

Primer período.—(Fig. 96.) La zapa primitiva en un terreno que no pueda escavarse, se habrá ejecutado por el tercer método; la cestonada se habrá coronado con tres hiladas de sa-

cos á tierras, se aumenta el espesor del parapeto por medio de un muro interior de sacos á tierra y se eleva el coronamiento con cuatro hiladas mas de sacos; este trabajo se ejecuta por dos brigadas de á cuatro hombres cada una, de las cuales una habrá construido el primer parapeto y que retrocede despues de haber terminado el flanco del caballero; la otra brigada marcha al encuentro de la precedente.

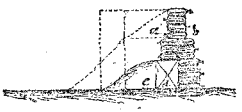


Fig. 96.

A medida que estas dos brigadas se aproximan, dejan detrás de sí espacio suficiente para colocar otras brigadas encargadas de echar tierras para reforzar el parapeto; estas tierras se traen en sacos, los que se vacian al pié del perfil cuando los cestones esten enteramente cubiertos de tierra y por consiguiente preservados de los proyectiles incendiarios, ó bien se continúa echando tierras para aumentar el parapeto hasta que este llegue á cubrir de tierras el coronamiento de sacos.

Cuando las dos primeras brigadas se hayan reunido y hayan terminado el primer reforzamiento interior, trabajarán, como las que las siguen, en el reforzamiento esterior.

Segundo periodo.—(Fig. 97.) Así que cada brigada haya terminado este reforzamiento, empiezan otro interior y aumentan la altura con cuatro hiladas de sacos, se echan tierras en el parapeto y se obtiene el perfil de la figura 97.

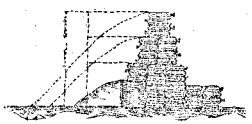


Fig. 97.

Se colocan algunos sacos al pié del segundo reforzamiento ó parapeto interior, á fin de servir de banqueta para echar las tierras.

Tercer periodo.—(Fig. 98.) Todas las brigadas trabajan en

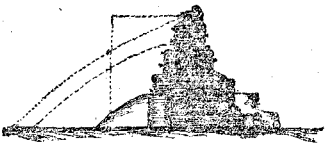


Fig. 98.

reforzar interiormente el perfil de la figura 97, en la formacion de gradines y colocacion de aspilleras de sacos á tierra para obtener el perfil de la figura 98. Los gradines se construyen con sacos, cestones, tierras sostenidas por faginas, etc.

Si se quiere construir el caballero descrito sobre una trinchera escavada por el método ordinario, se terraplenará esta trinchera de un modo cualquiera; por ejemplo, con cestones vacíos y verticales y cubiertos con faginas; hecho esto se estaria en el caso precedente.

Cuando haya necesidad de un gran relieve, el tercer período del trabajo comprenderia como el segundo un reforzamiento interior, una nueva elevacion y por consiguiente continuacion del reforzamiento esterior.

Tambien se puede, con el objeto de reducir el consumo de sacos á tierra, reemplazar una parte de estos por cestones colocados á cubierto de los parapetos ya construidos, como se indica en la figura 99; todos estos cestones se llenan con tierras trasportadas en sacos ó espuertas.

El caballero de la figura 98 puede construirse en tres horas, sin contar con la ejecucion de la zapa primitiva, y cubriendo solamente de tierras los cestones del primer parapeto.

Para llenar de tierras todo el parapeto esterior de manera

que queden cubiertas todas las hiladas de sacos, se necesitan dos horas mas, es decir, cinco horas en todo.

En cuanto al caballero de la figura 99, su construccion parece no deber exigir mas que ocho ó diez horas de trabajo.

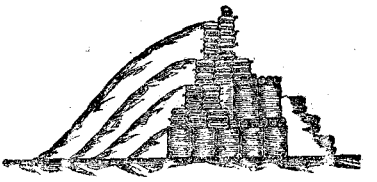


Fig. 99.

DESENFILADA DE TRINCHERAS.

En las trincheras solo es preciso desenfilar los zig-zags ó ramales de comunicacion, pues las paralelas y plazas de armas resultan casi siempre desenfiladas naturalmente por efecto de su trazado, en virtud del cual están próximamente y en todos sus puntos á la misma distancia de las obras de la plaza. Se dice que una trinchera está desenfilada cuando la linea de fuego de las obras atacadas pasa por encima de la cabeza de un hombre puesto de pié en el fondo de la trinchera y arrimado al revés, ó lo que es lo mismo, que el plano de desenfilada pasa á $1^{m},8$ del fondo de la trinchera, contándose esta altura en el plano del revés de la misma.

Segun el perfil generalmente adoptado para las trincheras, la inclinacion de un plano de desenfilada es casi constante, y siempre comprendida entre $\frac{1}{8}$ y $\frac{1}{11}$, por consiguiente lo que realmente hay que desenfilar en las trincheras es en direccion. Entre todos los puntos de la fortificacion de donde puede hacerse fuego, hay siempre uno desde donde primero se veria al sitiador en la trinchera si el trazado de esta tuviese este

defecto; dicho punto se llama *punto peligroso* y de él es preciso desenfilar exactamente en trinchera.

Si se multiplican los zig-zags con este objeto, ó si sus prolongaciones pasan del punto peligroso á mas distincia de la necesaria, es evidente que habrá pérdida de tiempo y de trabajo; por el contrario, si dichas prolongaciones marchan demasiado directamente hácia la plaza, dichos zig-zags no quedarán desenfilados; hay, pues, un término medio entre ambos estremos, este término medio lo proporciona la desenfilada de trincheras.

Los *desenfiladores* de trinchera son unos instrumentos fundados en el principio de facilitar un plano material de desenfilada; todos ellos tienen en mayor ó meno grado los inconvenientes de que para manejarlos es preciso dirigir visuales al punto peligroso, operacion que obliga necesariamente á descubrirse; además los desenfiladores ofrecen demasiado blanco y pueden ser destruidos por los proyectiles; estos inconvenientes van aumentándose á medida que el sitiado se aproxima á la plaza.

Deben, pues, mirarse los desenfiladores como instrumentos destinados en las escuelas prácticas para formar el golpe de vista de los Oficiales de Ingenieros.

Desenfilador Audoy. La condicion que desenfila una trinchera es la de que su cresta determina con el punto peligroso un plano cuya inclinacion tenga una medida dada en sentido perpendicular á la proyeccion horizontal de esta cresta; si se construye un instrumento compuesto de dos rectas materiales, colocadas en dos planos verticales y perpendiculares el uno al otro, pudiéndose mover cada una de estas rectas en su vertical, sin dejar de tocarse y por consiguiente de formar un plano, dando á la primera de estas líneas la inclinacion exigida por el plano de desenfilada, y dirigiendo la segunda paralelamente al terreno, despues haciendo moverse el plano de estas dos líneas hasta que toque al punto peligroso, es evidente que

la segunda línea dará la direccion desenfilada de la trinchera.

A estas indicaciones satisface el desenfilador representado en la figura 100. *AB* es un jalon que tiene la altura de la cres-

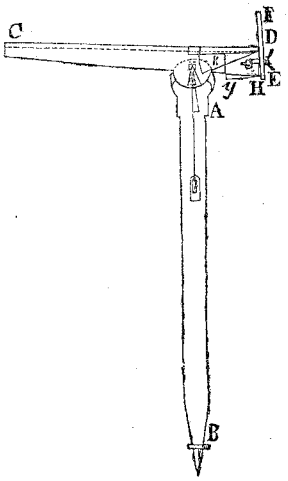


Fig. 100.

ta de la trinchera y que se coloca verticalmente por medio de una plomada; *CD* es una regla ó trazo que puede tomar en la vertical del jalon *AB* todas las inclinaciones que se quieran dar al plano de desenfilada de la trinchera; *EF* es una tercera regla ó alidada que se mueve contra la cara *DH* del dado *DHYK*, de madera, adosado al plano del trazo transversal *CD* y cuya cara *DH* perpendicular á este plano puede tomar siempre la posicion vertical por medio de una mortaja en arco de círculo, cuyo centro está en *D*, y que tiene la misma regla transversal.

Una segunda mortaja que tiene el mismo centro sirve para el movimiento de la regla *EF* en el plano *DH* del dado, de modo que las dos reglas no cesan de tocarse en el estremo *D* de la transversal *CD* y centro comun de las dos mortajas en arco de círculo. Las mortajas están representadas en las figuras 103 y

106 por las dos reglas, y en el dado movible en las figuras 104 y 105.

A la transversal *CD* se la da la inclinacion adoptada para el perfil del plano de desenfilada; *AB* se mantiene vertical por medio de la plomada, se coloca *EF* paralela al terreno y haciendo mover el plano *CDF* hasta que toque al punto peligroso, la direccion que tome *EF*, mantenida siempre paralela al terreno, será la de la trinchera desenfilada.

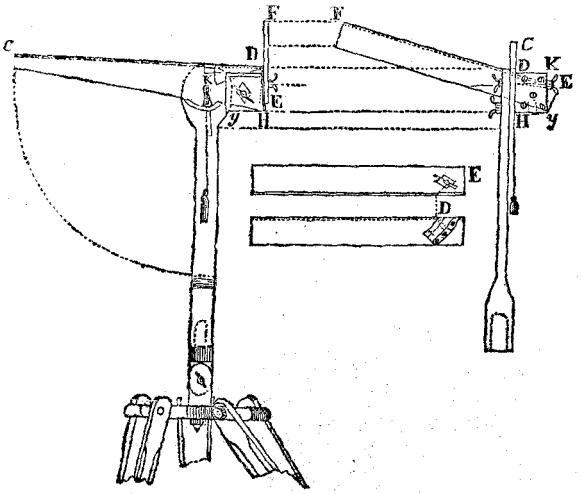


Fig. 101.

Fig. 102.

Fig. 103.



Fig. 104. Fig. 105.

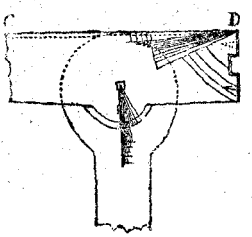


Fig. 106.

El instrumento se fija en el terreno en un agujero abierto con el zapapico; el pié tiene la altura de la cresta de la trinchera, empezada á contar dicha altura desde el disco de hierro *B* que debe enrasar con la superficie del terreno. Haciendo moverse en su vertical la regla *CD* (figuras 100 y 106), que representa la línea de pendiente del plano de desenfilada y llevando el radio acotado 2, 3, 4, etc., sobre el redondeamiento inferior de esta regla, coincidiendo con la vertical de la plomada, se dará de este modo á la línea de pendiente de que se trata una inclinacion de $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, etc.

Llevando igualmente la arista superior *DK* (fig. 100) del pequeño dado adosado contra la regla *CD* sobre el radio correspondiente acotado 2, 3, 4, etc. (fig. 106), se restablece la verticalidad del plano de este dado que lleva la alidada móvil de la direccion de la trinchera.

El desenfilador descrito puede perfeccionarse haciendo que las reglas superiores puedan plegarse al pié del instrumento para guardar este en una caja: las figuras 101, 102 y siguientes hasta la 106 indican esta modificacion.

Desenfilador Vaillant. *AB* (figuras 107, 108, 109, 110 y 111), es una pieza de madera de $0^m,2$ longitud y de $0^m,025$ escuadría; en la parte *CB* se puede reducir la altura á $0^m,018$ solamente.

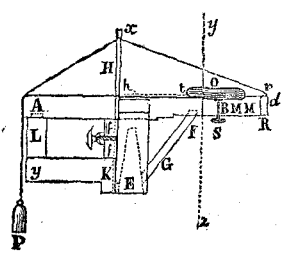


Fig. 107.



Fig. 108.

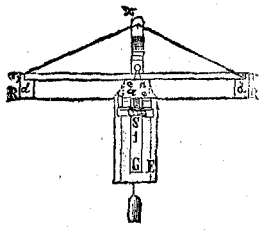


Fig. 109.

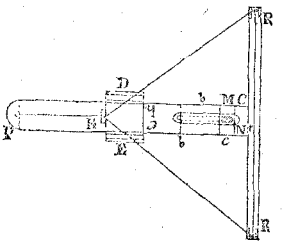


Fig. 110.

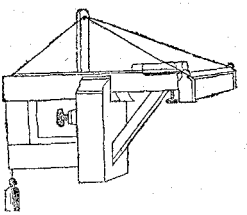


Fig. 111.

DE es un apoyo de 0^m,09 altura total y de 0^m,04 escuadría, ensamblado sólidamente con la pieza *AB* y horadado en su medio para recibir la espiga de un pié de nivel ó brújula; *FG* es una tornapunta ensamblada á caja y espiga en la pieza *AB* y el apoyo *DE*; *YK* es una pieza del mismo grueso que *AC*, aunque algo mas corta que esta; *L* es una pieza del mismo grueso que *YK* y *AC*, ensamblada en esta á caja y espiga y enrasando en la estremidad *Y* de *YK*, rebasa un poco por la estremidad *A* de *AC*.

MN es una pieza de madera de 0^m,04 longitud y del mismo grueso que *CB*; *RR* regla de madera de cerca de 0^m,25 de largo, de la misma altura que *MN* y fijada en esta pieza por uno ó dos pequeños tornillos *a* (fig. 109); la pieza *MN* y la regla *RR* deben ser exactamente perpendiculares entre sí.

La regla lleva en cada una de sus estremidades una pequeña armadura de hierro *d* con un agujero *r* en su parte superior para pasar un hilo, el cual detenido por un clavito en uno de los agujeros *r*, pasa por otra abertura *x* de que se hablará mas adelante; en su estremidad inferior tiene un peso *P*. Los dos agujeros *rr*, deben estar á la misma altura, encima de la superficie superior de la regla, de modo que cuando el hilo esté tendido sea exactamente paralelo á esta superficie.

O perno, *t* cabeza del mismo, *u* su parte cilíndrica; en la parte *v* hay una tuerca, dicha parte *v* rebasa la estremidad *B* de la pieza *AB*.

El perno gira en una caja de hierro que comprende desde la parte ó cabeza *t* hasta la tuerca *v* esclusive; la caja está sólidamente unida á la pieza *CB* por medio de los tornillos *bb*; el diámetro interior de esta caja es igual al del perno; el diámetro esterior es un poco mayor; el eje del perno debe estar mas elevado sobre la superficie superior de la pieza *CN* tanto como lo está el hilo sobre la regla *R*; el eje además debe estar colocado segun la longitud de la cara superior que termina *AB* y corresponder al medio mismo de esta cara.

El tornillo que termina el perno debe entrar en una tuerca fijada sólidamente sobre la pieza *MN* por los pequeños tornillos *oo*; *S* tornillo cuya estremidad, apretando el perno, impide el movimiento de rotacion cuando sea preciso.

Cuando el tornillo *V* no está atornillado en la tuerca, la regla *R* y la pieza *MN* son independientes y separadas del resto del instrumento; para unirlas á la pieza *AB* basta mover la tuerca alrededor del tornillo hasta que queden en contacto las superficies verticales *B* y *M*.

Cuando el tornillo esté atornillado en su tuerca y la pieza *AB* esté colocada horizontalmente, la regla *R* podrá moverse en un plano vertical y tomar en este plano una inclinacion cualquiera; esta regla se mantendrá en una posicion dada por medio del tornillo *S* y de la presion que este ejerce contra el perno *u*.

H pieza de hierro; cerca de su estremidad superior tiene un agujero *x* para el paso del hilo de que se ha hecho mencion; la pieza *H* es movible y puede resbalar entre la pieza *DE* y una pequeña caja de hierro *ff* fija en esta pieza, tiene un tornillo por medio del cual se asegura la pieza *H* á la altura conveniente; dicha pieza *H* tiene marcadas divisiones que indican en fraccion de la longitud *hr* la elevacion del pequeño agujero *x* encima del eje del perno, ó lo que es lo mismo, encima del punto *r* (figuras 107, 108 y 110) correspondiente á la mitad del hilo paralelo á la regla *RR*.

Así, por ejemplo, si la pieza *H* se coloca á la altura 9, esto quiere decir que la recta que une el punto *x* al punto *r* estaria inclinada $\frac{1}{9}$ con relacion á la horizontal.

P es un peso suspendido en la estremidad del hilo, que sirve para mantener este tendido y para colocar la superficie superior de la pieza *AB* horizontalmente, condicion que se llena cuando el hilo cubre exactamente el trazo marcado sobre la mitad de la cara posterior de *L*.

Falta ahora esplicar el modo de servirse del instrumento.

Para esto se coloca el pié del desenfilador en el punto en que deba partir el ramal que se trata de desenfilar; cuando se desemboque desde una trinchera concluida el punto de colocacion será la berma; se coloca la regla *R* paralela al terreno y manteniendo la superficie *hr* horizontal se hace mover el instrumento hasta que el punto peligroso esté contenido en el plano formado por el hilo; en cuanto esto suceda, la proyeccion horizontal de la regla indicará la direccion de la berma del ramal desenfilado; dicha regla paralela al terreno tiene sobre este una elevacion de $1^{m},3$ próximamente; la perpendicular bajada desde el punto peligroso á la proyeccion horizontal de la berma tiene la misma inclinacion que la recta *xr*; la inclinacion del plano de desenfilada se obtiene por el conocimiento de las dimensiones del ramal que se trata de desenfilar.

En las escuelas prácticas se coloca la regla paralela al terreno, haciendo marchar á cierta distancia y hácia el sitio presumible de la direccion del nuevo ramal, un hombre con un piquete de una longitud igual á la elevacion del punto *r* sobre la berma; en un sitio se establecerá el paralelismo á ojo, admitida la posibilidad de emplear el desenfilador.

Desenfilador Leblanc. La brújula ordinaria puede emplearse como desenfilador, colocando sobre la cubierta de la brújula un espejo cuya base sea paralela á la alidada cuando está horizontal y adoptando un medio para inclinarlo y darle una

pendiente conveniente, la alidada y su imágen forman el plano de desenfilada de la trinchera.

Para operar con el instrumento se hace girar el sistema alrededor del eje vertical de la brújula, manteniendo la alidada paralela al terreno, hasta que el plano de desenfilada pase por el punto peligroso.

Como la direccion de la trinchera forma ordinariamente un ángulo muy agudo con la visual dirigida al punto peligroso, su movimiento es por consiguiente muy pequeño y será fácil mantener la alidada paralela al terreno; siempre será preciso recargar la alidada de la brújula con una regla cuyo borde se levanta visto por reflexion en el espejo; para arreglar la inclinacion de este, si se trata, por ejemplo, de una pendiente de $\frac{1}{10}$, basta colocarse enfrente en un punto mas bajo, $0^m,3$ por ejemplo, y á una distancia de 3^m y examinar si desde allí se vé la imágen del ojo.

En caso de no haber brújula se puede adaptar el espejo á un eje vertical, al cual se habrá puesto una alidada.

Las figuras 114 y 115 representan las dos proyecciones verticales de un instrumento construido segun esta idea.

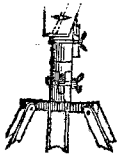


Fig. 114.

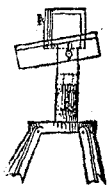


Fig. 115.

El plano de desenfilada de una trinchera, formado por una alidada y dos hilos en el desenfilador Vaillant, puede formarse valiéndose de una brújula; basta para esto colocar un punto *A* (figuras 112 y 113) delante de la alidada *DC* y en el plano vertical

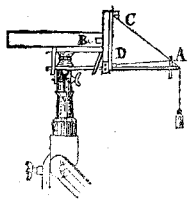


Fig. 112.

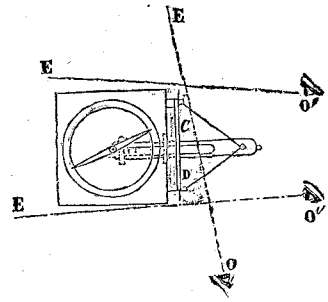


Fig. 113.

del eje de rotacion *B* de esta alidada, de manera que la línea que une el punto *A* con el punto de interseccion de este eje y de la cara vertical esterior de la alidada tenga la inclinacion del plano de desenfilada de la trinchera; en el sentido perpendicular á la direccion de su proyeccion horizontal, el plano de desenfilada estará representado por el sistema de hilos *CA*, *DA* y *DC*.

Como se ha dicho, el ángulo formado por la direccion *DC* de la trinchera (fig. 113), y la línea *OE* que va al punto peligroso, es en general muy pequeño; se coloca el ojo en *A*, y el movimiento es de *DA* sobre *CA*; si el ángulo se aproximase á ser recto se coloca el ojo en *O'* haciendo cubrir *DC* por *AC*; *O'E'* es la línea que va al punto peligroso; si el ángulo es obtuso se coloca el ojo en *O''* haciendo cubrir *DC* por *DA*.

Desenfilador Arroquia. Si se tienen dos rectas perpendiculares *AB* y *CD* (fig. 116), susceptibles de tomar diferentes ángulos alrededor de un punto de encuentro *O*, y sin salir de los planos verticales que las contienen; si se supone que la *AB* puede mantenerse paralelamente al plano del terreno indicando la cresta de una trinchera, y que la *CD* toma el ángulo α tal que desenfile á la espalda de *AB*, la zona conveniente, haciendo girar alrededor del eje vertical en *o*, el plano *DOB*, determinado

por ambas rectas y que resultará ser el de desenfilada del ramal, hasta tanto que pase por el punto peligroso *N'*, la recta *AB* dará la direccion que se busca.

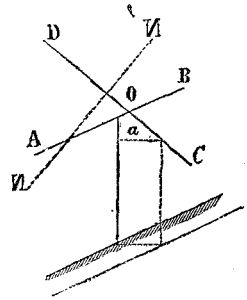


Fig. 116.

Está, pues, el problema reducido á hacer pasar un plano de circunstancias especiales por un punto dado en el espacio; la solucion no presenta dificultad usando de visuales rasantes; pero es insuficiente: se trata de ver cómo se puede llegar al mismo resultado situándose debajo del espresado plano y á una distancia cualquiera.

Supóngase al efecto (fig. 117), que *AB* sea una superficie plana reflectante y *CD* la traza en ella de un plano *CE* arbitrario; un punto cualquiera *N*, situado en el referido plano *CE*,

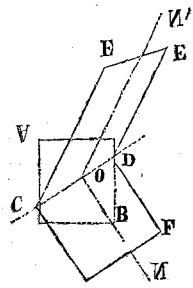


Fig. 117.

se verá necesariamente reflejado en la traza *CD*, si el punto de vista se coloca en uno de los del plano *CF*, que forma con el reflectante el mismo ángulo que el incidente *CE*. Inversamente, si se tiene un plano tal como el *CE*, y otro punto *N'* en el espacio, cuando se vea desde el plano *CF* reflejado el espresado punto *N'* en la traza *CD*, se debe concluir que el plano *CE* pasa necesariamente por el punto *N'* propuesto.

Si el plano *CE* forma un ángulo positivo ó superior con relacion al normal á *AB*, que pasa por la traza *CD*, el *CF* le será siempre inferior en una cantidad arbitraria dependiente solo del ángulo que se haga tomar al plano reflectante.

Los planos materiales *CE* y *CF*, pueden hacerse desaparecer; el primero puede reducirse á un hilo *EE'*, que determine con la traza *CD*, un plano que cumpla con las condiciones convenientes, y el segundo puede ser suprimido enteramente. En efecto, como el uso único que es necesario hacer del referido plano *CF* para llegar á los resultados propuestos, es el situar en él el punto de vista, se puede estar cierto de que esto se verifica cuando la imágen del hilo *EE'* se haya confundido con la recta *CD*, trazada en el plano reflectante.

Ahora bien, si se supone que el plano *AB* sea un espejo situado de modo que la línea *CD*, trazada en él, pueda girar alrededor de un punto fijo *O*, sin salir del plano vertical que la contiene; que el plano *CE*, determinado por el hilo *EE'*, y la espresada traza puede tomar á arbitrio diferentes inclinaciones, y que el punto *N'*, que se ha supuesto en el espacio sea el peligroso de una obra, situando el punto *O* á la altura conveniente para que la traza *CD* pueda espresar en una posicion paralela al plano del terreno la cresta de un ramal, y haciendo tomar al plano *CE* la inclinacion de un plano de desenfilada, se estará cierto, cuando se vean confundidas en la traza *CD* las imágenes del hilo *EE'* y del punto peligroso, de que pasa por el plano de desenfilada; la direccion, pues, de la traza *CD* marcará la de la trinchera.

El verificar esta coincidencia está reducido á mantener en el plano *CF* el punto de vista, ó lo que es lo mismo, colocarse siempre de modo que la imágen del hilo *EE'* y la traza *CD* se confunda perfectamente, y á hacer girar al plano *CE* alrededor del eje vertical en *O* hasta tanto que la imágen del punto peligroso *N'*, que se verá reflejado en un punto cualquiera de espejo, se haya confundido con la traza á que se ha hecho referencia.

La pieza *ACB* (figuras 118, 119 y 120), es una semicircunfe-

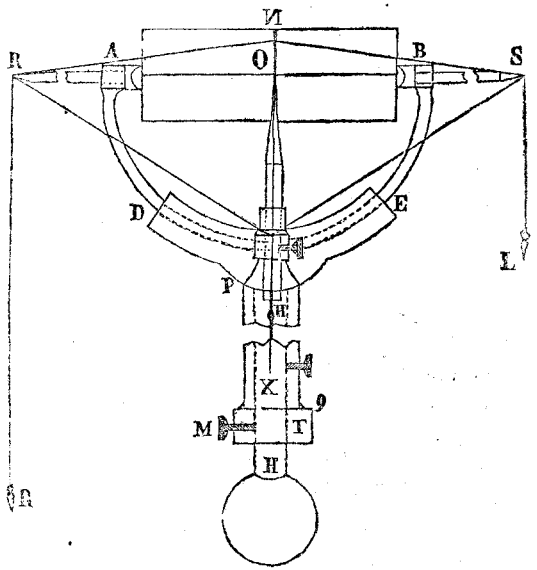


Fig. 118.

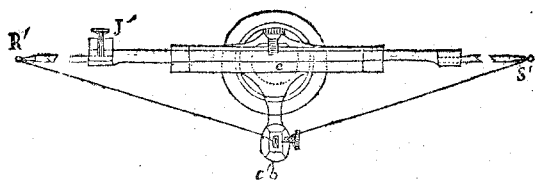


Fig. 119.

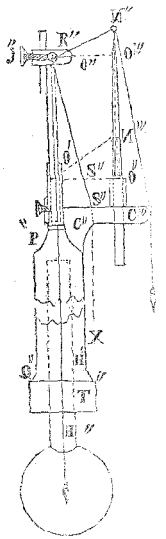


Fig. 120.

rencia de círculo cuyo centro está en *O*, con dos bujes *A* y *B* para recibir el eje *AB* del espejo *O*, el cual se mantiene con la inclinacion que se quiera por medio del tornillo *F'*. La pieza anterior resbala en otra concéntrica *DE*, de modo que el eje *AB* pueda girar alrededor de su punto medio *O*, tomando diferentes inclinaciones en el mismo plano de las dos piezas anteriores.

La pieza *DE* tiene invariablemente unida en *C* una espiga *C'C'* perpendicular, que recibe en una abertura cuadrangular una aguja *CN* que le es igualmente perpendicular y lleva un ojo en *N* que sirve para hacer pasar por él un hilo *RNS*, que será el que determine el plano de desenfilada. La parte *PQ* es un tubo que contiene interiormente una espiga *H* terminada en una nuez esférica; esta tiene por objeto el hacer tomar á aquella la posicion vertical por medio de las plomadas que lleva el instrumento.

El tubo *PQ* descansa sobre una especie de tuerca *T*, la cual levantada eleva el centro *O*, fijándolo el tornillo *M* á la altura conveniente; siendo el tubo independiente de la tuerca, el instrumento puede tomar un movimiento de rotacion alrededor de un eje vertical en *O*; la nuez en que está terminada la espiga *H* puede ser recibida en un pié análogo al que tienen las planchetas.

El rayo de luz que venga desde el punto peligroso á herir en el espejo formará con el eje *AB* un ángulo sumamente agudo, cuando esto indique la posicion verdadera de la cresta de un ramal; se hace, pues, preciso que el cristal del espejo sea lo mas fino posible con el fin de evitar la duplicacion de las imágenes. Si llegara á suceder que la salida que tienen los bujes *A* y *B* sobre el eje del espejo, interceptase el rayo de luz indicado que parte del punto peligroso, podria evitarse este inconveniente retirando los puntos *A* y *B* del centro *O* del modo que espresa la figura 121. En este caso seria preciso disminuir

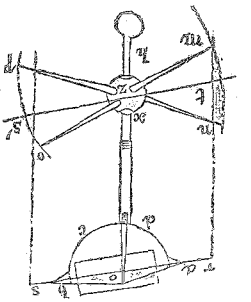


Fig. 121.

el número de grados que abraza la pieza *DE*: si se quiere que el eje *AB* pueda tomar los mismos ángulos que antes, el instrumento no perderá nada de la estabilidad asignada, aumen-

tando un poco el rádio del círculo *ACB*, pues la pieza *DE* ganaría entonces en longitud y lo mismo la superficie de contacto.

Supuesto el plano *ACB* vertical, figura 120, como el punto *O* es invariable, la *O'' O'''* será una horizontal, eje imaginario del instrumento, la que existirá en el mismo plano vertical que pasa por el centro *O* y el eje de la aguja, siendo además perpendicular á la proyeccion del eje real *AB* del espejo.

Si se marca, pues, en la aguja un punto *N'''* que indique en una posicion determinada tal como la *O*IV que el punto *N''* pertenece á la horizontal *O'' O'''*, verificada esta coincidencia, el plano *RNS* de desenfilada no formará ángulo alguno en sentido perpendicular á la proyeccion del eje *AB* del espejo, cualquiera que sea por otra parte el que forma este con el plano horizontal y el que haga con el mismo el de desenfilada, pero medido en una direccion distinta á la espresada.

Para hacerle tomar en el sentido referido diferentes ángulos dados, bastará graduar la aguja inferiormente al punto *N'''* de modo que los ángulos que indiquen las relaciones $\frac{N''' O^{IV}}{O^{IV} O^{V}}$ sean los exigidos.

Para verificar si efectivamente cuando el punto *N'''* está en *O*IV, el *N''* está en *O'''*, basta observar que entonces puesto el plano del espejo vertical, el *RNS* debe serle precisamente normal y por consiguiente confundirse en la traza *RS* la imágen del hilo, cuando se haya situado en aquel punto de vista.

Si esta coincidencia no se verificase, la division *O*IV estaria mal situada.

El eje *AB* no puede desde luego ponerse paralelamente al plano del terreno cuando este sea inclinado; lo mas que podria obtenerse seria llenar aproximadamente el objeto en una posicion determinada, pero el movimiento de rotacion indispensable en esta clase de instrumentos descompondria el paralelismo desde luego.

El uso, sin embargo, ha hecho ver en los instrumentos cono-

cidos que es posible llegar á poner con la suficiente aproximacion por medio de breves tanteos, paralelamente al plano del terreno y en la direccion conveniente, la línea que ha de marcar la cresta del ramal de trinchera.

Un medio de lograr con exactitud el indicado objeto, aunque sin escluir los tanteos, seria añadir al instrumento dos plomadas *K* y *L* dependientes de un mismo hilo, que pasando por una abertura en la espiga *C* viniese su punto medio á fijarse en un rodete *X*. Las magnitudes *KK* y *SL* permanecerán constantemente iguales cualquiera que sea su longitud; liando, pues, el hilo *S" X* al rodete de modo que una plomada *K*, por ejemplo, esté siempre á la altura del terreno y moviendo el eje *NS* hasta tanto que la visual *KL* lo rasase, se estará seguro de haber puesto el espresado eje paralelo exactamente al plano del terreno en la direccion determinada.

Otro medio, fig. 121, que evitaria además los tanteos, seria el suponer en la espiga *h* una nuez *x* sobre la cual girase una zona esférica *z*, por cuyo medio podrian darse todas las inclinaciones necesarias al plano *mnop*, que se uniese invariablemente á ella, terminando este en dos arcos de círculo *mn op* en los cuales se apoyan dos hilos ó varillas *rr'* y *ss'* de igual longitud, poniendo el plano *mnop* paralelamente al del terreno por un sistema de plomadas análogo al anterior y sujetándolo por medio de tornillos, el eje *rs* se veria precisado en su rotacion á moverse siempre paralelamente al espresado plano.

Para usar el instrumento se supone levantada la primera paralela; en el punto en que deba empezar un ramal se colocará el instrumento de modo que el punto *O* esté á la altura constante que se sabe tiene su cresta sobre el terreno, como dada por la de un ceston y las faginas de coronamiento; si el punto peligroso no se reflejase de una manera cómoda, se hará girar el espejo alrededor de su eje hasta que esto se verifique; como la direccion que tendrá el ramal puede ser presumida, se dispondrá el eje *AB* próximamente paralelo al plano del ter-

reno en esta direccion, y por medio de movimientos de rotacion del instrumento se hará coincidir el plano de desenfilada con el punto peligroso; si verificada esta coincidencia las plomadas *K* y *L* no diesen para el eje *AB* una posicion paralela al terreno, seria necesario despues de rectificarla volver á verificar la coincidencia; el plano del instrumento dará entonces la direccion deseada; un procedimiento análogo se usará en los retornos.

El instrumento se presta igualmente á resolver el problema inverso, de dada la direccion de un ramal, determinar la altura entre la cresta y el fondo de la trinchera; la única diferencia estribaria en que seria entonces preciso sujetar el instrumento en la direccion dada y hacer tomar por medio de la aguja diferentes ángulos al plano de desenfilada hasta tanto que las imágenes del punto peligroso y del hilo *RNS* se hubiesen confundido en el eje *AB* del espejo.

En igual caso se encuentran las baterías; su direccion se fija segun su objeto; la altura de la línea de la gola que ha de desenfilarse puede ser determinada segun las circunstancias; si se la hace, pues, partir del estremo del ramal que haya de desembocar en ella y se coloca el centro del instrumento á su altura, el ánguio que tome el plano de desenfilada dará el relieve del espaldon segun el terraplen que se necesite.

El mismo instrumento puede servir de desenfilador ordinario, puesto que el plano del espejo puede tomar alrededor del punto *O* cuantas inclinaciones sean necesarias.

CORONAMIENTO DEL CAMINO CUBIERTO.

Un coronamiento de camino cubierto puede ejecutarse á viva fuerza ó metódicamente.

En el primer caso, el coronamiento se ejecuta á la zapa volante, empleando tres secciones de Zapadores, una para el co-

ronamiento á la derecha de la capital, otra para el coronamiento á la izquierda, y la tercera para la comunicacion del coronamiento con la paralela; con arreglo á estos datos se dispondrán los tepes destinados á proteger los trabajadores.

En el caso de un coronamiento metódico, el trabajo marcha paralelamente á cada una de las crestas del camino cubierto, á una distancia de 4^m á 6^m de estas crestas, en zapa simple ó doble segun lo exijan las obras de la plaza.

Cuando el coronamiento se hace en zapa doble, puede suceder que en algunas partes de la zapa doble, uno de los parapetos se encuentre mucho mas bajo que el otro á causa de la pendiente del glácis, y por consiguiente que los Zapadores de una de las zapas queden espuestos á los fuegos de flanco ó de revés; en este caso se profundiza mas que de ordinario la zapa mal cubierta ó se emplea la zapa semidoble.

DESCENSO AL FOSO BLINDADO.

Se ejecuta una bajada ó descenso blindado, cuando no hay suficiente profundidad para construir un descenso subterráneo y aun en este último caso se forma casi siempre una galería blindada á fin de no profundizar demasiado debajo del coronamiento del camino cubierto.

El descenso está en línea recta y tiene $2^m,1$ de anchura interior á fin de que puedan pasar piezas de artillería de sitio montadas en sus aprestos.

El punto de partida está ordinariamente en el coronamiento del camino cubierto á $1^m,5$ mas bajo que la superficie del glácis; el punto de desembocadura se fija á 1^m mas bajo que el fondo del foso cuando este es seco y en caso de ser de agua á $0^m,4$ sobre el nivel del agua.

La máxima pendiente que se admite para la galería es de $\frac{1}{4}$, en caso de que este máximo de inclinacion no fuera suficien-

te para hacer llegar el descenso al nivel conveniente, seria preciso profundizar mas de $1^m,5$ el punto de partida, ó cambiar este para aumentar la longitud del descenso.

Blindas. Sus dimensiones (fig. 7), son las esplicadas al tratar de la confeccion de los materiales de sitio.

El techo del blindaje se compone de blindas puestas á través del descenso, encima se colocan tres ó cuatro hiladas de faginas de blindar apoyadas sobre otras blindas colocadas vertical y lateralmente á cada lado del eje del descenso, dejando entre ellas un paso de $2^m,1$ de anchura interior.

Marcha del trabajo. Se empieza por escavar en la trinchera del coronamiento del camino cubierto, la meseta del descenso (fig. 122), á $1^m,5$ debajo de la berma y de $2^m,4$ de anchura este-

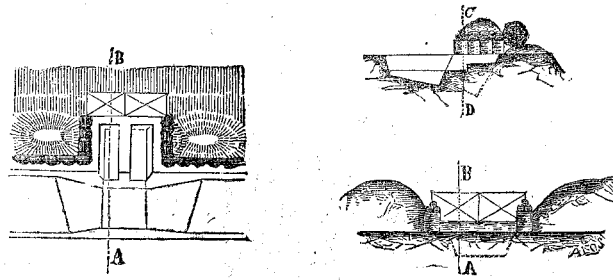


Fig. 122.

rior de galería blindada; al mismo tiempo se forman pequeñas rampas de $\frac{1}{6}$ para unir de cada lado esta meseta al fondo de la trinchera; las tierras procedentes de este trabajo se arrojan detrás del parapeto, á derecha é izquierda del emplazamiento del descenso; en este estado se desemboca en zapa doble del modo esplicado; para desembocar en zapa doble desde una zapa ensanchada, los dos cestones rellenos deben estar perfectamente unidos uno á otro.

Se avanza el trabajo de la desembocadura hasta que los cestones rellenos estén adelantados á lo menos todo el espesor del

parapeto de la trinchera, lo que sucederá generalmente despues de colocados los cuatro primeros cestones de la zapa doble; en este estado se ensancha y profundiza el trozo de zapa doble dándola la profundidad ordinaria de 1^m.

Hallándose el trozo de zapa doble por cuyo medio se ha desembocado, profundizado como se acaba de decir hasta 1^m, dos Zapadores puestos á la cabeza del trabajo y uno al lado del otro, continúan profundizando hasta el suelo del descenso y siguiendo la pendiente asignada de antemano; la anchura de la escavacion debe ser de $2^m,4$ en el fondo, los taludes laterales segun la naturaleza de las tierras, las cuales se arrojarán á derecha é izquierda detrás de los cestones laterales.

No obstante, si la profundidad de la escavacion escediere de 2^m (fig. 123), ó si las tierras no se sostuviesen con facilidad verticalmente en una altura considerable, los dos Zapadores

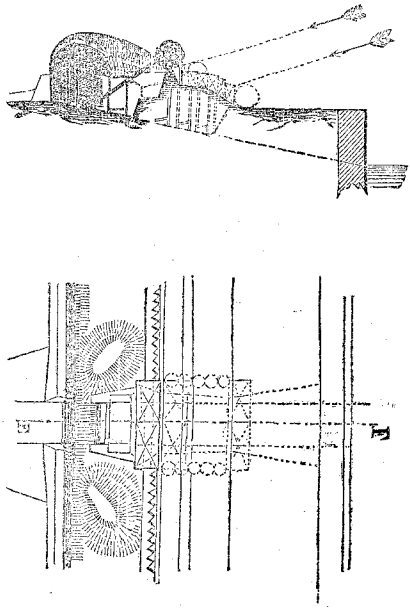


Fig. 123.

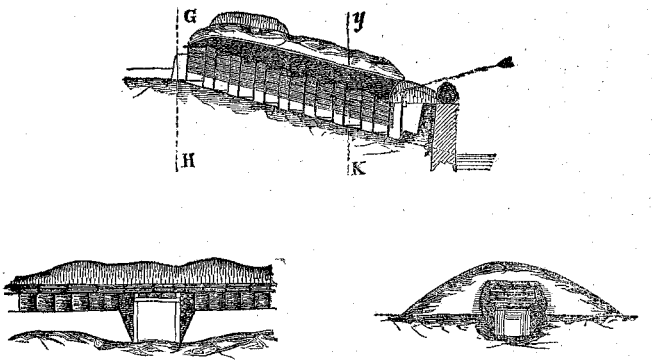
de la cabeza no profundizarán sino hasta 2^m, y otros dos colocados detrás acabarán la escavacion, quitando una banqueta de 1^m que se habrá dejado, cargan las tierras en carretillas, y otros Zapadores las conducen á la trinchera del coronamiento desde donde son arrojadas detrás del parapeto.

Se prolongan las cestonadas de la zapa doble cerca de los bordes del descenso para sostener los parapetos laterales hasta que la profundidad de la escavacion tenga 2^m; desde este momento no es necesario colocar cestones; sin embargo, se continuarán arrojando tierras de la escavacion hácia los costados para formar parapetos, y además se tendrá cuidado de no empujar sino poco á poco los cestones rellenos, á fin de que á cada avance parcial caiga contra ellos cierta cantidad de tierras que sirven para cubrir á los Zapadores; estos deben además reservar algunas tierras escavadas que echan en caso de necesidad en los huecos que produjesen el movimiento de los cestones rellenos.

Desde el momento en que los parapetos laterales hayan adquirido un espesor conveniente para cubrir la cabeza del trabajo, una parte de las tierras del desmonte se arrojan hácia atrás y encima del techo del descenso como se verá mas adelante; el resto lo recogen trabajadores auxiliares y lo trasportan al revés de la trinchera.

A medida que se vá adelantando la escavacion, se clavan piquetes en el suelo siguiendo el eje del descenso, á 1^m uno de otro y al nivel determinado por la pendiente que el suelo deba tener.

Colocacion de las blindas.—(Figuras 123 y 124.) Así que el trabajo esté bastante adelantado para poder poner las primeras blindas laterales, se procede á esta operacion practicando de cada lado del descenso dos hoyos destinados á recibir los piés de las blindas; uno de estos hoyos, de $0^m,35$ de profundidad, se practica en el orígen del descenso, y el otro, de $0^m,1$ á $0^m,2$, siguiendo la pendiente y á 1^m mas allá del precedente.



Corte por GH. *Corte por YK.*

Fig. 124.

Se colocan con cuidado las blindas, estableciéndolas verticalmente y á la distancia prefijada; se mantiene esta distancia por medio de una fuerte varilla clavada en la parte superior. Para colocar la primera blinda del techo, se la encajona en las puntas superiores mas avanzadas de las primeras blindas laterales, y se sostiene provisionalmente esta blinda por medio de dos falsos montantes que se colocan á $0^m,75$, teniendo cuidado de enterrarlos un poco á fin de que sostengan la blinda algo mas arriba de la posicion definitiva en que deben quedar para que sea mas fácil colocarla entre las puntas de las blindas laterales sobre las que deben apoyarse.

A medida que el trabajo avanza, se van colocando sucesivamente las blindas laterales y del techo, dejando una distancia de $0^m,5$ entre los montantes de dos blindas laterales consecutivas; al colocar cada una de estas se enlazan sus puntas superiores contra las de la última blinda horizontal y se quitan los falsos montantes que soportaban esta.

Es evidente que las blindas laterales deben estar en cuanto sea posible verticales y en la alineacion de las precedentes; pero si se tuviese la escrupulosidad de detenerse á colocarlas

correctamente, se haria el trabajo demasiado lento sin necesidad; basta colocar con mucho cuidado las dos primeras blindas de cada lado para guiarse en el alineamiento de las demás. Despues de la colocacion de las blindas, se cubre el techo del descenso con faginas de blindar; los dos Zapadores de la cabeza son los que hacen esta operacion, levantan las faginas cada uno por un estremo, las echan sobre las blindas, colocándolas con sus horquillas; se forma una cubierta ó techo de tres ó cuatro capas y se cubre el todo con pieles de buey recien muerto; encima se echará una capa de tierras escavadas de $0^m,5$ á $0^m,6$ de espesor para preservar el blindage de los artificios incendiarios y amortiguar el choque de las bombas y granadas.

Los vacíos que quedan entre las blindas laterales y los taludes de la escavacion, se rellenan con pequeñas faginas de 1^m á $1^m,5$ de longitud, de las que habrá en depósito cantidad suficiente.

Paso del ceston relleno por el talud interior del camino cubierto. En la ejecucion de la zapa doble que precede al establecimiento del blindaje, llega un momento en que es preciso hacer pasar los cestones rellenos sobre el talud interior del camino cubierto; pueden ocurir dos casos, que no haya ó que haya través en el camino cubierto en la direccion del descenso.

Caso en que no haya través. Cuando en el camino cubierto no haya estacada, ó si por haberla estropeado el cañon del sitiador sobresaliese poco sobre el glácis, se efectúa esta operacion fácilmente empujando dichos cestones con horquillas para hacerlos caer sobre la banqueta, teniendo cuidado de retenerlos por medio de cuerdas atadas á los estremos y al medio para que no los haga rodar su peso hasta el terraplen.

Si al contrario, la estacada ha conservado sus puntas, y su salida sobre la cresta del glácis, podrian engancharse en el tegido de los cestones rellenos é impedir su caida.

En este caso, seria conveniente levantar un poco los cesto-

nes por medio de palancas, introduciendo despues debajo de los estremos y centro unos trablones que se colocarán apoyando un estremo sobre el glácis y el otro sobre las puntas de la estacada, de modo que formen una pequeña rampa sobre la cual se harán rodar los cestones rellenos con cuerdas de retenida. Si dichos cestones avanzasen demasiado y dejasen descubierto el interior del descenso, se remediaria este inconveniente suspendiendo horizontalmente un fuerte madero á la última blinda del techo, para interceptar los proyectiles dirigidos por debajo de los cestones rellenos; en cuanto á la cabeza del trabajo la cubrirán siempre suficientemente los cestones rellenos.

Caso en que haya través. Cuando en el camino cubierto y delante del descenso haya un través, es preciso facilitar el paso de los cestones rellenos; para esto se emplean cuatro viguetas de 6 m^m próximamente de longitud que se disponen de modo que formen un puente sobre el cual se empujan los cestones rellenos; esta operacion se ejecuta del modo siguiente:

Cuando el dado de tierras que es preciso escavar para llegar al través no tenga mas que unos $0^m,5$ de espesor, se abren en este dado por medio de la lengua de buey cuatro aberturas destinadas á recibir una vigueta cada una, se introducen al mismo tiempo dos de las viguetas en dos aberturas próximas, y cuando ambas hayan salido como la mitad de su longitud se detiene una de ellas y se hace resbalar la otra sobre la primera, hasta que se apoye sobre el través; hecho esto será fácil colocar las otras tres viguetas, haciéndolas resbalar sucesivamente sobre su inmediata colocada ya en su lugar, espaciándolas de un modo conveniente por medio de algunas conversiones que se les imprime desde el interior del descenso.

Colocadas las viguetas, la operacion de hacer pasar los cestones no presenta dificultad alguna; sin embargo, cuando haya estacadas de gran salida sobre la cresta del camino cubierto, en vez de practicar ranuras en el dado para el paso de las vi-

guetas, es preferible calzar los cestones rellenos por medio de cojinetes, de modo que puedan introducirse viguetas entre el suelo y los cestones.

Se puede evitar el embarazo que en esta maniobra causarian las estacadas, haciéndolas saltar por medio de uno ó dos sacos de pólvora lanzados por encima de los cestones rellenos.

Por último, para desacerse de los cestones rellenos cuando no sean necesarios para cubrir la cabeza del trabajo, se les hace retroceder hasta encima de las blindas, maniobra que generalmente no presentará gran dificultad.

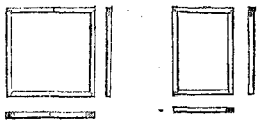
Fuerza de la brigada. La brigada encargada de la ejecucion de un descenso blindado se compone de diez hombres; los dos Zapadores de la cabeza deben ser relevados con frecuencia.

Velocidad del trabajo. En un terreno ordinario, el trabajo avanza próximamente 1^m en tres horas.

DESCENSO AL FOSO SUBTERRANEO.

Se baja al foso por una galería subterránea con preferencia á una galería blindada, siempre que la contraescarpa sea bastante elevada para que se pueda conservar encima del techo del descenso una capa de tierra de $0^m,75$ de espesor por lo menos; si dicha capa fuese mas delgada no resistiria la galería al choque de las bombas y granadas.

El descenso subterráneo es de $1^m,85$ á 2^m de altura, su anchura de $1^m,3$ á $2^m,1$, las maderas para el encofrado, suponiéndolas de encina, tienen (figuras 125 y 126) las escuadrías siguientes:



Figuras 125 y 126.

	Jumelas.	Montantes.	Cumbreras.
Un descenso de $1^m,3$ por 2^m..	0,11 p 0,13	0,13 p 0,15	0,16 p 0,13
Un descenso de $2^m,1$ por 2^m..	0,15 p 0,17	0,17 p 0,17	0,2 p 0,17

Las planchas del encofrado tienen de $0^m,02$ á $0^m,03$ de espesor y las del techo de $0^m,04$ á $0^m,05$.

El descenso subterráneo se dirige generalmente en linea recta, (figura 127), desde el punto de partida que se fija en el

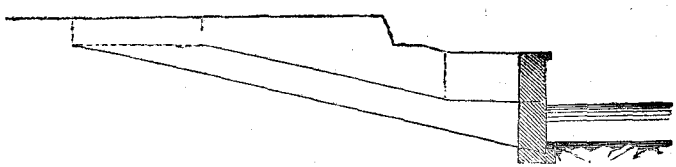


Fig. 127.

coronamiento del camino cubierto hasta el de desembocadura que se determina por la condicion de estar á 1^m ó $1^m,5$ debajo del fondo del foso si es seco, y si es de agua á $0^m,4$ sobre el nivel de esta.

La pendiente no debe esceder de $\frac{1}{4}$, esto es, 4 de base por 1 de altura; no es preciso que esta pendiente se uniforme, así cuando el foso es poco profundo es bueno dar poca pendiente á la parte del descenso situado debajo del terraplen del camino cubierto á fin de conservar lo mas que sea posible el espesor de tierras encima del techo, forzando luego la pendiente de la parte de debajo del parapeto y del glácis.

La condicion de conservar encima del techo del descenso un espesor de tierras de $0^m,75$ al menos, exige que se coloque la entrada, (figura 128), sobre una meseta escavada próximamente á 3^m debajo del plano del glácis, es decir, debajo del fondo de la trinchera del coronamiento del camino cubierto; con el objeto de evitar esta escavacion se construye el principio del descenso en galería blindada, colocando el punto de partida á $0^m,5$ solamente debajo del fondo de la trinchera y no

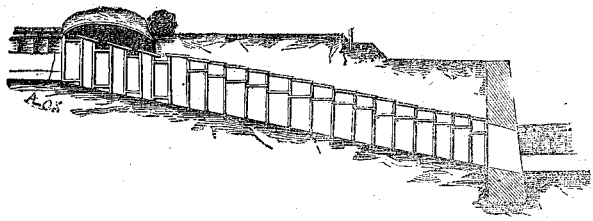


Fig. 128.

se entra en galería subterránea hasta haber llegado á la profundidad conveniente, es decir, hasta despues de 5^m á 6^m de galería blindada. Para la ejecucion de la galería subterránea se emplearán los métodos de la escuela de minas.

Cuando el foso es poco profundo, debe aprovecharse el macizo de los traveses del camino cubierto (fig. 129), para

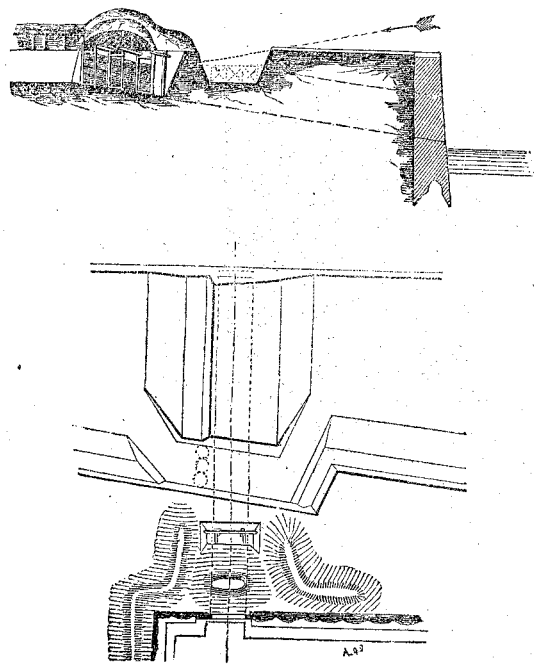


Fig. 129.

practicar debajo de ellos el descenso subteráneo; en este caso se hace desembocar la parte blindada en el desfiladero del través, á 1^m al menos debajo del suelo de este desfiladero, despues de haber colocado el punto de partida á la profundidad conveniente para obtener este resultado.

Puede suceder que el macizo del través cubra suficientemente el descenso blindado, cuya circunstancia dispensa el empleo de cestones rellenos y simplifica el trabajo; pero en todos casos, cuando se esté próximo á desembocar en el desfiladero del través, hay que tomar la precaucion de no practicar en el tabique que hay que derribar mas que una pequeña abertura de la dimension de un ramal de mina, á fin de poder colocar en el desfiladero algunos cestones que se llenan de tierras por medio de una pequeña trinchera, formando un parapeto suficiente para cubrir la desembocadura y protegerla contra los fuegos de flanco.

DESCENSO AL CAMINO CUBIERTO.

Se desciende al camino cubierto por medio de descensos blindados ó descensos á cielo descubierto. En el primer caso se empieza el trabajo como si se tratase de un descenso al foso; al llegar al terraplen del camino cubierto se desemboca por una zapa á derecha é izquierda para estenderse paralelamente á la contraescarpa. Esta operacion presenta pocas dificultades, sobre todo si se ejecuta el descenso enfrente de un través.

El descenso á cielo descubierto consiste en una zapa no blindada y dirigida al través de los diferentes taludes del camino cubierto, de modo que no sea visto de las obras de la plaza; es preciso profundizar mucho la zapa para desenfilarla; los Zapadores esperimentan alguna dificultad para establecer sólidamente los cestones sobre la pendiente por donde bajan.

PASOS DE FOSOS.

Foso seco. Cuando el foso es seco, el paso no consiste mas que en una zapa ordinaria dirigida desde la desembocadura del descenso hácia el pié del talud de la brecha; para guarecerse contra los fuegos verticales es preciso que á la primera forma de la zapa se la dé toda la profundidad de la trinchera.

Cuando el fondo del foso no pueda escavarse por ser terreno de roca ó por encontrarse agua á muy poca profundidad, se emplearán los métodos esplicados para estos casos.

Foso lleno de agua. Cuando se trata de pasar un foso lleno de agua, se establece un puente en el foso; esta operacion está reputada como la mas difícil de todas las que se ejecutan en un sitio.

Se han ensayado diferentes medios que se describirán sucesivamente.

Paso de un foso lleno de agua.—Puente de faginas.—(Figura 130.) Se empieza por ejecutar desde luego de una y otra

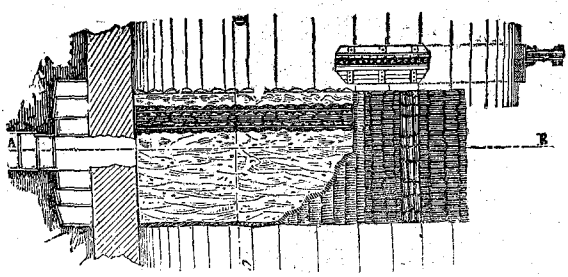
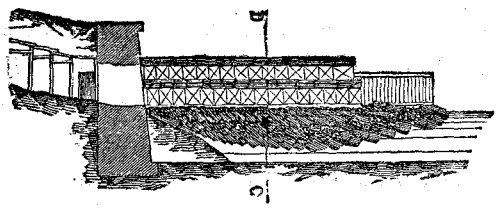


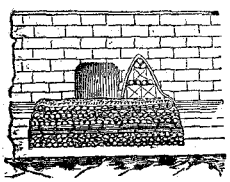
Fig. 130.

parte del descenso y detrás del revestimiento de la contraescarpa, un retorno de 4^m á 5^m de longitud para servir de abrigo á los trabajadores; este retorno en rigor puede hacerse en semigaleria. Las tierras procedentes de su escavacion se

arrojan en el foso enfrente de la desembocadura del descenso, para asegurar el estribo del puente (fig. 131.)

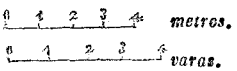


Córte por AB.



Córte por CD.

Fig. 131.



Escala para las figuras 131 y 133.

Se procede al mismo tiempo al establecimiento de una *balsa-abrigo* destinada á cubrir los trabajadores que construyen el puente; este abrigo flotante se forma generalmente con faginas contenidas entre dos paredes de maderos sujetos verticalmente á una balsa de 4^m á 5^m de longitud y 2^m de ancho; esta balsa recibe dos Zapadores encargados de manejarla, se la coloca desde luego cerca de la desembocadura del descenso, haciéndola avanzar á medida que adelante la construccion del puente, y de modo que cubra constantemente la cabeza del trabajo.

Casi al mismo tiempo se depositan al alcance del descenso gran cantidad de faginas, piquetes, zarzos y cestones; despues se procede como sigue:

Un Zapador coloca una fagina agua-abajo de la desembocadura del descenso; una estremidad se apoya en las tierras del estribo, la otra se dirige de modo que se oponga un poco á la corriente.

Otro Zapador, armado con un bichero, mantiene esta fagina en su posicion; el primer Zapador coloca rápidamente en toda la anchura del puente una série de faginas unidas unas á otras; la corriente oprimirá á todas contra la primera que se colocó. El mismo Zapador fija estas faginas al estribo del puente por medio de fuertes piquetes, en seguida coloca transversalmente y sobre la primera hilada una segunda de faginas, despues una tercera hilada sobre la segunda, colocando cada hilada en retirada sobre la precedente; estas tres hiladas cruzadas, cuyo sistema se llama *tuna*, se clavan con fuertes piquetes y se cubren con zarzos.

Se construye del mismo modo una segunda tuna delante de la primera, teniendo cuidado que esta sea cubierta en su parte anterior por la nueva, la que se piqueteará con cuidado y se cubrirá de zarzos.

Se pasa en seguida á la tercera tuna y despues á la cuarta, desde que el puente empiece á sumergirse en el agua por consecuencia del adelantamiento de la cabeza mas allá del estribo; se colocan tunas superiores de modo que el nivel del puente se mantenga siempre mas elevado que el nivel del agua.

El trabajo se ejecuta por cinco Zapadores, tres á la cabeza del puente para formar las tunas de delante, y dos un poco atrás para cubrir y recargar.

Estos dos talleres cuidan en la construccion de las tunas sucesivas, de no colocar ninguna hilada de faginas sinó cuando la hilada inferior de la misma tuna abrace próximamente la mitad de la anchura del puente; esta hilada se continúa por

uno de los Zapadores del taller, mientras el otro empieza la hilada superior.

Uno de los Zapadores de la cabeza debe estar armado de un bichero para mantener contra la corriente la primera fagina de cada nueva tuna.

El puente adquiere una solidez conveniente cuando el *tunage* tenga próximamente $1^m,75$ de espesor; pero como hay que colocar faginas para unir las hiladas superiores de las tunas, resulta el espesor del puente de unos 2^m.

El tablero del puente se enrasa con zarzos y tierra en cantidad suficiente para elevarse á $0^m,5$ sobre el nivel del agua.

El taller de detrás, cuyo trabajo es mas fácil y mas rápido que el de la cabeza, está además encargado de formar el espaldon del puente; este espaldon se compone de dos filas de cestones coronados con una hilada de faginas, encima una fila de cestones coronados de una ó dos hiladas de faginas; todos los cestones se habrán rellenado de antemano con fajos de zapa; todo el sistema se cubre con pieles de buey recien muerto para preservarlo del incendio.

En el descenso se colocan dos cadenas de trabajadores para hacer pasar los materiales necesarios á los dos talleres encargados de la construccion del puente.

Cuando el trabajo se conduce con órden y actividad, avanza $1^m,5$ por hora.

Si la parte del puente cerca de la desembocadura del descenso está batida de lo alto del parapeto de la otra opuesta, se establece un trozo de blindage.

Paso de un foso lleno de agua.—Puente de balsas de toneles vacios. Este método puede emplearse con algun éxito cuando la corriente del agua del foso es muy rápida; la corriente se obstruye si se emplea el método anterior; el que se va á esplicar consiste en construir el puente por medio de una série de pequeñas balsas sostenidas por toneles vacios.

Cada balsa tiene 3^m de longitud por $1^m,5$ de anchura y forma

el sistema indicado en la figura 132; los toneles están sujetos, su número es de seis por cada balsa de la parte del puente que deba tener parapeto, y de cuatro para las otras balsas; la capacidad de los toneles es de 100 á 150 litros.

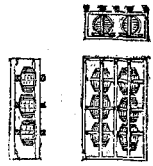
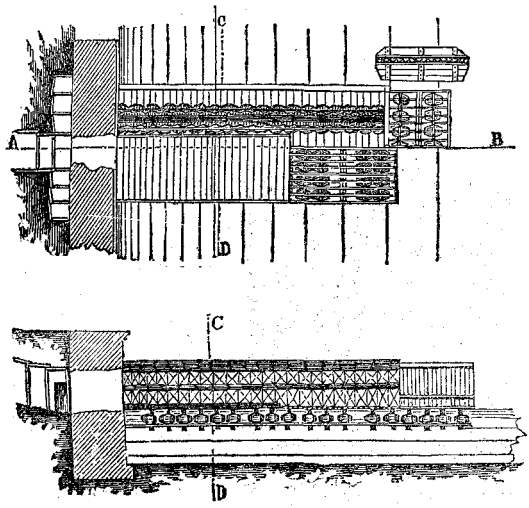
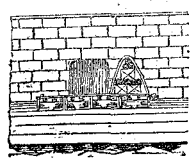


Fig. 132.

La primera operacion (fig. 133), despues de haber estable-



Córte por AB.



Córte por CD.

Fig. 133.

cido la balsa-abrigo como en el caso anterior, consiste en echar al agua una pieza de madera de 6^m de largo por $0^m,25$ de escuadría llamada *cuerpo muerto*, la cual se coloca á lo largo de la contraescarpa, para amarrar las primeras balsas del puente; el cuerpo muerto se amarra á fuertes piquetes clavados en el interior del descenso.

Las balsas se botan al agua sucesivamente por ocho Zapadores, que llevando la balsa á la espalda, la colocan sobre dos viguetas, las cuales se levantan para que, resbalando sobre ella la balsa, caiga al agua.

Las balsas se botarán al agua en un órden tal, que el lado del puente sobre que deba haber parapeto, sea siempre el mas avanzado.

Las cuatro primeras balsas que deben colocarse y que forman la anchura del puente, se atracan al cuerpo muerto por medio de cadenas.

Las balsas siguientes se unen unas á otras por medio de pequeñas cadenas fijadas en los cuatro ángulos de cada una de ellas.

El medio del puente corresponde al eje del descenso; á cada balsa colocada en el borde del puente y del lado de los fuegos del enemigo, debe ir unido un fuerte salchichon que se deja flotar á lo largo de la balsa á fin de interceptar las balas que podrian penetrar en los toneles y por consiguiente ocasionar la submersion del puente.

El tablero se forma por una ó dos hiladas de viguetas de 3^m de longitud, colocadas unidas sobre las balsas y cubiertas de tablones de $4^m,3$ de largo, los que se sujetan de cada lado por cuerdas que los unen unos á otros.

No se colocan tablones en la parte ocupada por el parapeto el cual se apoya sobre las viguetas.

El pié del parapeto, del lado del paso, se establece á $1^m,3$ del eje del puente; dicho parapeto consiste en dos pisos de cestones rellenos de fajos de zapa; el piso inferior se compone de

dos filas de cestones coronados con una hilada de faginas; el piso superior consta de una fila de cestones coronados con dos ó tres hiladas de faginas; el todo se cubre con pieles frescas para evitar el incendio.

Cuando el puente se encuentre cerca del talud de la brecha y no puedan ponerse mas balsas, se termina el paso, sea por un tramo de puente sobre caballetes ó llenando con faginas el intérvalo que falte. Si la corriente es muy rápida, se asegura el puente por medio de algunas anclas.

El trabajo esplicado exige 22 Zapadores; dos en la balsa-abrigo, ocho para transportar faginas, cestones, fajos de zapa, viguetas y tablones, cuatro para el tablero del puente.

El primer tramo se establece en una hora y en media los siguientes.

Paso de un foso lleno de agua.—Tubos de cestones. El paso se ejecuta por medio de un dique construido con tubos de cestones ordinarios y vacíos, echados á pique en el foso en el mismo sentido que la corriente y paralelamente á la contra-escarpa; una parte de la anchura del dique se convierte en plataforma para la comunicacion á través del foso; en la otra parte se forma un parapeto de faginas para resguardar la comunicacion contra los fuegos de flanco.

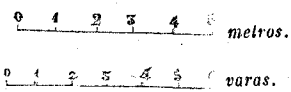
Para formar un tubo (fig. 134), se colocan los cestones á continuacion unos de otros; el primero y último con las cabezas de los piquetes hácia fuera; cada ceston ocupa al menos 1^m de longitud de tubo y de modo que las puntas de los piquetes enrasen próximamente con el ceston contiguo.

Los cestones se unen por tres listonadas de la madera mas pesada posible de encontrar, de $0^m,08$ á $0^m,1$ de grueso medio, colocadas esteriormente á los cestones y á distancias iguales; se unen á cada uno de los cestones por medio de tres ligaduras por listonada para los dos cestones estremos y con dos ligaduras por listonada para los otros cestones.

Los tubos constan al menos de siete cestones, lo que dá



Fig. 134.



Escala para las figuras 134 á la 137.

una longitud de 7^m, y suponiendo que se pierdan 1^m de cada lado por defectos en la alineacion de los cestones, siendo por otra parte el espesor del parapeto de 2^m, quedan 3^m para la plataforma del paso, lo que es suficiente; pueden emplearse tubos de ocho cestones para que sea mas fácil el establecimiento del parapeto y plataforma del paso.

Para que los tubos puedan ser echados á pique, basta en general, antes de unir los cestones que deben formarlos, colocar en cada uno de ellos un saco á tierra aplanado y sujeto en el interior por dos ligaduras ó por dos cordeles de gutta puestos en cruz y atados al entretejido; siempre convendrá ensayar el número de sacos á tierra necesarios para sumergir un tubo; los sacos deben ser de lienzo muy tupido.

Cuando la corriente sea rápida, conviene reemplazar la tierra por guijarros ú otros cuerpos pesados, para que la sumersion sea pronta y no sean los tubos arrastrados por la corriente.

Es inútil recargar de peso los tubos destinados á ocupar la parte del dique á flor de agua, escepto en el caso de una corriente fuerte.

Conviene preparar cinco ó seis tubos de cuatro cestones y un número análogo de tres cestones, sin lastre, para llenar los espacios vacíos que puedan existir en la parte superior del dique.

Para ejecutar el paso se necesita una compañía de 3 Oficiales, 7 Sargentos y 80 hombres, sin contar la reserva; se necesita tambien una seccion de fuerza variable para terminar los preparativos necesarios de esta operacion y trasportar hasta el descenso subterráneo del foso los diversos materiales.

Para facilitar el emplazamiento de los tubos, se hace uso de un estribo (fig. 135), formado por dos tablones de 5^m de longitud, colocados de plano, paralelamente el uno al otro y á $1^m,3$ de distancia esterior, unidos y á partir de sus estremidades por una docena de planchas de $1^m,3$ de longitud, unidas unas á otras y clavadas en los tablones, formando un tablero de 3^m próximamente de longitud.

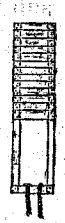


Fig. 135.

Una décimatercia plancha se clava en la otra estremidad de los tablones para consolidar el sistema; á esta última plancha se fijan dos cuerdas de 5^m á 6^m de longitud para ayudar á la maniobra del estribo.

La compañía que ha de ejecutar el paso se divide en cinco brigadas:

PRIMERA BRIGADA.—*Un Sargento y 16 Zapadores.*

Para sumergir los tubos y formar el parapeto. Los números 1 y 2 tienen cada uno una cuerda de 18^m á 20^m de largo para la maniobra de los tubos; los números 3 y 4 están armados de bicheros de mango largo para el mismo objeto.

SEGUNDA BRIGADA.—*Un Sargento y 16 Zapadores.*

Para el transporte de los tubos, que tomarán á la entrada del descenso. Ocho hombres llevan los tubos sosteniendo las listonadas con las manos, teniendo la precaucion de no arrastrar los cestones; el Sargento marcha á la cabeza.

TERCERA BRIGADA.—*Un Sargento y 16 Zapadores.*

Para el mismo trabajo.

CUARTA BRIGADA.—*Un Sargento y 16 Zapadores.*

Para transportar piquetas, zarzos, para introducir los piquetes al través de los tubos y para formar la plataforma del paso con faginas de 3^m de largo cubiertas con una hilada de zarzos; esta seccion estará provista de un hacha de mano y de grandes y pequeños mazos.

Si se quieren ejecutar los trabajos como en un sitio verdadero, la cuarta brigada se compondrá de 16 hombres y 2 Sargentos, formando dos secciones iguales, la primera para ejecutar el trabajo precedente, la segunda para cubrir el parapeto con pieles frescas de buey y despues con una ligera capa de tierras, lo mismo que la plataforma del paso.

Esta seccion estará provista de cuatro garfios, dos vigue-

tas de zapa de $3^m,5$ de longitud, de diez espuertas y cuatro palas.

QUINTA BRIGADA.—*Un Sargento y* 16 *Zapadores.*

Para relevar de dos en dos horas la primera brigada cuyo trabajo es muy penoso, no reemplazando de una vez mas que cuatro hombres para que el resto esté al corriente de la operacion. Esta brigada estará habitualmente cerca de la entrada del descenso y ayudará al transporte de la tierra y faginas.

La seccion que debe ayudar á la ejecucion del paso del foso, se formará en diversas brigadas, segun los materiales que haya que preparar y los trasportes que se hayan de hacer.

Si se quiere echar tierra sobre las faginas á medida que avance la construccion del parapeto, cubriéndose así la parte superior de este y la plataforma del dique con una ligera capa de tierra como se haria en un sitio verdadero, una de las brigadas tendrá á su disposicion palas, zapapicos y cien espuertas, quedando encargada de llenar estas de tierra y tener siempre un depósito de ellas á las inmediaciones del descenso.

El Capitan de la compañía destinada á la construccion del dique estará con la primera brigada para dirigir particularmente el trabajo, teniendo cerca de sí un Sargento encargado especialmente de trasmitir sus órdenes.

Uno de los Tenientes de esta compañía mandará las brigadas números 2 y 3, empleadas en el trasporte de los tubos; el otro Teniente mandará las brigadas números 4 y 5, vigilará al mismo tiempo la colocacion de los materiales á la entrada del descenso en donde estará habitualmente á fin de que los trasportes se hagan con exactitud y sin retraso; los trabajadores guardarán silencio, las órdenes se darán en voz baja y se ejecutarán sin precipitacion.

Cuando se deba suspender el trasporte de los tubos para

hacer el de faginas ó espuertas llenas de tierra, los Tenientes harán observar á sus brigadas lo siguiente:

La quinta brigada se colocará á la entrada del descenso y á partir del depósito inmediato de faginas ó espuertas; los trabajadores se formarán en una fila á lo largo del lado del descenso correspondiente al parapeto del dique.

Las otras brigadas dejarán los tubos, zarzos y piquetes, se formarán en el mismo lado, un hombre á continuacion de otro, de modo que quede guarnecida toda la línea hasta cerca de la primera brigada.

Las faginas ó espuertas se pasarán de mano en mano y cuando el Sargento trasmita la órden de volver á empezar el trasporte de los otros materiales, las faginas ó espuertas que se esten pasando de mano en mano en este momento, se arrimarán á uno de los lados del descenso ó contra el parapeto, y cada hombre volverá á su antiguo trabajo.

Ejecucion del paso. Se supone que el flanco que bata el foso que se debe atravesar está agua arriba y que por consiguiente el parapeto se debe establecer de este lado, lo que aumenta la dificultad de la maniobra de los tubos por la corriente del agua.

El Oficial encargado de la operacion toma puntos de direccion para fijar el eje del dique, que debe pasar á $0^m,5$ próximamente del paramento del descenso del lado del parapeto y hácia dentro del descenso; el parapeto debe estar siempre que sea posible paralelo á este eje y á la misma distancia de $0^m,5$.

La primera brigada coloca el estribo (fig. 136), de manera que el tablero rebase la contraescarpa en 2^m y toque el lado de agua arriba de la desembocadura, mientras que la estremidad interior enrase el lado de agua abajo del descenso; en seguida se avisa á la segunda y tercera brigada que tomen los tubos.

La segunda brigada toma el primer tubo que hay que su-

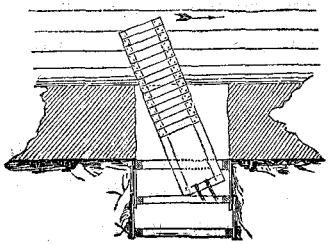


Fig. 136.

mergir y lo lleva hácia la desembocadura del descenso, cerca del estribo, y lo deja allí.

El número 1 de la primera brigada pasa una cuerda al rededor de una cestonada y dos piquetes de un ceston, y en la junta que separa el segundo del tercer ceston, empezando á contar por el lado del foso, teniendo las dos estremidades de la cuerda de modo que pueda sacarla con facilidad tirando por uno de sus estremos cuando el tubo esté colocado.

El número 2 pasa del mismo modo una cuerda en la junta del penúltimo y último ceston.

Los números 3 y 4 toman los bicheros, se colocan provisionalmente detrás, lo mismo que los 1 y 2, mientras que los otros doce Zapadores cogen la listonada del tubo; los seis números impares del lado del parapeto, los seis números pares del otro lado, levantan el tubo y lo colocan sobre el estribo; hecho esto le hacen avanzar lo mas agua arriba posible, haciéndole perder tierra por esfuerzos simultáneos y acompasados con las voces de *A una*..... dadas por el Oficial.

Una parte de los trabajadores se mantiene en el estribo para mantenerlo en su lugar.

Se hace avanzar de este modo el tubo todo lo que se pueda sin descubrir los trabajadores, es decir, en general hasta que no queden mas que dos cestones en el descenso; despues se le

arroja al agua valiéndose de los bicheros; las cuerdas siguen el movimiento del tubo sin oponer resistencia.

Es conveniente, sobre todo cuando la corriente es rápida, dar á la desembocadura del descenso una anchura de 3^m y mas si fuese posible (fig. 137), á fin de poder colocar el estribo en una posicion que permita, por su oblicuidad, hacer conservar el tubo sobre el tablero para colocarlo paralelamente á la contraescarpa antes de arrojarla al agua.

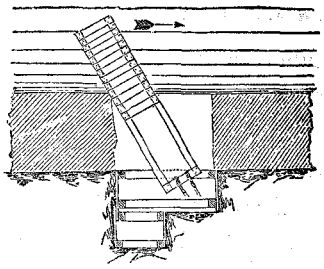


Fig. 137.

El Oficial dará la voz de *Atrás el estribo*; los números 13, 14, 15 y 16 lo retiran hácia atrás para que las cuerdas y bicheros puedan colocar el tubo paralelamente á la contraescarpa si no hubiese caido en esta posicion; en esta maniobra los números 5 y 7 ayudan al número 1 para tirar de la cuerda de agua arriba, mientras que los 6 y 8 y en caso de necesidad tambien el 10 ayudan al 2 á mantener con fuerza la cuerda de agua abajo para impedir al tubo ser arrastrado por este lado; si es preciso los dos bicheros ayudan la maniobra.

Antes de ejecutar este movimiento, si el Oficial conoce, segun la posicion que el tubo debe ocupar en el dique, que no ha sido lanzado bastante agua arriba, hace tirar en este caso de la cuerda de agua abajo, bajo un ángulo lo mas agudo posible, cerrándose los trabajadores contra el lado de agua arriba del descenso; al mismo tiempo el número 4 mantiene con su

bichero la parte de agua abajo hácia lo ancho del foso, mientras que el número 3 empuja de otra estremidad hácia agua arriba; la cuerda de este lado cederá para no contrariar el movimiento; así que el tubo haya marchado lo suficiente, se le coloca paralelamente á la contraescarpa como se ha esplicado.

Estas maniobras se ejecutan en general mientras que las tierras de los sacos se empapan de agua, adquiriendo así el tubo el peso que debe sumergirlo.

Es fácil hacer flotar el tubo valiéndose de las cuerdas y bicheros, aun cuando esté totalmente sumergido.

Así que el tubo haya llegado al fondo del foso el Oficial mandará:

Quitar las cuerdas... y cuando los números 1 y 2 las hayan quitado, mandará *Adelante el estribo...* lo que ejecutarán los números 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 colocando el estribo en su posicion primitiva.

Mientras se echa á pique el primer tubo, la tercera brigada trae un segundo tubo que se arroja al agua lo mismo que el primero, haciendo lo mismo con un tercer tubo traido por la segunda brigada, y así sucesivamente.

En el momento en que los tubos lleguen al fondo del foso, se debe hacer de modo que el medio del cuarto ceston se encuentre aproximadamente en el plano vertical que pasa por la línea que representa el eje del dique.

Si el foso forma un talud del lado de la contraescarpa, los Zapadores de la brigada número 1 harán fuerza sobre los bicheros para que los primeros tubos, que se lanzarán lo mas lejos posible, no resbalen sobre el talud cuando el paso esté cargado con el peso del parapeto.

De esta manera se irán lanzando desde la desembocadura del descenso los tubos necesarios; los superiores deben elevarse un poco sobre la superficie del agua continuados soportados por los de debajo; si se sospecha que en el foso hay compuertas,

se hará sobresalir un piso de tubos sobre el nivel del agua, ó dos si se juzga necesario.

Llegados á este punto, el Oficial hará detener el trasporte de tubos y empezar el de faginas ordinarias rellenas de piedras, que se lanzarán al agua por los números 1 y 2, ayudándoles en caso de necesidad los números 3 y 4 de la primera brigada, en los intérvalos que separan los tubos superiores á fin de llenarlos; despues vienen las faginas ordinarias no rellenas, para empezar el parapeto; las faginas se lanzan sucesivamente por los mismos Zapadores, paralelamente á la contraescarpa, de menera que se forme un parapeto de un espesor igual á la longitud de la fagina; este parapeto avanza de un lado hácia la estremidad del dique agua arriba, del otro lado hasta estar próximamente á $0^{m},5$ de la línea tomada por eje.

Si se quiere que las faginas queden cubiertas de un foso de tierra á medida que el parapeto se eleve, se traerá la tierra en espuertas y se vaciará en la desembocadura del descenso, desde donde será lanzada con la pala por dos Zapadores, durante la interrupcion de la colocacion de las faginas.

Así que la masa del parapeto pueda abrigar algunos hombres, se hace avanzar sobre el dique una parte de la cuarta brigada para clavar largos piquetes á través de los tubos en la estension del espacio abrigado, á fin de consolidar todo el sistema y fijarlo al fondo del foso; despues con faginas cortas y de diámetros diferentes, esta brigada llenará con cuidado los pequeños intérvalos que existan en la parte superior del dique, y coloca encima una hilada de faginas de 3^{m} de longitud, colocadas paralelamente á los tubos y cubiertas por una hilada de zarzos bien piqueteados para formar una plataforma sólida hasta la estremidad del parapeto.

El Oficial hace continuar la construccion del dique como precedentemente, mandando *Adelante el estribo*..... y dando las órdenes convenientes para que se traigan nuevos tubos.

El estribo se coloca por la primera brigada en la estremidad

del dique, en una posicion oblícua, de modo que el estremo cubierto de planchas quede justo á la punta del parapeto y la rebase en 2^m, mientras que la otra estremidad se mantiene alejada del parapeto todo lo que permita la anchura de la plataforma y se sujeta á las listonadas de un tubo ya colocado por medio de cuerdas fijadas á la última traversa.

Para facilitar la maniobra de los tubos se colocarán algunos fajos de zapa bajo el estribo, de modo que la parte avanzada quede mas elevada que la parte que reposa sobre el dique, y que en el sentido de la anchura del tablero se incline un poco hácia el parapeto.

Mientras que el tubo avanza sobre el estribo, se hace fuerza sobre los últimos cestones para que la otra estremidad se mantenga alta y no sea detenida por los tubos ya sumergidos.

Cuando no queden mas que tres cestones dentro del parapeto, se mueve el tubo sobre el tablero del estribo á fin de colocarlo paralelamente á la contraescarpa; despues se echa al agua valiéndose de los bicheros.

Al colocarse el tubo paralelamente á la contraescarpa, se le hace atrasar generalmente un ceston, quedando por consiguiente en una posicion conveniente cuando es arrojado al agua; si fuese preciso hacer marchar el tubo agua arriba ó agua abajo, se procederia como se ha esplicado.

Para colocar tubos en la parte superior del dique, se lanzan como si debiesen ser sumergidos; despues por medio de las cuerdas los números 1, 5, 7 y 9 por un lado, y los 2, 6, 8 y 10 por el otro, los colocan sin dificultad en el sitio que deben ocupar, despues de haber retirado hácia atrás el estribo.

La maniobra de estos tubos es mas fácil que la de los sumergidos, por no llevar lastre aquellos, á menos que la fuerza de la corriente no obligue á lastrarlos.

El trabajo se continúa como se ha esplicado, tanto para la construccion del dique como para la del parapeto, al cual se

dá 2^m de altura encima de la plataforma de comunicacion en toda la estension del paso.

Los tubos se atraviesan con largos piquetes verticales que penetran en el fondo del foso y en la rampa de la brecha cuando se ha llegado cerca de la escarpa.

En un sitio verdadero, á medida que el paso avanza, la segunda seccion de la cuarta brigada envuelve el parapeto con pieles de buey y lo cubre con una ligera capa de tierras, lo mismo que la plataforma de comunicacion.

Se necesitan tres pieles de buey para envolver la seccion entera del parapeto; se las une fijando con cabos de cuerda la parte correspondiente á las piernas de la primera á la espalda de la segunda, y las piernas de la segunda á las espaldas de la tercera.

Se estienden las pieles en el suelo, el pelo hácia abajo, y se las arrolla á un cilindro formado con dos discos de $0^m,5$ de diámetro, espaciados $1^m,8$ y unidos por 8 varillas de madera embutidas en los discos en todo su espesor.

Cuatro de estas varillas correspondientes á dos diámetros en ángulo recto, rebasan los discos en $0^m,2$; los otros enrasan con la superficie esterior de los mismos discos; la tercera piel debe encontrarse al interior, la primera al esterior, el pelo afuera.

Las pieles de buey tienen en general de $1^m,9$ á $2^m,1$ de anchura media.

Para un parapeto de 30^m de largo se necesitan 16 cilindros y 48 pieles de buey; todos los cilindros se preparan y guarnecen de pieles con anticipacion.

Cuatro hombres de la segunda seccion de la cuarta brigada llevan un cilindro, colocándose dos hombres de cada lado, mientras que los otros forman una rampa enfrente de la parte del parapeto que deba recibir las pieles; esta rampa consiste en dos viguetas de $3^m,5$ de largo, por un lado se apoyan sobre la plataforma del dique y del otro sobre lo alto del parapeto los hombres que forman la rampa deben estar provistos de cuatro garfios de zapa.

El cilindro se deposita sobre la parte inferior de las viguetas, de modo que quede en la parte superior una longitud igual á la altura del parapeto; en seguida se hacen rodar los cilindros sobre las viguetas para desplegar la piel, al principio á brazo, despues con los garfios empujando contra el estremo de las varillas en la parte superior de los discos á fin de imprimir constantemente un movimiento de rotacion al cilindro; cuando este haya subido hasta el estremo de las viguetas, los Zapadores continúan empujándolo para que caiga en el foso, lo que hará caer la tercera piel sobre la parte esterior del parapeto, mientras que quitando las viguetas, la parte de delante queda guarnecida con la primera piel; esta maniobra se hace bien á cubierto y no exige mas que dos minutos; se ejecuta sin interrumpir la construccion del dique.

Las otras pieles se colocan á continuacion y del mismo modo cubriendo á la precedente en $0^m,08$ ó $0^m,1$.

Si con el objeto de fortificar el parapeto se guarneciera su paramento esterior con una hilada de sacos á tierra, cada cilindro no tendria mas que dos pieles de buey destinadas á envolver la parte de encima y de detrás de este parapeto.

En este caso se hará subir á los cilindros sobre las viguetas, resbalando en vez de rodar, y cuando hayan llegado sobre el parapeto se les imprimirá movimiento de rotacion con los garfios.

Dos cabos de cuerda fijados en las espaldas de las primeras pieles, servirán para retenerlas sobre el parapeto.

En defecto de pieles frescas podrán emplearse cueros curtidos.

Las tierras necesarias para cubrir la parte de encima del parapeto y la plataforma de comunicacion, se trasporta en espuertas que la cuarta brigada toma á la entrada del descenso.

Dichas tierras son arrojadas con la pala sobre el parapeto ó estendidas simplemente sobre la plataforma; todo esto se hace sin interrumpir el trabajo de las otras brigadas.

Los preparativos necesarios para un paso de foso tal como se acaba de esplicar, exigen poco tiempo; el paso mismo se

hace con rapidez y exige mucho menos material que el ejecutado por el primer método.

Doscientos hombres teniendo todos los materiales al pié de la obra, preparan 100 tubos en diez horas de trabajo efectivo.

Aun cuando se observen minuciosamente las precauciones descritas, no se deben invertir mas que venticuatro horas en atravesar un foso de 30^m de ancho por $2^m,5$ de profundidad media, con una seccion de agua reducida por los escombros de la brecha á 60^m cuadrados.

El dique para el paso exige 100 tubos de cestones ordinarios para llegar á flor de agua y 130 á 135 tubos si se quiere un piso superior al nivel del agua.

Para el paso de un foso de 60^m cuadrados de seccion de agua, empleando tubos de siete cestones, se necesitan los materiales siguientes:

700 á 925 Cestones ordinarios, 300 ó 400 listonadas de 7^m de largo por $0^m,8$ á $0^m,1$ de grueso medio, segun se emplean 100 ó 135 tubos.

Se necesitan además, para un foso de 30^m de ancho:

400 Faginas ordinarias rellenas de piedras, para llenar los intérvalos superiores del dique que no puedan recibir tubos y consolidar el sistema.

2000 Faginas ordinarias no rellenas, para el parapeto.

200 Faginas de 3^m de largo para la plataforma del paso.

200 Faginas de 1^m á $1^m,5$ de largo y de $0^m,1$ á $0^m,2$ de diámetro para llenar algunos pequeños intérvalos y formar un asiento sólido á la hilada de faginas de la plataforma.

100 Fajos de zapa para el mismo uso y para servir al establecimiento del estribo durante la continuacion del dique.

50 Zarzos de 2^m de largo y $0^m,8$ de ancho para cubrir la plataforma del paso.

200 Piquetes de $1^m,5$ á 4^m de longitud y de $0^m,05$ á $0^m,1$ de diámetro para clavarlos al través de los tubos.

400 Pequeños piquetes de 0^m,6 para fijar los zarzos.

12000 á 13000 Ligaduras, tanto para la formacion de los tubos, como para las faginas llenas de piedras.

800 Sacos á tierra para lastrar los tubos que deben ser echados á pique.

12 Kilógramos de bramante grueso para atar los sacos á tierra á los cestones.

Al tratar de la composicion de las brigadas, se ha dicho los útiles que necesitan para la ejecucion del paso.

En un sitio verdadero será prudente duplicar el número de útiles y la cantidad de materiales necesarios para la ejecucion del dique y el parapeto, y para reparar las pérdidas y accidente.

Si se creyese poder ejecutar un paso de foso por medio de un puente de caballetes ú otros apoyos fijos, se haria por medio de maniobras análogas á las esplicadas en la escuela de puentes, pero siempre seria preciso usar una balsa-abrigo para cubrir la cabeza del trabajo.

BATERÍAS DE SITIO.

Hay muchas clases de baterías, segun el objeto para que se las destina, pero este *Manual* solo tratará de las de sitio.

Una batería es un emplazamiento preparado para recibir piezas de artillería que deben tirar contra las obras de la plaza sitiada.

El emplazamiento debe ser tal que cubra del mejor modo posible á los artilleros y las piezas del fuego de la plaza, y que sea fácil la maniobra de dichas piezas.

MATERIALES EMPLEADOS EN LAS BATERÍAS.

Materiales de ramaje. El material de ramaje es el que principalmente se emplea en los revestimientos de las baterías, traveses, comunicaciones, etc.

El revestimiento de salchichones es de los mas sólidos, pero consume gran cantidad de ramaje; se le emplea en las baterías que deben tener gran solidez y cierta duracion, como en las primeras baterías de sitio; lo dicho es igualmente aplicable al revestimiento de faginas.

El revestimiento de cestones es preferible en muchos casos porque exige mucho menos ramaje que el de salchichones y porque se ejecuta con mas facilidad, y sobre todo se repara fácilmente; se usa particularmente en las caras de las cañoneras, comunicaciones, etc.

El de zarzos es el mas económico, pero el menos sólido.

Sacos á tierra. Los sacos á tierra se emplean en trasportar la tierra al emplazamiento de las baterías que sea preciso establecer en terrenos de roca, ó muy cerca del enemigo.

Cuando los sacos están llenos y cerrados se emplean en el revestimiento de las baterías, y tambien se forma con ellos muchas veces una batería entera.

Dimensiones de los materiales. Aunque en las baterías pueden emplearse los materiales cuyas dimensiones sean las esplicadas en este *Manual*, sin embargo son preferibles para el objeto las siguientes:

Salchichones. . .	$6^m,3$ de largo y $0^m,32$ de diámetro.
Faginas.	4^m de largo y $0^m,22$ de diámetro.
Cestones.	1^m de altura, y $0^m,56$ de diámetro esterior.
Cestones rellenos.	$2^m,3$ de altura, y $1^m,3$ de diámetro esterior.
Zarzos.	$1^m,3$ á $1^m,5$ de altura, y 2^m de anchura.
Saco vacío.	$0^m,7$ por $0^m,4$.
Saco lleno. . . .	$0^m,5$ por $0^m,3$.

Quinientos sacos vacíos pesan de 160 á 190 kilógramos.

Un saco lleno pesa de 30 á 35 kilógramos.

Sesenta sacos llenos ocupan próximamente un metro cúbico.

La relacion entre las cantidades de materiales de ramaje necesarios para una misma superficie de revestimiento es la siguiente: 1 salchichon..... $\frac{2}{3}$ ceston..... $\frac{2}{3}$ zarzos.

ESPLANADAS DE LAS BATERÍAS.

OBJETOS NECESARIOS.	Piezas sobre afustes de sitio.					Morteros de $0^m,32$ y $0^m,27$.					Mortero de $0^m,22$.				
	Cantidad.	Longitud.	Anchura.	Espesor..	Peso.....	Cantidad.	Longitud.	Anchura..	Espesor..	Peso.....	Cantidad.	Longitud.	Anchura.	Espesor..	Peso.....
		m.	*m.*	*m.*	*kil.*		*m.*	*m.*	*m.*	*kil.*		*m.*	*m.*	*m.*	*kil.*
Batiente.	1	2,6	0,22	0,22	108	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Durmientes.	3	4,55	0,14	0,14	229	3	2,4	0,22	0,22	299	3	2	0,165	0,165	128
Tablones.	14	3,25	0,325	0,55	685	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Durmientes.	»	»	»	»	»	11	2	0,22	0,22	913	9	2	0,165	0,165	384
Piquetas para consolidar las esplanadas.	5	1	0,09	0,9	55	6	1	0,09	0,9	42	6	1	0,09	0,09	42
Piquetas de caballetes para juegos de armas.. . .	4	0,8	0,04	0,4	5	4	0,8	0,04	0,04	5	4	0,8	0,04	0,04	5
					1062					1259					560

PRIMERAS BATERIAS DE CAÑONES Y OBUSES.

Emplazamiento. Las primeras baterías se establecen generalmente á 20 ó 25^{m} mas avanzadas de las paralelas, y de modo que estorben lo menos posible á los fuegos de fusil; la naturaleza del terreno y la necesidad de protegerlas contra las salidas obliga algunas veces á construir las baterías en las paralelas ó detras de estas.

Cuando la batería está delante ó detrás, se la une á la paralela por ramales de comunicacion; cuando está en la paralela se escava detrás una especie de semiparalela, dejando entre esta y la batería el espacio suficiente para los repuestos.

Las baterías se establecen sobre el terreno natural cuando este es muy difícil de escavar, ó cuando aquellas se deban construir con sacos á tierra, como tambien cuando sea preciso darlas cierta dominacion sobre los trabajos de ataque que estén bajo sus fuegos; por último, las baterías sobre el terreno natural son las mas fáciles de defender contra ataques á viva fuerza.

Siempre que las circunstancias lo permitan, es ventajoso enterrar las baterías; su construccion es así mas pronta y sólida; este método se hace á menudo necesario para batir un punto bajo y debe emplearse siempre que el terreno lo permita, en las baterías esclusivamente de rebote.

Algunas veces es preciso elevar el terraplen, sea para preservarlo de inundaciones ó para descubrir un punto que se trata de batir; esta circunstancia es muy desfavorable bajo el punto de vista de la construccion y tiempo empleado en esta.

Siempre que se pueda, se establecen las baterías de tiro directo en las paralelas, enfrente de las obras que deben batir; las baterías de enfilada ó de rebote se situarán perpendicularmente á la prolongacion de dichas obras.

Operaciones preliminares. Durante el dia se tomarán las

prolongaciones de las caras de las obras, aprovechándose para esto de las casas, árboles, etc.; se marcarán estas prolongaciones en el terreno por medio de piquetes á los cuales se atan pedazos de tela ó papel blanco, con el objeto de poderlos distinguir durante la noche; se fijará el encuentro de estas prolongaciones con la primera paralela, y se medirá la distancia de la batería al saliente, como tambien la altura de la obra sobre el suelo de la batería.

Se hará el estado de los trabajadores, útiles y materiales que se necesiten para la construccion de la batería, repuestos, comunicaciones, etc.

BATERIA DE CAÑONES U OBUSES

DE TIRO DIRECTO Ó DE REBOTE, SOBRE EL TERRENO NATURAL Y FUERA DE LA PARALELA.

Trazado de la batería. El trazado de una batería fuera de la paralela debe hacerse de noche.

Se trazará el pié del talud interior de modo que su estremidad mas próxima esté á 20 ó 25^m del pié del talud esterior de la paralela y se marcará el punto en donde debe empezar el espaldon.

Si la batería debe tener retornos, á 3^m fuera de la posicion escogida para la primera pieza cuando la batería sea de tiro directo; á $2^m,5$ fuera de la prolongacion de la cresta interior del parapeto de la cara que hay que batir cuando la batería sea de rebote; la directriz de la primera cañonera se encontrará de este modo sobre una paralela á esta prolongacion, y trazada á $0^m,5$ por la parte de adentro.

Cuando la batería deba tener costados y no retornos, se darán á los semi-merlones estremos, para asegurar su solidez, 4 ó 5^m medidos al pié del espaldon, á partir de las directrices estremas y comprendiendo la base del talud del costado.

Se marcarán las directrices de 6 en 6^m, ó de 5 en 5^m, segun sea la batería de tiro directo ó de rebote, y la estremidad del espaldon como acaba de decirse, segun la batería deba tener costados ó retornos.

Se levantarán perpendiculares en las dos estremidades del pié del talud interior; en estas perpendiculares se marcarán con piquetes el espesor del espaldon en su base, la anchura de la berma y la del foso; estas dimensiones se habrán marcado de antemano en las dos cuerdas.

Se formará el perímetro del foso y el del macizo de la batería con ranuras hechas con el zapapico, ó con faginas de trazar, etc.

Se trazarán los traveses, comunicaciones y repuestos.

El trazado de otras baterías no difiere mas que en las dimensiones.

Trabajadores y objetos necesarios para un revestimiento de salchichones.	Número de piezas. 1	2	3	4	Observaciones.
Zapadores.	11	19	27	35	No se comprenden los Cabos y Sargentos. Por cada 3 piezas dos Sargentos á lo mas.
Soldados de infantería auxiliares.	12	24	36	48	Sin comprender Cabos ni Sargentos.
Azadas, palas, zapapicos.	23	43	63	83	Estos números iguales á los de trabajadores con un mínimo, deben duplicarse. La naturaleza del terreno determina la relacion entre los útiles.
Reglones de 4m, niveles de albañil.	1	2	3	4	De cada especie.
Doble metro, cordel de 12m de alambre. . . .	1	1	1	1	
Plomadas.	1	1	1	2	
Lías de cuerda.	2	2	2	3	
Falsas escuadras.	1	1	2	2	
Escuadra de alambre de 0m,022 de ancho. . . .	1	1	1	1	En lados en la proporcion en números 3, 4 y 5.
Mazos.	5	8	11	14	
Pisones.	4	2	10	13	
Sierras grandes.	1	1	2	2	
Hachas y marrazos. . . .	2	3	4	5	De cada especie.
Linternas y libras de velas.	1	1	1	2	
Salchichones de 6m,3 de largo y 0m,32 diámetro.	27	40	53	66	Siete por pieza para el revestimiento interior, 6 para las caras de las cañoneras, y 14 para revestimiento de los dos costados; un trozo de salchichon por cañonera.
Piquetes.	243	360	477	594	Nueve por cada salchichon.
Manojos de 40 ligaduras.	2	2	3	3	
Bragas.	2	2	2	3	
Palancas.	4	4	6	6	

Respecto á los objetos necesarios para la construccion de esplanadas, repuestos, retornos, comunicaciones, etc., se tratará al esplicar su construccion.

Para mayor número de piezas, se aumentarán los números de la tabla en la proporcion establecida.

Se tomarán de la infantería: por cada retorno de 5^{m} formando través, 20 trabajadores, de los cuales 12 se colocan en el foso, 5 en la berma y 3 en el espaldon ó macizo; para las comunicaciones: 1 hombre por cada metro de desarrollo, y en todos casos 5 hombres para unir el retorno ó el espaldon de la batería con el de la comunicacion; las palas y zapapicos en doble número del de trabajadores; se añade una seccion suplementaria de estos para transportar en un solo viaje todos los cestones necesarios para las comunicaciones que se hacen generalmente á la zapa volante, cuya ejecucion empieza en cuanto esté hecho el trazado.

Los Zapadores se encargan de los revestimientos, esplanadas, repuestos, etc., y los auxiliares de infantería de la escavacion del foso, y en general de los movimientos de tierras.

Las caras de las cañoneras deben revestirse con preferencia con cestones; en este caso se reemplazan los 6 salchichones por 18 cestones, ó por 4 solamente si es una batería de rebote con cañoneras en contrapendiente.

Es mas sencillo revestir de cestones los costados de la batería, en este caso se reemplazarán los 7 salchichones de cada costado por 14 cestones ordinarios.

En todos casos se necesitan por cada pieza 8 cestones rellenos de faginas para servir de pantalla en las cañoneras.

Si el revestimiento se hace todo de cestones, se determina el número necesario segun el desarrollo, y contando con dos hiladas de cestones.

Si hay comunicaciones se necesitan tambien cestones y un número de metros de salchichones igual á la longitud de la comunicacion, con piquetes á proporcion para piquetear los salchichones; si se emplean faginas de coronamiento, se necesitan el triple número de metros que la longitud en metros de las comunicaciones.

DIMENSIONES.

Terraplen. Anchura 8^m á lo mas; inclinacion de delante atrás $\frac{1}{60}$.

Espaldon ó macizo. Base del talud interior $0^m,65$ á $\frac{2}{7}$ de la altura.

Altura de la cresta interior $2^m,3$; en el caso que esta altura no preservase suficientemente á los sirvientes de las piezas contra los fuegos de fusilería, se colocan en el espaldon algunas hiladas de sacos á tierra ó de faginas, como en las baterías de brecha.

Espesor entre las dos crestas 6^m para las tierras areniscas, calcáreas ó mezcladas con grava; 7^m para las tierras vegetales, arcillosas, húmedas ó recientemente removidas; en las tierras resistentes y en las baterías de rebote cuyas cañoneras esten en contrapendiente, se puede reducir á 5^m el espesor de la parte superior del espaldon.

Declivio superior inclinado $0^m,25$ para que corran las aguas, próximamente $0^m,04$ por metro.

Talud esterior, segun la naturaleza de las tierras, á 45° en las tierras ordinarias; 2 de base por 3 de altura en las tierras fuertes; 3 de base por 2 de altura en las tierras ligeras.

Distancia entre las directrices de las piezas 6^m; en las baterías destinadas esclusivamente á tirar á rebote se reduce esta distancia á 5^m.

Distancia entre las directrices estremas y los retornos 3^m; si no hay retornos, los semimerlones estremos tendrán 4 ó 5^m de espesor.

Base del talud del estremo del espaldon ó retorno $\frac{2}{7}$ de la altura de la cresta interior.

Si se establecen traveses, su espesor será de 4^m.

Superficie del perfil 16^m cuadrados para un espesor de 6^m.

Volúmen del espaldon de una longitud de 6^m, con cañonera

directa y comprendiendo el volúmen del revestimiento; es de 80^{m} cúbicos, y los metros cúbicos sin cañoneras.

Berma. Anchura 1^{m}.

Foso. Profundidad 2^{m},5. Base de los taludes de escarpa y contraescarpa 1^{m},25, en general la mitad de la profundidad.

Batería con cañoneras: anchura total 6^{m}; en el fondo 3^{m},5.

Batería sin cañoneras: anchura total 7^{m}; en el fondo 4^{m},5.

Estas dimensiones varian segun la naturaleza de las tierras, pero para facilitar el echar las tierras con la pala en el espaldon, la profundidad del foso debe limitarse á 2^{m},6.

Con estas dimensiones, la superficie del perfil del foso en las tierras ordinarias es de 12^{m} cuadrados próximamente en una batería con cañoneras, y de 14^{m} cuadrados en una batería sin cañoneras.

El desmonte correspondiente, con el aumento de volúmen de las tierras, dá las necesarias para el terraplen.

Aumento de volúmen: tierras fuertes $\frac{1}{8}$, ordinarias $\frac{1}{4}$, ligeras $\frac{1}{10}$.

Rodillera. Es la parte comprendida entre el pié del talud interior ó desmonte de la esplanada, y el derrame de la cañonera.

Altura: tiro directo 1^{m},2; esta altura no permite tirar á mas de 3° debajo de la horizontal; es preciso disminuirla en 0^{m},033 por cada grado de inclinacion de mas; de rebote cuando la cañonera está en contrapendiente, generalmente 1^{m},35; esta altura puede variar segun el ángulo de tiro; con 1^{m},3 se puede tirar bajo un ángulo de 5°; si el ángulo de tiro es de 10° ó mas, la rodillera puede tener 1^{m},4 ó 1^{m},45.

Cañoneras. Abertura interior: para cañones 0^{m},54, para obuses 0^{m},8.

Abertura esterior: en general la mitad de la longitud.

Inclinacion esterior de las caras: 1 de base por 3 de altura.

Inclinacion del fondo: segun los objetos que haya que batir, limitada á $\frac{1}{8}$ del interior al esterior.

En las baterías de rebote se suele dar al derrame de la cañonera una inclinacion próximamente de 6° ó de $0^m,1$ por metro del esterior al interior, la abertura esterior poco mas ó menos á la altura de la cresta esterior del espaldon; este método tiene la ventaja de cubrir mejor á los artilleros contra los fuegos directos, pero tiene el inconveniente de no poderse tirar con tiro directo contra las salidas; no debe por consiguiente usarse sinó en circunstancias particulares.

Volúmen de una cañonera directa en tierras ordinarias y sin comprender el volúmen del revestimiento de las caras, 16^m cúbicos.

Esplanadas. Las esplanadas son las mismas en las baterías de cañones y obuses. El durmiente de en medio se coloca sobre la directriz; la distancia entre los durmientes de eje á eje $0^m,8$; las regatas para los durmientes: longitud 5^m, anchura $0^m,2$, profundidad $0^m,14$ al pié del espaldon. El fondo sigue la inclinacion de la esplanada, horizontal para las baterías de rebote.

Inclinacion de la esplanada $0^m,04$ por metro, ó $0^m,18$ en toda la longitud del durmiente, para el tiro directo.

Ninguna inclinacion para el tiro á rebote. La inclinacion puede variar con las circunstancias del tiro.

Caballetes para fuegos de armas. Se establecen á la derecha de cada esplanada, ó en medio de los intérvalos entre las piezas; los dos piquetes se cruzan en ángulo recto y se introducen en el terreno próximamente $0^m,3$.

Distancia del primer caballete al pié del espaldon $1^m,3$; distancia entre los caballetes: para cañones $2^m,9$, para obuses $0^m,65$.

Goteras laterales. Para que corran las aguas hácia el lado opuesto del espaldon; entre cada dos esplanadas se da al terreno una pendiente de $0^m,01$ por metro.

Retornos. Longitud y direccion variables segun los fuegos peligrosos.

El perfil como el del espaldon. Suponiendo un retorno de

5^m de largo y de 6^m de espesor, el volúmen del terraplen es de 140^m cúbicos en las tierras ordinarias. Las dimensiones del foso son siempre algo menores que las del foso de la batería.

Profundidad $2^m,2$; anchura superior $4^m,8$; base de cada talud $1^m,1$; es decir, la mitad de la profundidad.

La longitud se determina de modo que produzca las tierras necesarias para el terraplen del retorno y su union con el parapeto de la comunicacion adyacente. Para el espaldon que se ha supuesto, dicha longitud es próximamente de 20^m.

Comunicaciones con la paralela. La longitud y direccion se determinan de modo que queden desenfiladas de las obras de la plaza.

Anchura superior 3^m; inferior $2^m,5$; profundidad 1^m; berma $0^m,3$; altura del parapeto $1^m,3$.

Comunicacion con el foso. Se hacen á cielo descubierto por medio de una trinchera estrecha desenfilada de los fuegos de la plaza; las tierras se echan del lado del enemigo; esta trinchera parte de la comunicacion con la paralela y de un punto poco distante de una de las estremidades de la batería; en caso de necesidad se forman zig-zags para desenfilarlas.

Repuestos. Véase mas adelante.

DISTRIBUCION DEL TRABAJO.

En los sitios, los trabajadores de infantería permanecen en el trabajo durante doce horas seguidas, y veinte y cuatro los Zapadores; no se dejará partir á unos ni otros hasta que lleguen sus relevos.

Un Capitan dirige la construccion de la batería; un Oficial subalterno á sus órdenes vigila el conjunto de los detalles.

Los Sargentos dirigen las diferentes partes del trabajo.

Los trabajadores están generalmente protegidos por las guardias de trinchera; si la batería está aislada en uno de los

flancos de la paralela, es preciso un destacamento de infantería para protegerla.

Si una salida interrumpe el trabajo, se reunen los trabajadores y entran en la trinchera llevando sus útiles, hasta que pueda volverse á trabajar.

La construccion de la batería empieza al anochecer y puede terminarse en treinta y seis horas, pero este tiempo no es absoluto; varía segun la naturaleza de las tierras y eventualidades de la guerra.

Trabajo de la primera noche. Al anochecer se conducen los trabajadores á la trinchera, lo mas cerca posible de la batería. llevando sus útiles y los materiales que puedan cargar; esta operacion se hará con órden y silencio, tomando las precauciones necesarias para no ser vistos ó apercibidos de la plaza.

Cuando la noche haya cerrado, se hace el trazado por el Oficial encargado de la batería, ayudado de algunos Sargentos y Zapadores.

Concluido el trazado, el resto del destacamento sale de la trinchera y empieza el trabajo, que se ejecutará como sigue para cada pieza.

Tres Zapadores igualan el terraplen, sobre todo en el sitio que deben ocupar las esplanadas; las tierras las echan en el espaldon.

Seis trabajadores de infantería, colocados á 1^m uno de otro, escavan el foso y echan las tierras en el espaldon ó la berma; para hacer esto con facilidad se colocan alternativamente, el primero cerca del trazado de la escarpa, el segundo hácia el medio del foso y así sucesivamente (fig. 138); al principio abren una trinchera de 1^m de anchura á lo mas para cubrirse de los fuegos de la plaza, y la ensanchan en seguida.

Tres trabajadores sobre la berma, á 2^m uno de otro, echan las tierras en el espaldon, lo mas lejos posible.

Tres trabajadores en el espaldon, tambien á 2^m uno de otro,

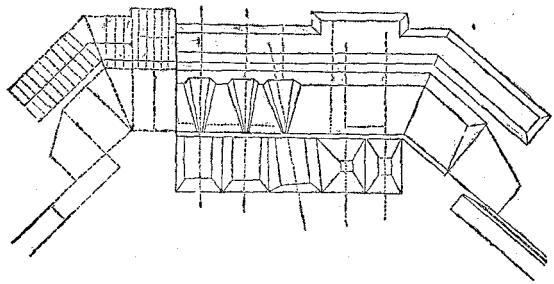


Fig. 158.

reunen dichas tierras hácia el interior del espaldon, las igualan y apisonan.

Un poco antes de amanecer debe dejarse desembarazada la berma para que los trabajadores del foso puedan durante el dia echar las tierras en el espaldon.

Los trabajadores del foso se relevan de dos en dos horas por los de la berma y del espaldon; estos últimos, que no pueden empezar su trabajo sinó dos horas despues de haber empezado la escavacion del foso, se emplean durante este tiempo en transportar materiales.

Cuando haya $0^m,3$ á $0^m,6$ de tierra en el espaldon, cinco Zapadores empiezan el revestimiento interior, cuyo trabajo se vigilará por un Sargento por cada tres piezas á lo mas; los otros Zapadores hacen el revestimiento de los costados y retornos, y trabajan en la construcion de las comunicaciones y repuestos.

Al fin de la primera noche, y salvo los accidentes de la guerra, el terraplen debe estar preparado; el espaldon mas arriba de la rodillera, al menos del lado interior y con 2^m de espesor; el revestimiento empezado y algunas veces hasta la rodillera. Las comunicaciones y los pequeños repuestos que se hayan establecido deben estar terminados.

Trabajo durante el dia. Una hora antes de relevar á los tra-

bajadores de infantería, un oficial parte de la batería y va á recibir al depósito á los que deben reemplazarlos; los hace tomar los materiales necesarios y los conduce á la batería.

Los trabajadores del foso continúan reuniendo las tierras en la berma, en el espaldon, y en caso de necesidad en el mismo foso cerca de la escarpa para preparar trabajo para la noche siguiente.

Los Zapadores continúan el revestimiento y construyen los repuestos á retaguardia de la batería.

Los trabajadores de la berma y del espaldon se emplean en los desmontes y terraplenes necesarios para estos repuestos y sus comunicaciones, transportan, ayudados de los Zapadores disponibles, las esplanadas y otros materiales.

Trabajo de la segunda noche. Se traen los cestones ordinarios rellenos de faginas, para servir de pantalla en las cañoneras, y los otros materiales necesarios para la conclusion de la batería. Los trabajadores de infantería se colocan como en la primera noche; las tierras reunidas durante el dia las arrojan en los merlones. Se trazan las cañoneras. Los Zapadores construyen el revestimiento de los merlones y el de las cañoneras, como tambien las esplanadas, si estas no han podido colocarse durante el dia.

La duracion media de la noche se supone de diez horas; si no es mas que seis ó si ha habido obstáculos, se necesita una tercera noche.

DETALLES DE EJECUCION.

Terraplen. Si el terreno tiene una gran pendiente general en sentido de la cresta interior, se hace el espaldon por resaltos, nivelando separadamente los emplazamientos para una ó varias piezas; las diferencias de nivel entre los resaltos se arreglan de modo que las hiladas superiores de salchichones vayan de una á otra estremidad de la batería, ó al menos en la

mayor estension posible; si la pendiente es débil se nivelará todo el terraplen.

Las aguas deben correr hácia fuera de la batería; si es preciso se abren pequeños pozos.

Foso. El objeto del foso no es generalmente otro que el de suministrar tierras para el espaldon; por consiguiente, si se encuentra agua ú otro obstáculo cualquiera, se disminuye la profundidad, aumentando la anchura.

Revestimiento de salchichones. La primera hilada se entierra en una regata de $0^m,05$ de profundidad para los salchichones de $0^m,32$ y de $0^m,11$ para los de $0^m,27$, de modo que el revestimiento de la rodillera tenga un número exacto de hiladas.

El estremo del primer salchichon, aserrado á escuadra, debe estar en el punto en que empieza el espaldon, y tocar al primer ceston de la comunicacion; si hay retorno, la segunda ligadura del salchichon estará contra el piquete que marque la estremidad de la batería.

Los salchichones de una misma hilada estarán perfectamente unidos los unos contra los otros; se pone una ligadura en el punto de union, piqueteados de tres en tres ligaduras.

Los piquetes se introducen verticalmente y de modo que sus cabezas queden enterradas; si el ruido de los golpes del mazo llama la atencion y el fuego de la plaza, se coloca solamente la primera hilada de salchichones en la regata y se continúa de dia el revestimiento.

Los salchichones de las hiladas superiores se colocan en retirada, siguiendo la inclinacion del talud interior marcado por una falsa escuadra, las juntas hácia el medio de los salchichones inferiores, empezando alternativamente cada hilada inferior por un salchichon aserrado, y cada hilada par por un salchichon entero.

Los piquetes atraviesan los salchichones de la hilada inferior en los intérvalos de los piquetes de esta hilada; se evitará

que haya juntas en la abertura interior de las cañoneras; los nudos de las ligaduras hácia dentro del espaldon.

A medida que se colocan salchichones se apisonará la tierra que hay detrás de ellos.

El revestimiento de los costados ó retornos se hace del mismo modo y al mismo tiempo que el del talud interior, cruzándose los salchichones de las estremidades de modo que las hiladas impares del interior del espaldon sirvan de apoyo á las hiladas pares de los costados ó retornos; dichas estremidades estarán aserradas á escuadra.

Se pondrán ligaduras de retenida á los salchichones de la rodillera, hácia el medio de los merlones; para esto se clavará en el salchichon un piquete antes que aquel haya recibido tierras adosadas; se atará al piquete una fuerte ligadura por debajo del salchichon, atándola todo lo tirante que se pueda á un piquete que se clava en el espaldon.

Para colocar una ligadura de retirada á un salchichon que tenga ya tierras adosadas, se la fija al diente que se labrará en la cabeza del piquete del salchichon.

Las ligaduras de retenida, de alambre, son ventajosas por su duracion, sobre todo en los puntos espuestos al rebajo de las piezas, en particular los obuses.

Un solo piquete de retenida no es siempre suficiente; algunas veces es preciso colocar dos ó tres.

El revestimiento de los merlones se hace con salchichones bien aserrados á escuadra en sus dos estremos y á la longitud conveniente; esta longitud es de $5^{m},46$ para una batería de cañones espaciados en 6^{m}.

En el revestimiento de las cañoneras y en la abertura interior, los salchichones, aserrados á escuadra, se apoyan sobre los de los merlones, enrasando con la superficie del revestimiento de estos opuesta al espaldon.

En la abertura esterior, el estremo de cada salchichon insiste sobre los dos tercios del salchichon inferior, á fin de dar

á las caras en esta parte un talud de 1 de base por 3 de altura.

En un sitio verdadero, este estremo de los sachichones no está aserrado aun cuando rebase sobre el talud esterior; en las escuelas prácticas sí debe aserrarse siguiendo la inclinacion del talud.

Se piquetea el revestimiento y se apisonan las tierras como en el revestimiento interior; la cañonera se consolida por medio de un trozo de salchichon colocado sobre la abertura interior y piqueteado por ambos lados.

Si la pieza es un obús, se fija sólidamente este trozo de salchichon con ligaduras de alambre sujetas á gruesos piquetes clavados en el espaldon.

Se apisonará el declivio superior, dándole la inclinacion conveniente para la corriente de las aguas.

Se necesitan cuatro hiladas de salchichones de $0^m,32$ para la rodillera y tres para los merlones y cañoneras.

En las baterías de rebote se completa la altura de la rodillera con una hilada de tepes, ó por un trozo de fagina sobre el último salchichon, ó bien se elevan las tierras del derrame de la cañonera por un pequeño talud.

La altura del espaldon se completa igualmente con tierra, ó con una hilada de tepes, la yerba hácia arriba.

Para el revestimiento de la parte superior del espaldon son preferibles los cestones, sobre todo para las cañoneras.

Revestimiento de cestones. El revestimiento del espaldon se compone ordinariamente de dos hiladas superpuestas de cestones, separados por una capa de dos salchichones, unidos unos al lado de otros.

Se dispone dentro del pié del talud interior una base de $0^m,6$ de ancho, con una inclinacion de $0^m,06$ hácia el espaldon para que las aristas de los cestones tengan un talud de $\frac{1}{10}$.

Se coloca cada ceston tangencialmente al pié del talud interior, y de modo que los dos piquetes anteriores se encuentren en un plano paralelo á este talud.

Las puntas de los piquetes deben enterrarse, pero cuando el terreno no lo permita, se aserrarán.

A cada ceston se le pone una ligadura de retenida, sujeta por una de sus estremidades á un piquete del ceston y la otra á uno clavado en el espaldon; tambien se pueden asegurar los cestones al espaldon enterrando un piquete de $1^{m},5$ de largo, sea en el centro del ceston ó contra su pared interior, fijando á este piquete la ligadura de retenida, la cual puede suprimirse si el piquete se apoya bien contra la pared interior.

La tierra del espaldon adosada á los cestones, debe estar muy apisonada; si la naturaleza de las tierras lo exige se colocarán pequeños fajos detrás de las juntas.

Cuando haya retornos, se inclinarán los tres últimos cestones en el plano del espaldon, de modo que el tercero, comun al retorno y á la batería, tenga el talud de la interseccion de los dos revestimientos. Se fijará la primera hilada de salchichones á cada ceston por un piquete, la segunda hilada se colocará del lado interior á la primera y perfectamente unida á esta y piqueteada del mismo modo; las juntas de los salchichones no deben corresponderse en las cañoneras; el plano superior formado por la union de las dos hiladas de salchichones debe ser paralelo al de su base.

Los cestones de la hilada superior se corresponden con los de la hilada inferior, y su retirada medio diámetro del salchichon esterior á fin de que las tierras no se escapen.

Antes de colocar los cestones se aserrarán las puntas de sus piquetes que no puedan introducirse en los salchichones sin romper sus ligaduras; cada ceston se sujetará con una ligadura de retenida; se oprimirán fuertemente unos contra otros los diez cestones de que debe constar la segunda hilada correspondiente á los merlones.

En las baterías de tiro directo se aserrarán los salchichones en la abertura de las cañoneras, á fin de obtener la altura deseada de rodillera.

Si no se tienen salchichones, se colocará cada ceston de la segunda hilada igualmente sobre los dos cestones de la hilada inferior, medio diámetro en retirada; esta clase de revestimiento conviene sobre todo á las baterías sin cañoneras.

En todos casos, se completa la altura del espaldon con una capa de tierra.

En las baterías hechas con cuidado, se cubren los cestones con una hilada de tepes, la yerba hácia arriba.

Se colocará, como se ha dicho precedentemente, un trozo de salchichon encima de cada cañonera, y se apisonarán fuertemente las tierras siguiendo la inclinacion del declivio superior.

En las cañoneras y en la abertura interior, se colocará el primer ceston verticalmente, las puntas de los piquetes enterradas, contra el revestimiento del merlon.

Se colocarán provisionalmente otros ocho cestones, siguiendo la inclinacion del derrame de la cañonera y en la alineacion de la cara; al último ceston se le dá una inclinacion de 1 de base por 3 de altura; se tiende una cuerda tangente á la parte superior de los dos cestones estremos, se inclinarán los intermedios de modo que sean tambien tangentes á la cuerda, se fijará cada uno de ellos con una ligadura de retenida y se apisonará fuertemente la tierra contigua.

En las baterías de rebote, en que las cañoneras están en contrapendiente, no se colocan en cada cara sinó los dos cestones mas inmediatos al revestimiento interior; el resto se termina en talud.

Cuando se reviste un espaldon antiguo, es preciso apisonar las tierras inmediatas al revestimiento para unir las tierras recientemente removidas, con el antiguo macizo.

Revestimiento de zarzos. Dos hiladas de zarzos, la primera enterrada, la parte superior bien horizontal, de manera que las dos hiladas den la altura del espaldon, las puntas de los piquetes de la segunda hilada se introducen en el entretejido de la primera.

Se plantarán piquetes siguiendo la inclinacion del talud y elevándose á la altura del espaldon, el primero á 1 metro de una de las estremidades del espaldon, el segundo á 1 metro del primero, los otros de 2 en 2 metros; entre estos piquetes y en su misma línea se plantarán otros piquetes que rebasen la primera hilada de zarzos en $0^m,2$ y se apoyen sobre la segunda.

Los zarzos se unen bajo la cara interior de los largos piquetes y se unen entre sí con pequeñas ligaduras espaciadas en $0^m,3$; se colocarán en la parte superior y siempre que sea posible á la mitad de la altura de cada hilada de zarzos, ligaduras de retenida fijadas á las dos clases de piquetes que se han clavado, de modo que cada ligadura abrace las estremidades de dos zarzos contiguos.

La mitad de un zarzo de la primera hilada corresponde á la mitad de cada cañonera; en caso de necesidad se completa la altura de rodillera con un trozo de salchichon.

La longitud de los zarzos de la segunda hilada se arregla de modo que lleguen exactamente hasta la abertura interior de las cañoneras; los zarzos estremos tienen la forma de un trapecio.

Las tierras del espaldon, contiguas á los zarzos, se apisonan fuertemente.

Los costados de la batería se revisten, como el talud interior, con tres zarzos cada uno de ellos. Se colocarán largos piquetes en las juntas de los zarzos y á la altura de las dos crestas del espaldon. Los zarzos que forman el ángulo del espaldon se unen fuertemente entre sí; la union de estos zarzos es bastante difícil, y cuando se trate de ganar tiempo se les reemplaza con cestones ó salchichones.

El revestimiento de las caras de las cañoneras se hace como el de los costados; no está formado mas que de una hilada de zarzos; los estremos de esta hilada se apoyan en las cuatro directrices de las caras; generalmente no se revisten de zarzos

las caras de las cañoneras mas que en las plazas y obras de campaña.

Para aplicar un revestimiento de zarzos á un espaldon ya construido, se colocan como se ha esplicado las dos hiladas de zarzos; despues se entierran los largos y pequeños piquetes de modo que aprieten fuertemente los zarzos contra el talud del espaldon, las estremidades superiores de los largos piquetes con ligaduras de retenida; estos son los únicos que pueden colocarse.

Revestimiento de tepes. Los tepes no se emplean mas que en el revestimiento de las baterías construidas sin ser molestadas por el fuego enemigo.

Un revestimiento hecho con tepes colocados todos á soga, no seria mas que un muro adosado al espaldon, pero sin ninguna ligazon con este; el revestimiento que presenta mas consistencia es el compuesto alternativamente de dos tepes á soga y uno á tizon.

Se necesitan 20 tepes á soga y 10 á tizon para 1^m cuadrado de revestimiento, comprendiendo $\frac{1}{6}$ de desperdicio.

Taller para cortar los tepes. Tres hombres.

Utiles. Dos palas, una redonda y otra cuadrada, los tres lados de esta bien afilados, un cordel de 10 metros, una cuerda gruesa, una palanca ó mango de útil, dos medidas, una para la longitud y otra para la anchura de los tepes.

Modo de cortar los tepes. Un hombre introduce oblícuamente en el terreno la pala cuadrada unos $0^m,15$, en seguida la hace marchar en línea recta, surcando el terreno como un arado; para esto se mantendrá la pala en una posicion inclinada y se empujará en el estremo superior del mango.

Los otros dos hombres ayudan tirando ó mejor empujando sobre la palanca ó mango, al que se asegurará un estremo de la gruesa cuerda y el otro al cubo de la pala; se puede reglar el movimiento rectilíneo de esta por medio de una regla ó madero.

Con el cordel de 10^m se delineará en el terreno una figura ajedrezada.

Los tepes se sacarán con la pala redonda y uno á uno se llevarán al depósito en carretones de mano, ó mejor en angarillas.

Tres hombres cortan 100 tepes en una hora.

Las dimensiones de los tepes son las siguientes:

Tepes á soga $0^m,32$ de largo, $0^m,32$ de ancho y $0^m,15$ espesor.

Tepes á tizon $0^m,48$ de largo, $0^m,32$ de ancho y $0^m,15$ espesor.

El espesor de unos y otros se reduce á $0^m,12$ despues de estar colocados.

Taller para el revestimiento. Cuatro hombres pueden hacer 25^m cuadrados de revestimiento en diez horas.

Utiles. Un cordel de 10^m, dos palas cuadradas con el hierro bien afilado, una regla de 3^m, un nivel de albañil, un marrazo, pequeños piquetes de $0^m,2$ de longitud, una regadera, un pison.

Un hombre regulariza las formas y dimensiones de los tepes y labra bien los lados con una pala; otro hombre abre, siguiendo el pié del talud del revestimiento y por dentro, una regata de una anchura igual á la longitud de los tepes á tizon y de unos $0^m,08$ de profundidad. El fondo horizontal en el sentido de la longitud y con una ligera inclinacion hácia el espaldon.

Se colocan perfiles directores de 10 en 10 metros á lo mas.

Se coloca en la regata la primera hilada de tepes, dos á soga y uno á tizon, la yerba hácia abajo, las caras perpendiculares al talud que se reviste. Se ajustarán los tepes unos contra otros y se les apisonará ligeramente con el marrazo.

Se llenará de tierras el intérvalo comprendido entre los tepes y el talud, apisonando con cuidado hasta el nivel superior de esta capa; se nivelará bien la primera hilada.

Se colocará en seguida la segunda hilada del mismo modo, á juntas encontradas, y se continuará así, de modo que el

plano de las hiladas sea siempre perpendicular al talud que se reviste.

Si las tierras son ligeras, se clava un pequeño piquete en el medio de cada tepe.

Se deben rebasar los perfiles en algunos centímetros.

La última hilada debe ser toda de tepes á soga, la yerba hácia arriba.

Se recortarán los tepes con una pala, ayudándose de un cordel tendido y de una regla.

En verano se regará el revestimiento varias veces al dia.

El revestimiento de las caras de las cañoneras se construye con hiladas de tepes del mismo espesor; sirve de derectriz una regla tendida desde la interseccion de la cara con el talud interior, hasta la interseccion de la cara con el talud esterior.

Con tepes en forma de cuña, se reviste poco mas ó menos del mismo modo, colocando el filo de la cuña hácia el interior del espaldon, y cubriendo el bisel de tierra bien apisonada; este revestimiento no es tan sólido como el precedente.

CAÑONERAS.

Trazado. Estando el espaldon levantado á la altura de la rodillera, se marcará con un piquete el medio de la abertura interior, se plantará otro piquete en la cresta esterior, alineado con el primero y con el objeto que se ha de batir; la recta que une estos dos piquetes será la directriz, se prolonga en direccion en el terraplen y se fijarán en esta prolongacion dos piquetes detrás del emplazamiento de la esplanada.

En las proyecciones de las crestas interior y esterior, y de cada lado de la directriz, se marcarán longitudes iguales á la mitad de las aberturas para fijar el pié de las caras.

Si la cañonera es oblícua, se tomarán estas longitudes sobre perpendiculares á la directriz, pero siendo en general muy

pequeña esta oblicuidad, se hará lo esplicado para una cañonera directa.

Cuando una cañonera oblícua se encuentra al lado de una recta, ó que varias directrices oblícuas converjen hácia un mismo punto, la oblicuidad de las directrices se limita por las condiciones siguientes:

1.ª El espesor esterior de los merlones debe ser al menos de 2 metros en la base.

2.ª La entrada de las piezas en las cañoneras debe ser bastante para que las caras no se deterioren prontamente con el tiro.

El mayor ángulo que puede hacer la directriz con una perpendicular á la cresta interior, sin que estas condiciones dejen de satisfacerse, es próximamente de 9°; este ángulo no es mas que de 6° en el caso de un revestimiento interior misto de salchichones y cestones, ó en una batería enterrada con berma.

Cuando el ángulo de oblicuidad de la directriz pasa de estos límites, ó en general cuando las condiciones citadas no se satisfacen, entonces es preciso hacer el trazado de la batería á llares y aumentar en caso de necesidad la distancia entre las piezas.

En las baterías de rebote, la directriz de la primera cañonera es paralela á la prolongacion de la cresta interior de la obra que se ha de batir y á $0^m,5$ por dentro; la segunda paralela á la primera; las siguientes son inclinadas; en general deben dirigirse hácia el medio de la longitud de la cara que se ha de batir á rebote.

Descubrimiento. Trazadas las cañoneras, para construirlas, los trabajadores se cubren con una pantalla formada de cestones ordinarios rellenos de faginas (ocho generalmente) colocados sobre la berma, ó mejor en el espaldon y contra la cresta esterior.

Algunas veces se deja solo un macizo de tirras hácia la abertura esterior; cuando se construye la batería se echa

la pantalla en el foso, ó se retiran los cestones á la batería.

Revestimiento. Quitada la pantalla, se fijan piquetes en la alineacion de las caras, se escavarán en seguida, fuera del pié de cada una, regatas para servir de base al revestimiento que harán tres Zapadores; debe preferirse el de cestones por la facilidad con que se reemplazan los que se deterioren, sin que se interrumpa el fuego de la batería.

ESPLANADAS.

Taller. Cinco Zapadores, dirigidos por un Sargento, construyen una esplanada en dos horas; tres Zapadores en tres horas.

Utiles. Dos palas, dos zapapicos, un mazo, un pison, una regla, un nivel, un metro, un cordel, una plomada.

Ejecucion. Se prepara el terreno á $1^m,2$ debajo del derrame de la cañonera, ó á $1^m,35$ si la cañonera es en contrapendiente; se aplana y afirma el terreno; las secciones verticales de este perpendiculares á la directriz, deben ser horizontales.

Se abren las tres regatas para los durmientes y se coloca primero el del medio sobre la directriz; los tres durmientes deben estar bien paralelos y sus caras superiores en el mismo plano.

Las estremidades anteriores tocando al espaldon si la cañonera es directa, ó á una perpendicular á la directriz si es oblícua (fig. 140).

Las regatas se llenarán de tierra á mano, lo mismo que los intérvalos entre los durmientes, apisonando con cuidado.

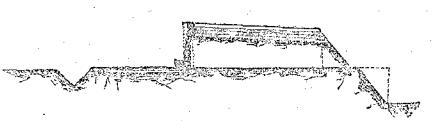


Fig. 139.

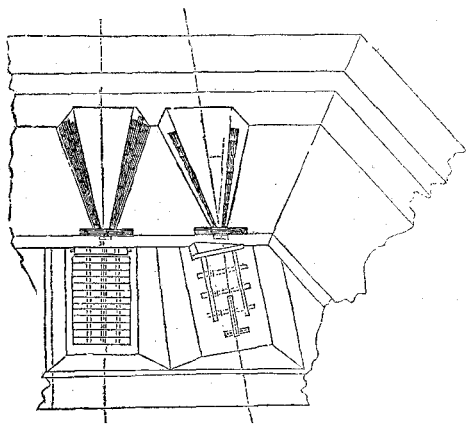


Fig. 140.

Se colocará el batiente perpendicularmente á la directriz que debe dividirlo en dos partes exactamente iguales, y sobre los tres durmientes; lo mas cerca posible del espaldon, se fija el batiente con un piquete al lado de cada estremo y en el medio de su anchura; si la cañonera es oblicua se clava un piquete detrás de la estremidad que no toca al espaldon, es llenará de tierra el espacio que pueda haber entre el batiente y el espaldon.

Se pondrán los tablones de plano, perpendicularmente á los durmientes, el primero contra el batiente, rebasándolo igualmente por ambos lados, unidos unos á otros los tablones lo mas que se pueda; el último se sujeta por medio de tres piquetes correspondientes á los tres durmientes y enrasando el plano superior de la esplanada.

Si los tablones no tienen igual longitud, se colocarán los mas cortos delante. Se apisonará bien la tierra al rededor de los tablones, en una anchura de $0^m,15$ á $0^m,2$ de cada costado y de $0^m,5$ detrás.

Los tablones están generalmente reunidos en los parques,

y los correspondientes á una misma esplanada se marcan con dos líneas, formando ángulo, el vértice en medio del primer tablon, y los lados concluyen en los estremos del último.

Se forman las goteras para que corran las aguas hácia atrás, y se establecen los caballetes para los juegos de armas.

Si el terreno es muy movedizo, se añaden dos durmientes, dividiendo igualmente la distancia entre los de los estremos y el del medio, ó tambien pueden colocarse solamente los tres durmientes y el batiente sobre las cabezas de fuertes piquetes; este segundo medio es mejor que el primero.

El último tablon de la esplanada, una parte del cual no se apoya sobre los durmientes, puede igualmente en caso de necesidad apoyarse sobre dos ó tres piquetes fuertes.

Cuando el terreno es muy sólido, y sobre todo para el tiro á rebote, puede usarse la esplanada *volante ó prusiana*, figura 140.

Esta esplanada se compone de un batiente, tres durmientes de $2^m,275$ de longitud, dos tablones de $3^m,25$ de longitud, un semitablon de $1^m,625$ y un trozo de tablon de $0^m,8$, y 18 ó 19 piquetes.

El batiente se sujeta como en una esplanada ordinaria, por dos ó tres piquetes; los durmientes horizontales y paralelos al batiente: el primero á $0^m,4$, el segundo á $1^m,1$ del primero, y el tercero á $1^m,1$ del segundo, con regatas de $0^m,14$ de profundidad.

El trozo de tablon se entierra en todo su espesor, horizontal y paralelamente á los durmientes, á 1^m detrás del tercero.

Los dos tablones destinados á soportar las ruedas, se colocan sobre los durmientes, paralelamente á la directriz, á $0^m,8$ de cada lado, contados hasta el medio; una de sus estremidades toca al batiente; se sujeta cada uno con cinco piquetes.

El semitablon se coloca sobre la directriz, para servir de apoyo á la cola de la cureña, á $2^m,7$ del batiente; se mantiene por seis piquetes, sobre el último durmiente y el trozo de tablon.

Los tablones de las ruedas y de la cola deben estar en el mismo plano horizontal y encajonados en tierra bien apisonada.

RETORNOS Y COMUNICACIONES.

Los retornos se construyen del mismo modo que el espaldon.

Comunicaciones con la paralela. Se empiezan desde que el trazado esté terminado, se hacen generalmente á la zapa volanle (fig. 141), y á la zapa doble cuando sea preciso, lo que



Fig. 141.

sucede algunas veces en las baterías muy próximas á la plaza.

Se une el fondo de la comunicacion al terraplen por medio de rampas.

La utilidad de una comunicacion entre la batería y el foso se ha reconocido en varios sitios; cuando la provision de material de ramaje lo permita se ejecutan á la zapa volante.

REPUESTOS.

Los repuestos se trazan y construyen al mismo tiempo que la batería y comunicacion; un repuesto por dos ó tres piezas.

Se hacen abrigos separados para cargar los proyectiles huecos.

Si la batería tiene mas de seis piezas, se establecen detrás de las piezas del centro, á la distancia de 12 ó 15^{m}, abrigados lo mejor posible por un merlon; la entrada del lado opuesto á la plaza y las comunicaciones con la batería bien desenfiladas.

El emplazamiento depende de las localidades y de la direccion de los fuegos del enemigo; no deben impedir el servicio

de las piezas y se debe prevenir en lo posible el peligro de una voladura.

Los emplazamientos mas favorables son en general: en el espaldon, detrás de las comunicaciones, detrás de la batería, ó contra el espaldon de la batería, en los costados.

Los detalles que siguen, referentes á la construccion de cuatro repuestos distintos, deben mirarse como ejemplo.

La capacidad de las repuestos debe ser tal que contengan 250 á 300 kilógramos de pólvora, sin contar con el sitio necesario para preparar las cargas.

Las cantidades citadas no bastan generalmente para el consumo diario de una batería, pero para evitar una esplosion vale mas aumentar el número de repuestos que la capacidad de los mismos.

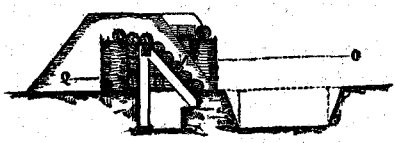
Repuesto en el espaldon de la comunicacion.—PRIMER MÉTODO.—(Fig. 142.) Escavacion de $1^m,15$ de profundidad, $1^m,1$ de anchura, y 2^m de longitud en sentido de la del espaldon; la entrada por el pequeño costado opuesto á la batería tiene $0^m,8$ de anchura, la altura total sobre el suelo $1^m,75$; tres cerchas coronadas de una cumbrera, rodeadas de cestones por ambos lados y cubiertas de salchichones con tierra encima.

Cada cercha se compone de un montante vertical de 2^m y de un par de $1^m,8$ próximamente; la cumbrera de 2^m de longitud está ensamblada á media madera, sin clavijas en los montantes y los pares. Escuadria comun $0^m,2$.

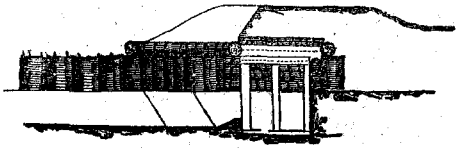
Tres tablones de 2^m sobre $0^m,25$ de anchura, se colocan, uno horizontalmente sobre los montantes verticales, otro sobre los pares, en un alojamiento practicado á $0^m,6$ encima del fondo de la escavacion, el tercero de canto apuntala el pié de los pares.

Once salchichones ó faginas, de $2^m,5$; tres se colocan horizontalmente las unas sobre las otras contra los montantes, por fuera; ocho forman la cubierta. Tres ó cuatro trozos de salchichon cierran la estremidad del repuesto y se colocan enci-

Córte segun AB.



Perfil segun CDEF.



Córte segun JKLNO.

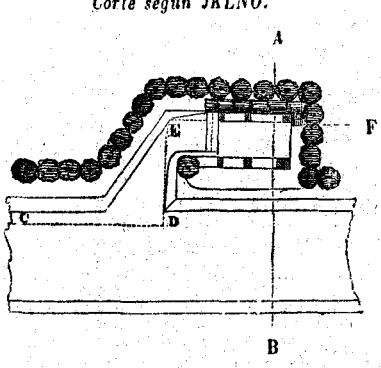


Fig. 142.

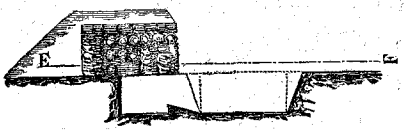
Escala para las figuras 142 á la 145.

ma de la entrada, diez y seis cestones, contando con los nueve de la comunicacion si el repuesto no existiese. Tres trabajadores pueden hacer la escavacion en seis horas, y estando á mano

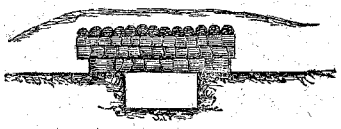
todos los materiales, puede construirse el repuesto en nueve horas.

Segundo método.—(Fig. 143.) Escavacion $1^m,15$ de profundidad, $0^m,8$ de anchura y 2^m de longitud en el sentido de la del espaldon.

Córte por AB.



Córte por CD.



Corte por EF.

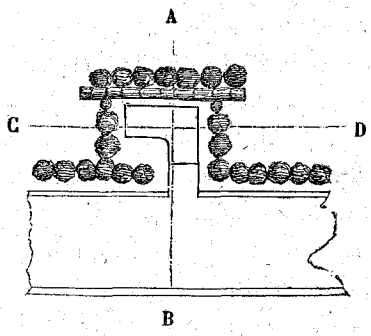


Fig. 143.

Altura total sobre el suelo $1^m,6$. La entrada por el lado grande, la anchura de $0^m,8$. Diez salchichones de $4^m,5$ en la longitud del repuesto, trece de $2^m,7$ de través sobre los primeros.

Diez y siete cestones, comprendiendo los ocho de la comunicacion si el repuesto no existiese; de estos diez y siete cestones, ocho se reducen á 0^m,67 de altura y dos á 0^m,35 de altura. La construccion de este repuesto exige algun tiempo menos que el primero. Se deben reducir las bermas todo lo posible, segun la naturaleza de las tierras, para disminuir los salchichones.

Estos dos repuestos tienen el inconveniente de presentar una masa considerable de tierras y llamar por consiguiente la atencion de la plaza; para atenuar este defecto se prolonga el macizo en una estension conveniente del espaldon para que se distinga menos.

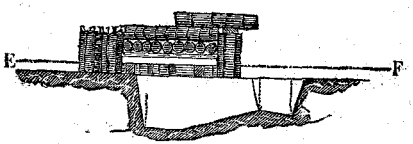
En los dos repuestos se eleva un poco el suelo de la entrada por medio de un trozo de durmiente ó tablon, para alejar las aguas pluviales.

Repuesto detrás de la comunicacion ó de la bateria.—(Figura 144.) Escavacion 1^m,5 de profundidad, 1^m,5 de anchura superior y 1^m inferior, 2^m de longitud. Altura total sobre el suelo 1^m,4. La entrada por el lado mayor. Anchura esterior 0^m,8. La cubierta es horizontal, de durmientes de esplanadas de morteros y tablones cubiertos de un prelat. Salchichones cruzados encima, sin tierras. El perímetro se llena de cestones.

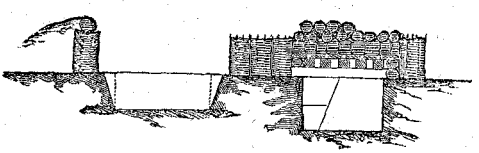
Siete durmientes de 2^m,4 y 0^m,22 de escuadría; dos se colocan sobre los bordes de la escavacion, en la longitud, y cinco de través sobre los primeros. Seis tablones, de 2^m al menos, cinco sobre los durmientes y en el mismo sentido, y uno sobre los dos cestones de la entrada. Una fagina para sostener el último tablon del lado de la entrada. Un prelat cuadrado de 2^m,5 de lado, sobre los tablones.

Veinte y un salchichones: siete de 2^m,7 colocados de través sobre los tablones; catorce de 2^m,4, de estos se colocan ocho cruzados sobre los precedentes, y cuatro cubriendo la entrada del repuesto para resguardarlo de la lluvia; además dos forman la berma del lado opuesto á la entrada, uno de estos dos salchichones se entierra de modo que el que lo superpone en-

Corte por AB.



Corte por CD.



Plano segun EF.

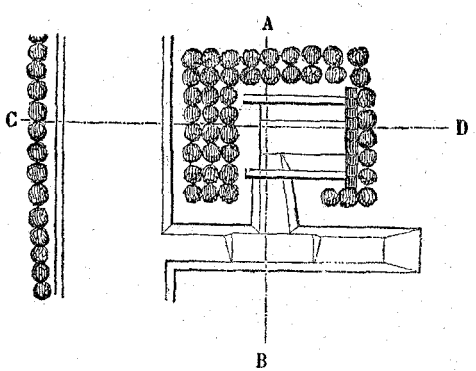


Fig. 144.

rase la cara superior de los tablones. Cuarenta cestones. La parte de la comunicacion que está delante del repuesto debe estar inclinada y elevada de modo que corran las aguas pluviales.

Dos trabajadores, colocados entre los durmientes y el primer salchichon que se establece, hacen la escavacion del repuesto; cuatro trabajadores escavan la comunicacion pequeña.

Ocho hombres, dirigidos por un Sargento, pueden construir el repuesto en nueve horas.

Este repuesto ofrece mayor resistencia colocando unidos los durmientes en vez de espaciados; entonces se necesitan once en vez de siete. La esperiencia ha probado que es mejor cubrir los salchichones superiores con una capa de tierras.

Repuesto contra el espaldon de la bateria.—(Fig. 145.) Escavacion de $0^m,5$ de profundidad, $1^m,1$ de anchura superior, 1^m de anchura inferior, 2^m de longitud, contra la estremidad del

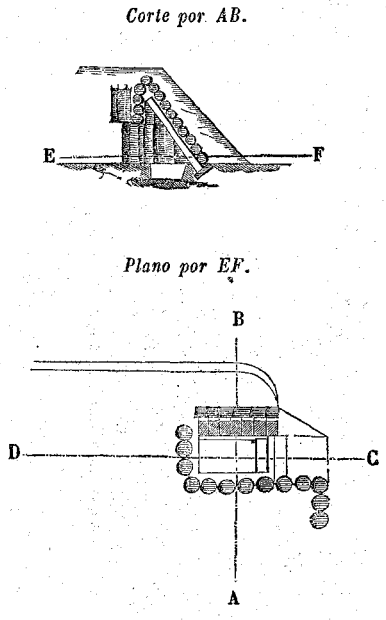


Fig. 145.

espaldon mas abrigada de los fuegos de la plaza. Altura total sobre el suelo $2^m,3$. La entrada por el lado pequeño, de 1^m de anchura.

Cobertizo de durmientes de esplanadas de morteros, cubiertos de un prelat y de salchichones cargados de tierras.

Doce durmientes de $2^m,4$ por $0^m,22$ de escuadría, unidos y apoyados contra el espaldon; una de sus estremidades entra en tierra, á $1^m,2$ del revestimiento. Un tablon de 3^m para apoyar los piés de los durmientes. Un prelat de 3^m de lado, cubriendo los durmientes.

Doce salchichones: nueve de $2^m,7$ y de $0^m,32$ de diámetro colocados unidos y de través sobre los durmientes, tres de $3^m,3$ y $0^m,27$ de diámetro, colocados horizontalmente unos sobre otros, sobre la salida de los cestones de la hilada inferior y piqueteados, sirven de apoyo á los durmientes. Quince cestones en dos hiladas para sostener las tierras del espaldon, la hilada inferior de nueve y la superior de seis, en retirada sobre los primeros medio diámetro.

Cuatro trabajadores, dirigidos por un Sargento, construyen este repuesto en nueve horas.

Debe colocarse el repuesto lo alejado posible respecto del talud interior de la batería para evitar accidentes, sobre todo cuando la pieza inmediata es un obús; la entrada y el suelo deben resguardarse de las aguas pluviales.

Para dar mayor solidez á los durmientes y á los primeros salchichones que se establecen, se revestirán, siempre que se pueda, los taludes de las escavaciones con zarzos, tepes ó coffrages preparados de antemano.

Resistencia de los repuestos. Las esperiencias hechas en las escuelas prácticas han dado á conocer que los repuestos esplicados ofrecen poca resistencia, no solo á la caida y esplosion de las bombas, sinó aun al peso de los materiales que cubren á aquellos.

Segun esperiencias hechas en Vincennes el año 1846, deben

hacerse en la construccion de los repuestos las modificaciones siguientes:

El revestimiento interior de cestones, la cubierta de durmientes unidos y cubiertos en los repuestos inclinados con una capa de salchichones sin tierra encima; en los repuestos horizontales con dos capas de salchichones cruzados y una capa de tierra apisonada.

La esperiencia ha probado que los cuatro repuestos modificados de este modo resisten bien á la caida de las bombas de todos calibres; pero sin embargo, toda bomba caida en las tierras detrás del revestimiento del repuesto, sea este horizontal ó inclinado, al reventar aquella ha producido siempre la destruccion del repuesto.

Los repuestos modificados resisten mejor que los antiguos al choque de los proyectiles, pero tienen el inconveniente de exigir en su construccion una gran cantidad de materiales y trabajadores, mucho tiempo, y presentar mucho blanco al fuego enemigo.

Mientras no se encuentre el medio de resguardar las partes laterales de los repuestos, de la esplosion de las bombas, lo mas seguro es considerarlos como talleres para la confeccion de municiones y carga de proyectiles huecos, depositando la menor cantidad posible de pólvora, y colocando el resto de la provision necesaria al consumo de veinticuatro horas, de una manera análoga á la empleada en las baterías de brecha, es decir, en huecos escavados en tierra detrás de las baterías, resguardados lo mejor posible del fuego enemigo, y á una distancia tal que no resulte á la batería daño alguno en caso de una esplosion; esto es lo que se practicó en el sitio de Roma, en donde no se construyeron repuestos.

BATERIA DETRAS DE LA PARALELA, SOBRE EL TERRENO NATURAL.

La construccion es la misma que la de una batería delante de la paralela.

Si la batería no tiene el suficiente relieve sobre la trinchera de delante, se rebaja el parapeto de la paralela y se construye detrás de la batería una comunicacion con aquella en cada lado.

BATERIAS SOBRE EL TERRENO NATURAL, CON SACOS Á TIERRA.

Las baterías con sacos á tierra pueden construírse sin ruido y rápidamente; en ellas se pueden emplear mayor número de trabajadores que en las baterías ordinarias.

Los trabajadores se cubren en algunos instantes por medio de una pantalla que se esplicará mas adelante; por estas razones es ventajoso algunas veces, aun en terreno ordinario, el empleo de las baterías con sacos á tierra.

Por razones de economía, no se construye generalmente con sacos llenos y cerrados mas que la pantalla y los revestimientos del talud interior y de los costados.

Las tierras necesarias para el interior del macizo y el talud esterior se traen en sacos que se vacian, apisonando en seguida.

Los detalles siguientes se refieren á una batería construida de este modo para dos piezas espaciadas en 6 metros, y un espaldon de 6 metros de ancho.

DISTRIBUCION DEL TRABAJO.

Dos horas antes de anochecer se empiezan á llenar los sacos con tierras tomadas en la trinchera, reuniendo los sacos llenos

en depósitos inmediatos á la batería; deben separarse los sacos cerrados de los abiertos.

Cuando la noche haya cerrado se traza la batería, marcando con la cuerda el rectángulo del macizo y la proyeccion de la cresta esterior.

Se forman dos ó tres secciones de trabajadores, en fila unos detrás de otros, y á razon de un hombre por metro.

Cada trabajador toma en el depósito un saco lleno y se le coloca á hombros, teniendo la boca en la mano, ya esté liada ó no aquella, vierte el saco en el macizo ó lo entrega á uno de los Zapadores encargados de colocarlos; en seguida vuelve al depósito á tomar otro saco lleno y así sucesivamente.

Si se forma una cadena de trabajadores para pasar los sacos de mano en mano, los hombres se fatigan mas y el trabajo es mas lento.

Se nombrará una seccion de Zapadores ejercitados, al mando de un Sargento, para recibir y colocar los sacos cerrados.

Se establece lo mas prontamente que sea posible y en toda la longitud de la proyeccion de la cresta esterior (fig. 146), una pantalla de sacos á tierra cerrados, de 2^m de altura y 1^m de espesor desde la base hasta la mitad de su altura y $0^m,5$ desde este punto hasta el vértice; si los trabajadores no se

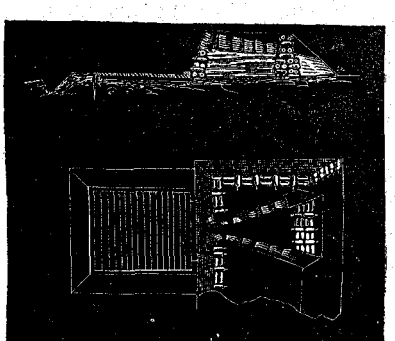


Fig. 146.

hallan suficientemente cubiertos cuando se eleve el macizo, se elevará al mismo tiempo la pantalla si es necesario; se forman tambien pantallas suplementárias para cubrir los trabajadores de los costados de la batería; estas pantallas se derriban despues y los sacos que las forman se vierten en el macizo.

Una pantalla completa, ejecutada simultáneamente por dos ó tres secciones de trabajadores, exige próximamente una hora.

Al abrigo de la pantalla, se empieza en varios puntos á la vez el revestimiento del talud interior y el de los costados de la batería, con sacos á tierra cerrados. El espesor del revestimiento es de $0^{m},5$, la inclinacion $\frac{1}{4}$.

Al mismo tiempo se forma el interior del macizo y el talud esterior, vaciando de cada lado de la pantalla los sacos á tierra traidos por los trabajadores destinados á este objeto.

Se apisonará bien la tierra por capas, sobre todo á lo largo de los revestimientos y de la pantalla.

Cuando el espaldon haya llegado á la altura de la rodillera se trazan las cañoneras y sus caras se revisten de cestones, se construyen al mismo tiempo las esplanadas y se continúa el macizo; terminado este se arma la batería y se descubren las cañoneras, vaciando sobre los merlones los sacos á tierra que han servido de pantalla en la abertura esterior, y los de la parte de la pantalla que escedan de la altura del macizo.

Las cañoneras y esplanadas pueden concluirse en dos horas.

La construccion de la batería exige ocho ó diez horas, comprendiendo el tiempo necesario para construir la pantalla.

DETALLES DE EJECUCION.

En la construccion de la pantalla y los revestimientos, los sacos á tierra se colocan por hiladas; en cada una de estas, dos sacos á soga y uno á tizon, la abertura de los sacos á tizon hácia el interior del macizo.

Para obtener una ligazon mas íntima entre el macizo y el

revestimiento, en cada hilada se colocará un saco á soga y uno á tizon; de este modo se economiza la tercera parte de los sacos; puede tambien hacerse todo el revestimiento de sacos á tizon.

Las hiladas se colocan á juntas encontradas; los sacos deben apretarse mucho unos contra otros sin dejar entre ellos ningun vacío; los sacos de la pantalla se colocan como manifiesta la figura 146.

Si las estremidades de la pantalla forman parte del revestimiento de los costados, se las inclina $\frac{2}{7}$, pero es preferible dejar completamente enterrada la pantalla en el macizo y hacer independiente el revestimiento de los costados.

Para consolidar el revestimiento, se sujeta de distancia en distancia y á medida que se eleva, con ligaduras de retenida bastante largas; una de las estremidades se ata á un piquete enterrado en las tierras apisonadas, y la otra á un pedazo de madera ó tábla que oprima el paramento esterior, ó á largos piquetes colocados como en el revestimiento de zarzos.

A medida que se eleva el espaldon, se formarán gradines con sacos á tierra para facilitar la colocacion de los sacos llenos y vaciar las tierras.

En el revestimiento de las caras de las cañoneras, los cestones de la abertura interior deben cubrir el revestimiento interior de la batería para que no se quemen los sacos; se cubre tambien la parte superior de la rodillera con un trozo de fagina ó tablon colocado debajo de los primeros cestones y sujetos como estos con fuertes ligaduras de retenida.

Si no hay cestones ni salchichones, el revestimiento de las caras de las cañoneras se hace primero con sacos á tierra, despues se cubre con zarzos, haciendo lo mismo con las hiladas de la rodillera cuando la pieza que esté en batería sea un obús.

Si el terreno es de roca, se establecen las esplanadas en tierras trasportadas y apisonadas con cuidado; el batiente y los durmientes se amarran á un durmiente enterrado en el

interior del macizo; como no se pueden clavar piquetes, los tablones se mantienen en un sitio por medio de un tablon de canto.

Los caballetes para juegos de armas se forman con tres pequeños piquetes unidos en forma de trípode.

Así que la batería esté armada, se quitan los sacos de la pantalla de la parte correspondiente á las cañoneras.

Trabajadores y sacos necesarios. La construccion de una batería de dos piezas exige por término medio 2500 sacos cerrados, 1000 para la pantalla y 1500 para los revestimientos; además se necesitan 8000 sacos abiertos para las tierras del macizo.

Un taller de cinco hombres puede llenar próximamente 100 sacos por hora, de modo que empezando el trabajo dos horas antes de la construccion de la batería, diez talleres ó sean cincuenta hombres llenan en diez horas todos los sacos necesarios, de los cuales estarán llenos 2000 al empezarse la batería.

Se necesitan además cierto número de trabajadores para conducir los sacos llenos á los depósitos, y suponiendo que estos esten á 25^{m} del emplazamiento de la batería, setenta y cinco hombres en tres secciones, dirigidos por Cabos y Sargentos, bastan para este trasporte.

Siempre que sea posible, se vaciarán en el macizo los sacos abiertos por los mismos que los trasportan; cinco Zapadores por cada seccion, quince en total, reciben y colocan los sacos cerrados, además se emplean cinco en apisonar las tierras del macizo; estos veinte Zapadores, bajo la vigilancia de dos ó tres Sargentos, se emplean sucesivamente en la construccion de la pantalla, revestimientos, cañoneras y esplanadas; se necesitan, pues, 100 hombres á lo mas para construir toda la batería.

El trabajo de trasportar los sacos es muy fatigoso, se deben relevar los trabajadores cada cuatro horas, haciendo tambien alternar entre sí á los que tarsportan sacos con los que los llenan.

BATERÍA ENTERA DE SACOS A TIERRA CERRADOS.

Cuando se puede disponer de una cantidad suficiente de sacos, se hace todo el macizo de sacos á tierra cerrados, colocándolos por hiladas como se ha esplicado para los revestimientos, cuidando de cruzar bien las juntas.

Las caras de las cañoneras se revisten de cestones ó salchichones como ordinariamente, colocándolos en cuanto el espaldon haya llegado á la altura de la rodillera; el derrame de las cañoneras se cubre con zarzos.

La construccion de una batería de dos piezas exige próximamente 8000 sacos llenos; el trabajo se dirige como en la batería precedente.

Comunicaciones. Las comunicaciones pueden hacerse tambien con sacos á tierra, formando el parapeto por los métodos esplicados en la parte referente á las zapas.

BATERIA ENTERRADA.

Terraplen. La anchura se reduce á 6^m en el fondo. Generalmente se entierra la batería $0^m,75$, pero esto es variable segun la naturaleza del terreno, la posicion de la batería y las circunstancias particulares de la construccion, á fin de abreviar el trabajo todo lo que sea posible.

Talud en terreno ordinario: del lado del espaldon $0^m,2$ de base, con una berma de $0^m,3$; del lado opuesto $0^m,25$ de base.

La superficie del perfil es de $4^m,67$ cuadrados. El volúmen del desmonte, para una pieza, y contando el aumento de volúmen de las tierras escavadas, es de 31^m cúbicos.

Véanse para la batería de que se trata, las figuras 147, 148, 149 y 150.

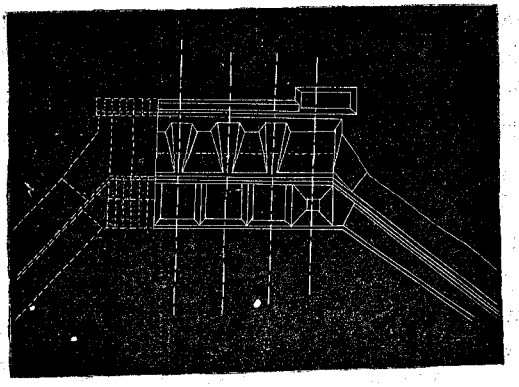


Fig. 147.

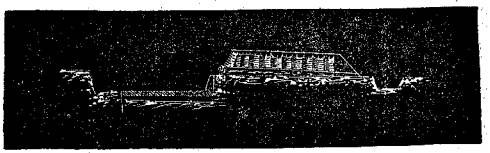


Fig. 148.

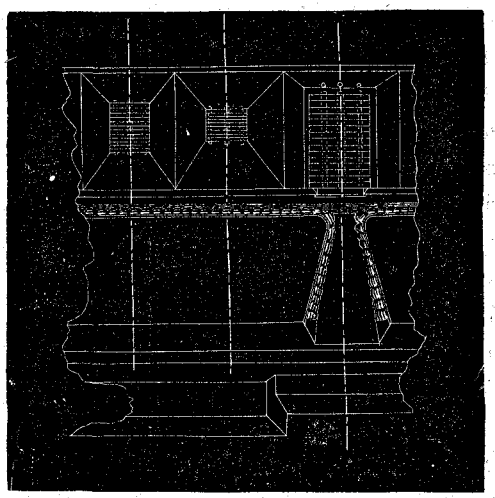


Fig. 149.



Fig. 150.

Espaldon. La altura sobre el suelo es de 1^m,55 para la cresta interior y 1^m,3 para la cresta esterior.

La base del talud interior, sobre el suelo, 0^m,44; la del talud esterior, segun la naturaleza de las tierras.

La superficie del perfil, en terrenos ordinarios y para una anchura de espaldon de 6^m, es de 9^m,75 cuadrados.

Volúmen del terraplen, para una longitud de 6^m, con cañonera directa, es de 42^m cúbicos, comprendiendo el volúmen de los revestimientos.

En las tierras de buena calidad, y en las baterías de rebote cuyas cañoneras están en contrapendiente, se reduce generalmente á 5^m el espesor del espaldon en la parte superior.

En las baterías destinadas esclusivamente á tirar á rebote, el espacio entre las piezas puede tambien reducirse á 5 metros.

Foso. La berma es de 0^m,65, profundidad y anchura en el fondo 1^m, talud de la escarpa 0^m,5, de la contraescarpa 0^m,75.

Se prolongará el foso 2^m de cada lado del espaldon, con el objeto de tener las tierras necesarias para reforzar los semimerlones estremos y para las uniones con las comunicaciones.

Trabajadores y objetos necesarios. Se necesitan para cada pieza ocho Zapadores y catorce soldados de infantería; además ocho soldados de infantería para los dos estremos del espaldon, sin contar los trabajadores necesarios para las comunicaciones, segun la longitud de estas y para los repuestos.

Los útiles y objetos necesarios, como para una batería sobre el terreno natural.

Para el revestimiento interior dos salchichones y diez cestones por pieza.

Para una cañonera de tiro directo diez y ocho cestones.

Para una cañonera en contrapendiente cuatro cestones.

DETALLES DE EJECUCION.

Para cada pieza, seis trabajadores escavan el foso y echan las tierras en el espaldon.

Seis Zapadores colocan una primera fila de salchichones sobre el terreno natural y sin piquetearlos en una regata de $0^m,08$ de profundidad, al pié del talud interior; en seguida hacen una escavacion de 1^m de anchura, 2^m de longitud y $0^m,75$ de profundidad, empezando por la linea que marca el pié del talud interior en el terraplen, á $0^m,5$ del salchichon, en seguida recortan este talud. Seis trabajadores de infantería empiezan al mismo tiempo la escavacion del terraplen en su parte posterior y echan las tierras á los Zapadores, los cuales las recogen para arrojarlas en el espaldon.

Dos Zapadores y dos trabajadores de infantería en el espaldon, los primeros del lado de la cresta interior, apisonan las tierras.

Cuando estas lleguen á la altura de la primera fila de salchichones, los Zapadores colocan la segunda $0^m,09$ en retirada sobre la primera, sin piquetearla y teniendo cuidado que las juntas no caigan en las cañoneras, el revestimiento se concluye con una fila de cestones, en retirada un semidiámetro de los salchichones, colocados como se ha esplicado, y dejando libre la abertura interior de las cañoneras. Se hará el revestimiento de las caras de estas, piqueteando en seguida los salchichones en las cañoneras y entre los cestones.

Si la batería es de tiro directo, se aserrarán si es preciso los salchichones en la abertura de las cañoneras, para reducir la altura de rodillera; si la cañonera es en contrapendiente, se completa la altura necesaria con algunos tepes sobre un talud de tierras.

Se cubrirán los cestones con una capa de tierra de algunos centímetros.

La parte escavada no se reviste generalmente por no ser necesario.

En cuanto se haya preparado su emplazamiento, se colocarán las esplanadas. Para que la pieza entre lo mas que se pueda en la cañonera, sobre todo para el tiro directo, el batiente debe enterrarse en todo su espesor en el talud interior, el que para esto se recortará en toda la longitud del batiente y segun el plano de su cara posterior.

En esta parte la anchura de la berma no es mas que de $0^m,2$; muchas veces es preciso sostener las tierras con un zarzo contínuo, sujeto por abajo con piquetes, y por arriba con ligaduras de retenida sujetas á piquetes enterrados en el espaldon.

Al terraplen se dará la inclinacion que deba tener la esplanada á fin de no remover tierras inútilmente.

Si la anchura de 6^m es insuficiente para el retroceso de las piezas, se aumentará únicamente detrás de las colas de las cureñas.

En un terreno horizontal y fácil de escavar, la batería puede construirse y armarse en diez ú once horas.

BATERIA EN LA PARALELA.

La construccion de estas baterías enterradas 1^m es enteramente análoga á la de las baterías enterradas $0^m,75$.

Se empezará de dia el trazado y construccion, aprovechándose del parapeto de la paralela.

Dos filas de trabajadores forman el terraplen y el espesor del espaldon; la primera fila ensancha la paralela; la segunda, colocada cerca del talud interior, echa las tierras en el espaldon.

Las esplanadas se colocan en el fondo de la paralela.

En una batería esclusivamente destinada á tirar á rebote, se abren simplemente las cañoneras en el parapeto; si el ter-

reno es firme, se coloca un tablon debajo de cada rueda de la cureña, para servir de esplanada.

Al mismo tiempo que la batería, se construye detrás una comunicacion para la paralela.

BATERIA DE LLARES.

Cuando la oblicuidad de las directrices respecto de la cresta interior es tal que el espesor esterior de la base de los merlones es menor de 2^m, ó cuando la entrada de la pieza en la cañonera no es suficiente, entonces el trazado de la batería es á llares (fig. 151).

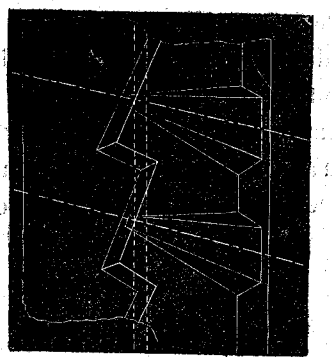


Fig. 151.

Tambien se trazan las baterías del modo dicho en los casos siguientes: una batería ordinaria á la que la desenfilada obligue á ser muy oblícua respecto de la direccion del tiro; una batería en la paralela muy oblícua respecto de esta paralela; por último, una batería de brecha que deba tirar en una direccion muy oblícua.

Generalmente el trazado de llares se usa en las baterías establecidas en la paralela.

Se determina preliminarmente sobre la línea que represente la direccion general del espaldon, la longitud de cresta que debe ocupar cada pieza para que los merlones tengan el espesor suficiente y para que los ángulos de los llares no sean menores que el recto.

Se trazan las directrices, á cada una de estas se tira una perpendicular, de modo que la parte comprendida entre la directriz y el pié del parapeto de la paralela tenga la mitad de la longitud de cresta asignada á cada pieza; se tomará una longitud igual del otro lado de la directriz, se unirán en seguida por una recta el estremo de una perpendicular que toque al parapeto con la estremidad opuesta de la perpendicular siguiente.

El lado esterior permanecerá paralelo al trazado primitivo del lado interior.

La anchura del terraplen se cuenta desde los vértices de los ángulos salientes.

El revestimiento se hace en toda la altura; si es de salchichones se cruzan alternativamente los estremos en los ángulos.

Los llares no evitan la construccion de retornos y traveses si la batería está enfilada.

BATERIAS DE MORTEROS.

Emplazamiento. La grande inclinacion de las líneas de tiro encima de la horizontal permite asignar una posicion casi arbitraria á las baterías de morteros; sobre las capitales es donde están menos espuestas.

Se deben aprovechar todos los accidentes del terreno que puedan facilitar su construccion, observando el principio de colocarlos siempre que sea posible en la direccion principal de la masa de objetos que se han de batir, ó caras de las obras que se han de rebotar.

En general, es buena colocacion detrás de la segunda paralela y es siempre ventajoso enterrar el terraplen.

Véanse las figuras 147 y 149.

Trabajadores y objetos necesarios. Para cada mortero: cinco Zapadores en el revestimiento interior, doce auxiliares de infantería, de los cuales seis en el foso á 1^m de distancia unos de otros, tres sobre la berma, y tres en el espaldon, á 2^m de distancia.

Se necesitan además tres Zapadores para el revestimiento de los costados; dos Sargentos á lo mas para tres morteros.

Para los costados ó retornos y para las comunicaciones, como en las baterías de cañones.

Para 5^m de longitud de revestimiento se necesitan 7 salchichones ó 18 cestones; para el revestimiento de los costados 14 salchichones, ó 36 ó 40 cestones.

Si la batería está enterrada $0^m,75$, se necesitan por cada mortero y costado dos salchichones solamente y una sola fila de cestones; 9 para el talud interior, 18 ó 20 para los costados.

Utiles. Como para las baterías de cañones.

Espaldon. Sin cañoneras y como para las baterías de cañones sobre el terreno natural ó enterradas.

Longitud, 4^m ó 5^m por mortero, dejando 3^m entre las estremidades del espaldon y las directrices estremas.

Si la longitud es de 5^m y el espesor del espaldon de 6^m, en tierras ordinarias, la superficie del perfil es de 16^m cuadrados, y el volúmen del macizo de 80^m cúbicos, comprendiendo el volúmen del revestimiento.

Si la batería es enterrada, la superficie del perfil es de $9^m,75$ cuadrados y el volúmen del macizo 49^m cúbicos.

En las tierras fuertes, el espesor del espaldon puede reducirse á 5^m, sobre todo cuando el terraplen es enterrado.

El revestimiento es ordinariamente de cestones y puede suprimirse en las tierras fuertes, dándoles un talud conveniente.

Foso. Batería sobre el terreno natural: profundidad 5^m; 2,

base de los taludes $1^m,5$; anchura total 7^m; en el fondo $4^m,5$ (fig. 138.)

Batería enterrada: profundidad $1^m,5$; anchura en el fondo 2^m; base de los taludes $0^m,75$ (fig. 147).

Esplanadas. Deben ser horizontales y sólidamente establecidas (fig. 149).

Para morteros de $0^m,32$ y de $0^m,27$, el centro está á $3^m,5$ del pié del talud interior; para morteros de $0^m,22$ á $3^m,3$. Esta posicion permite tirar bajo un ángulo de 30°.

Cuando el mortero de $0^m,32$ deba tirar con gran carga y bajo un ángulo de cerca de 30°, se aumenta esta distancia hasta $3^m,8$ para que no se estropee el revestimiento del espaldon.

En las baterías enterradas se cuentan estas distancias desde el borde de la berma, que corresponde próximamente al pié del talud interior en las baterías sobre el terreno natural.

Se marca en la directriz el emplazamiento de la esplanada con dos piquetes, el primero á $2^m,3$ ó $2^m,6$ del pié del talud; el segundo á $2^m,4$ ó 2^m del primero segun los calibres; se tomará 1^m de cada lado de la línea marcada por los piquetes, se escavará en $0^m,1$ el espacio rectangular así trazado.

Se escavarán tres regatas paralelas, de $0^m,2$ ó $0^m,25$ de anchura, sobre $0^m,16$ ó $0^m,22$ de profundidad; la regata del medio sobre la directriz, las otras dos á $0^m,8$ de la primera, de eje á eje.

El fondo de estas regatas se nivela y afirma, en seguida se colocan los durmientes de modo que uno de sus estremos esté á $2^m,3$ del pié del talud interior ó de la berma, ó á $2^m,6$ cuando el mortero sea de $0^m,32$; las superficies superiores deben estar en un mismo plano horizontal, se apisonará fuertemente la tierra en los intérvalos. Se colocarán los demas durmientes perpendicularmente á los primeros, el medio sobre la directriz; el primero de estos durmientes del lado del espaldon enrasará el estremo de los durmientes de las regatas en la gran

esplanada, ó á $0^m,25$ de este estremo en la esplanada del mortero de $0^m,22$.

Los durmientes superiores se sujetan con seis piquetes, tres delante y tres detrás.

El plano superior de estos durmientes debe estar elevado sobre el terrapien $0^m,12$ ó $0^m,7$ segun la esplanada.

Entre las esplanadas se formarán goteras para las aguas.

Los caballetes para juegos de armas se colocan: el primero á la altura de la parte de delante de la esplanada, el segundo á $0^m,65$ del primero.

Cinco Zapadores construyen en dos horas la esplanada para el mortero de $0^m,32$, y tres Zapadores la esplanada del mortero de $0^m,22$.

Repuestos. Como para las baterías de cañones. Se hacen abrigos separados para la pólvora y para la carga de las bombas.

MORTEROS TIRANDO Á REBOTE.

Se pueden tirar bombas á rebote hasta bajo el ángulo de 9°.

En este caso se construyen cañoneras cuyo derrame tenga la inclinacion de 9° de fuera á dentro (fig. 152); la abertura interior tiene $0^m,8$ de anchura, se colocan dos cestones en cada cara para sostener las tierras como en las baterías de cañones ú obuses cuyas cañoneras están en contrapendiente.

El espesor del espaldon puede reducirse á 5^m, sobre todo en las baterías enterradas.

La rodillera á 1^m de altura, el revestimiento interior se forma con una fila de cestones en las baterías sobre el terreno natural, ó una de salchichones enterrados $0^m,07$ en las baterías enterradas.

Para un mortero de $0^m,22$ que deba tirar bajo el ángulo mínimo de 9°, se deja un paso algo mayor á la bomba y se reduce la altura de rodillera á $0^m,9$.

Bateria enterrada de morteros tirando á rebote.

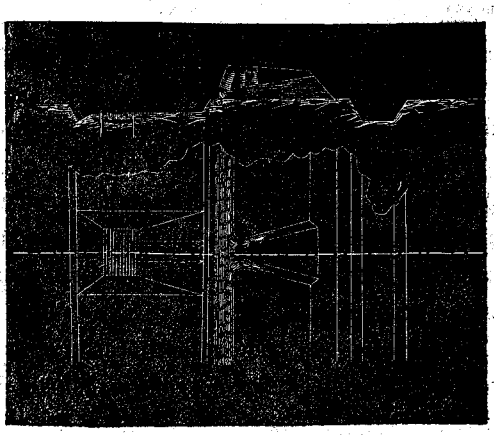


Fig. 152.

Las esplanadas son horizontales, la distancia desde la parte anterior del primer durmiente superior al pié del talud interior, ó parte anterior de la berma (en proyeccion) en las baterías enterradas es de $3^m,45$, lo que da $3^m,2$ para la distancia del estremo anterior de los durmientes enterrados, y $4^m,2$ para la del centro de la esplanada.

En el caso de una batería enterrada, es preciso generalmente dar mas de 6^m de longitud al terraplen, á causa del retroceso de los morteros.

El resto de la construccion del espaldon, revestimiento y esplanadas, como en las baterías ordinarias, sobre el terreno ó enterradas.

BATERIAS DE BRECHA Y CONTRABATERIAS.

Emplazamiento. Se construyen ordinariamente en la zapa del coronamiento del camino cubierto.

El emplazamiento de las baterías de brecha, establecidas en

el coronamiento del camino cubierto, ó en este último, se determina de modo que las líneas de tiro hagan con el revestimiento un ángulo de 90° á 30° al menos, medido en el plano horizontal; este ángulo debe ser mas abierto mientras mas dura sea la mampostería, lo esencial es que los proyectiles no reboten.

En la mayor parte de los casos, el emplazamiento que mejor satisface á las condiciones del tiro en brecha, es cerca del saliente del camino cubierto, desde donde las piezas ven las caras de las obras bajo un ángulo de cerca de 60° y á buena distancia de tiro.

La brecha debe en todos casos estar bastante próxima al flanco, para que no haya necesidad de batir el saliente, y para que el alojamiento que se haga tenga bastante capacidad.

Se determinará todo lo exactamente que sea posible la anchura del foso y la del camino cubierto, las alturas de la escarpa y cresta del camino cubierto, en fin todos los datos necesarios para construir el perfil de la fortificacion; por medio de este perfil se fija la altura de la trinchera horizontal que hay que hacer en la escarpa, de modo que los desmontes produzcan los terraplenes de una rampa inclinada 45° á lo mas. Dicha altura, contada á partir del pié del muro no debe ser menor que el tercio de la altura total de la escarpa; además, para evitar el amontonamiento de los escombros no debe ser menor que el espesor presumible del revestimiento al nivel de la trinchera.

Si no se puede ver el muro bastante abajo para batirlo hácia el tercio de su altura, se puede abrir la trinchera mas arriba, y aun á la mitad de la altura de la escarpa.

El perfil de la fortificacion dará á conocer si para satisfacer á estas diversas condiciones, la batería debe establecerse en el coronamiento ó terraplen del camino cubierto.

Las contrabaterías se establecen en la prolongacion del claro del foso de la media luna ó del baluarte que está delante de la batería de brecha, y en el coronamiento del camino cubierto. Veánse las figuras 153 y 154.

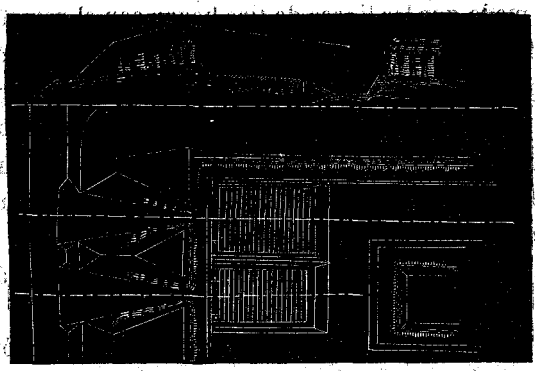
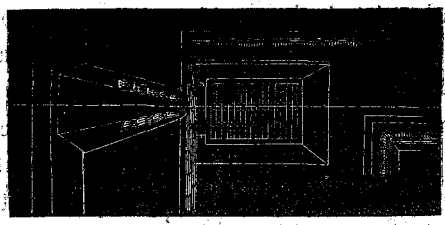


Fig. 153.



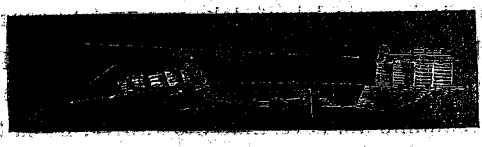


Fig. 154.

BATERIA EN EL CORONAMIENTO DEL CAMINO CUBIERTO

Espaldon. Debe tener al menos 4^m de espesor y $2^m,5$ de altura en las baterías de brecha, y 5^m á 6^m de espesor y de altura en las contrabaterías.

Los espesores son dados generalmente por el espacio comprendido entre la zapa y la cresta del glácis; si dichos espeso-

res son débiles se aumenta en el interior de la zapa como sucede generalmente en las contrabaterías.

Traveses. La distancia entre las piezas es generalmente de 5^m, y puede reducirse á 4^m en las baterías de brecha; depende del espacio dejado entre los traveses, los cuales se establecen al mismo tiempo que la zapa para desenfilar el coronamiento del camino cubierto; se espacian de modo que puedan colocarse dos ó tres piezas en sus intérvalos; el espesor de estos traveses es de 4^m ó $4^m,5$ comprendiendo el revestimiento; la longitud y altura se determinan por condiciones de desenfilada.

Terraplen. El terraplen tiene 8^m de anchura en el fondo; en las baterías de brecha es esencial que no esté mas enterrado que la zapa y que el pié del talud esté lo mas próximo posible á la cresta del glácis.

Esplanadas. Las esplanadas están inclinadas $0^m,04$ por 1^m, inclinacion total $0^m,18$.

Muchas veces la inclinacion y longitud ordinarias son insuficientes á causa del retroceso de las piezas; en este caso se prolongan las esplanadas, añadiéndolas una cola inclinada $\frac{1}{4}$.

Cañoneras. Las directrices en las baterías de brecha, directas ú oblícuas, son ligeramente convergentes, para no aumentar demasiado la anchura de la brecha que es de 20^m; esta anchura es un mínimo y debe aumentarse cuando la escarpa tenga gran altura, ó cuando se prevea el caso de tener que establecer artillería en la brecha.

En las contrabaterías las directrices tienen próximamente la direccion del foso colocado en el campo de tiro; en general son oblícuas; si lo fuesen mucho se construirá la batería de llares.

La rodillera en las baterías de brecha á $0^m,9$ de altura, lo cual permite tirar 12° bajo la horizontal; para tirar bajo un ángulo de 16° se reduce la altura á $0^m,75$.

En las contrabaterías se puede dar á la rodillera 1^m y aun $1^m,1$ de altura para tirar bajo los ángulos de 8° y 6°.

Repuesto para dos piezas. Basta generalmente abrir una cavidad á la inmediacion de la batería para colocar un barril sin tapas en el cual se colocan las cargas preparadas de antemano.

Esta cavidad se sitúa generalmente detrás de los traveses, abrigada lo mejor posible y cubierta *d'un morceau de prelat* encima del cual se colocan trozos de salchichon ó de durmientes.

DISTRIBUCION DEL TRABAJO Y DETALLES DE EJECUCION.

La construccion se empieza de dia y debe terminarse la noche siguiente.

Trabajo durante el dia. Trasporte de materiales, ensanche del terraplen y establecimiento de las esplanadas.

Si la consistencia de las tierras es suficiente, se dispone el parapeto de la zapa para el tiro de las piezas.

Se derriban algunos cestones de la trinchera de los mas inmediatos á cada directriz y se reemplazan con cestones de batería, dejando libres las aberturas de las cañoneras; generalmente se reemplazan todos los cestones de la zapa porque no presentan la suficiente resistencia, y se hace de nuevo todo el revestimiento.

Para colocar un ceston de batería, se clava en el sitio que debe ocupar, un piquete de esplanada, de modo que entre en el terreno $0^m,3$ á $0^m,35$ y con una inclinacion $\frac{1}{10}$.

Colocado el ceston, el piquete se apoyará interiormente contra la parte posterior.

Los cestones correspondientes á la parte de las cañoneras son los primeros que se colocan; se coronan con una capa de faginas ó de salchichones.

Tres Zapadores dirigidos por un Sargento reemplazan un ceston de zapa en diez minutos, por consiguiente el revestimiento para una pieza no exige mas que dos horas. Si las tier-

ras no tienen bastante consistencia, se sostiene el talud de la zapa con zarzos ó salchichones, ó se hace con estos últimos un revestimiento entero adosado al talud de la zapa.

A $5^{m},3$ próximamente del pié del talud interior, se marcan los ángulos posteriores de la esplanada con dos piquetes enterrados, de modo que el vértice esté á la altura de los tablones y por consiguiente indique el terraplen y desmonte necesarios para establecer las esplanadas; las tierras escedentes se emplean en consolidar y elevar los traveses de la zapa, ó establecerlos detrás si es preciso.

Cuando no haya bastante tierra, se trae en sacos ó espuertas, ó se concluyen los traveses con sacos á tierra.

Seis Zapadores pueden ejecutar este trabajo en seis horas.

Trabajo durante la noche. Se acaba si se puede el revestimiento interior que debe estar ya hasta la altura de rodillera por los menos.

Los trabajadores se cubren por medio de una pantalla formada con 9 cestones ordinarios rellenos de faginas, colocados en una fila á lo largo de la cresta esterior del espaldon, ó mejor todavia con 18 cestones rellenos de faginas colocados en dos filas.

Para no descubrirse, los cestones de las caras de las cañoneras se colocan sucesivamente, á medida que se vayan descubriendo las cañoneras; con este objeto es preciso marcar con anticipacion detrás del espaldon la direccion del pié de las caras y la inclinacion del derrame; para esto se clava en el terraplen un piquete cuya cabeza marque el punto en donde se encontrarian los trazos de los piés de las caras si se las prolongase hácia atrás; una regla colocada sobre este piquete y sobre la rodillera, contra los lados de la abertura interior de la cañonera, dará ó la inclinacion del derrame, ó la direccion en que sucesivamente deban colocarse los cestones.

Dos Zapadores colocan y llenan al mismo tiempo dos cestones, uno en cada cara, en una hora próximamente; son rele-

vados por otros dos Zapadores que colocan otros dos cestones y así sucesivamente.

El tiro de las baterías de brecha deteriora muy pronto el revestimiento de las caras de las cañoneras; deben, pues, elegirse con cuidado los cestones para dicho revestimiento. Si el ramaje no es bueno, ó si las tierras son ligeras, en este caso los segundos y terceros cestones se llenan, en vez de tierra, con faginas ó sacos á tierra, reforzándose los cestones con un cincho de hierro de bastante grueso.

Concluido el trabajo se retiran al interior los cestones de la pantalla, ó se les hace rodar sobre el camino cubierto; el descubrimiento de las cañoneras se acaba con la pala, ó con los primeros cañonazos.

Se necesitan en total 9 Zapadores por pieza dirigidos por un Sargento, 12 cestones para revestir las caras de las cañoneras en las baterías de brecha, y 16 en las contrabaterías, además de los del revestimiento interior y de las pantallas.

BATERIA DE BRECHA EN EL CAMINO CUBIERTO.

Cuando sea preciso hacer la batería de brecha en el camino cubierto estando concluidas la bajada á este y el coronamiento de la contraescarpa, se establece la batería en este coronamiento como en el del camino cubierto; es preciso elevar á 3^m la altura del espaldon porque estas baterías estarán en general dominadas por las obras de la plaza.

En este caso el revestimiento puede hacerse del modo siguiente: dos filas de cestones separados por una doble fila de salchichones; la segunda fila de cestones coronada con tres filas de faginas; detrás de la fila superior de estas, cestones rellenos tendidos paralelamente á la cresta.

Las caras de las cañoneras, á causa de su grande elevacion, exigen un revestimiento particular; despues de colocados los

cestones que lo forman, se coloca encima una fila de faginas piqueteadas, detrás de las cuales se tienden cestones rellenos; esta precaucion se toma nada mas que en la inmediacion de la abertura interior de las cañoneras.

La batería debe construirse y armarse en una noche.

BATERIA SOBRE EL CORONAMIENTO DE UNA BRECHA.

Estas baterías se establecen por medios análogos á los que acaban de esplicarse. Se puede reducir el espesor del espaldon á 3^m para que el terraplen tenga al menos 6^m de ancho.

OBSTÁCULOS EN LA CONSTRUCCION DE LAS BATERÍAS.

Fuego de fusil. Cuando los trabajadores estén muy espuestos al fuego de fusil, se cubren con cestones rellenos, ó por una zapa volante ejecutada á 2^m ó 3^m delante de la berma y cuya cestonada se destruye cuando el foso tenga bastante profundidad.

Se establece si es preciso la batería en la paralela, ó se la construye por el interior, ejecutando desde luego sobre el trazado del talud una zapa, que se aumenta en seguida para formar el espaldon.

Se emplean tambien pantallas para guarecerse de la fusilería, cuando no puedan enterrarse las baterías.

Tiro de abajo arriba. Se termina la esplanada á $2^m,5$ del batiente, es decir, en el último tablon, que se asegura sólidamente con tres piquetes; la parte restante de la esplanada forma con la primera un resalto de una profundidad tal que se pueda apuntar la pieza bajo el ángulo exigido.

A las dos partes de la esplanada se dará la inclinacion de $0^m,04$ por metro como en las baterías de brecha, y se forma detrás un talud de tierras para detener la pieza en el retroceso.

Se enterrará el terraplen siempre que lo permita el terreno.

Se dará al espaldon una forma y altura tales que resulte desenfilado el estremo del terraplen que debe tener 6^m al menos; la parte superior del espaldon paralela en todo lo posible á la mayor inclinacion del tiro.

Se aumenta la altura de rodillera segun el ángulo de tiro.

En el ángulo límite de 16°, el espaldon debe tener una altura de $3^m,5$, y si el terraplen está enterrado $0^m,75$; la altura de este espaldon sobre el terreno es de $2^m,75$; puede admitirse una altura de rodillera de $1^m,5$ con un resalto de $0^m,4$ á $0^m,45$.

Tiro de arriba abajo. Se disminuye la altura de rodillera en $0^m,033$ por cada grado debajo de la horizontal encima de 3°; se termina la esplanada á $2^m,9$ del batiente, es decir, en el noveno tablon y se hace un resalto de la altura conveniente segun el ángulo de tiro exigido.

A las dos partes de la esplanada la misma inclinacion, y se forma detrás un talud para el retroceso de la pieza.

En el ángulo límite, de 16°, la altura del resalto es de $0^m,35$; la altura de la cresta interior puede limitarse á $2^m,1$ y la de la rodillera á $0^m,75$.

Terrenos pedregosos y de roca. Se emplearán en la parte inferior del espaldon las tierras mas mezcladas con piedras. Se colocan en el interior del espaldon cestones y faginas hasta la rodillera.

La tierra de los merlones y derrames de las cañoneras no debe estar mezclada con piedras, en caso de necesidad se criban las tierras sirviéndose de zarzos.

Se forma una pantalla con cestones, sacos á tierra, etc.

Las tierras se traen en sacos á tierra, espuertas, etc.

El revestimiento se hace con cestones ó salchichones que se atan y sujetan con ligaduras de retenida á los cestones ó faginas que se colocan en el interior del espaldon.

Terrenos pantanosos ó inundados. Se construye para la conduccion de las piezas un camino sólido que tenga al me-

nos 3^m,25 de anchura y 0^m,65 encima de las aguas mas altas.

Si la profundidad de los pantanos no escede de 1^m, se colocan segun la longitud del camino y á 4^m de distancia, dos filas de salchichones muy gruesos asegurados con fuertes piquetes; se colocan entre estos salchichones y en la misma direccion una capa de faginas, y de un grueso igual á los dos tercios de la profundidad del pantano; encima se colocan zarzos horizontales; en seguida se coloca una segunda capa de faginas de 3^m,25 de longitud, en el sentido de la anchura del camino, se cubren con tierra, paja, etc.

El suelo de la batería se consolida por los mismos medios, conservando delante y en los costados del espaldon una berma de 1^m.

Si el pantano es mas profundo, se colocan varias capas de faginas de 0^m,5 á 0^m,65 de grueso, cubiertas con zarzos; en la capa superior se ponen las faginas de través.

BATERIAS FLOTANTES.

En aguas profundas, se construyen en un sitio resguardado las baterías flotantes, que se conducen en seguida al emplazamiento en que deben obrar. Se las establece sobre barcos ó balsas, las primeras son mas fáciles de conducir y dirigir, pero son preferibles las segundas porque no pueden ser sumergidas por los proyectiles enemigos.

Las balsas se hacen con piezas de madera ligera, cruzadas las una sobre las otras, encima una plataforma de tablones. Para que las balsas tengan el menor calado posible, se construye el espaldon con materiales ligeros y resistentes; cuando es de vigas de encina engrapadas basta darle un espesor de 1^m,8 á 2^m.

Se puede construir tambien el espaldon con sacos llenos de lana, con salchichones; el espaldon se coloca hácia el medio

de la longitud de la balsa; la distancia entre cada dos piezas será de 5^m.

Todo el sistema debe ser tal que el centro de gravedad se encuentre en la misma vertical que el de la balsa, que debe tener una salida sobre el agua de $0^m,2$ á $0^m,3$. En la balsa no se colocan mas que cuatro ó cinco tiros por pieza; el resto de las municiones se trasportará en *nacelles* con toneles bien *etanchés* que se abran en la parte superior, etc.

Los datos siguientes sirven para determinar aproximadamente las dimensiones de las balsas en que se establecen baterías:

Sobre afustes de sitio, con esplanada y juegos de armas; un cañon de á 24 pesa 5000 kilógramos, un cañon de á 12,3500 kilógramos; el peso de un espaldon de encina, de 5 metros de longitud, 2 metros de espesor y $2^m,3$ de altura es de 22.000 kilógramos; el peso total que debe soportar la balsa será segun los calibres 27.000 ó 25.000 kilógramos.

Una balsa de pino, cuyo metro cúbico pesa 500 kilógramos, de 15 metros de lado y $1^m,12$ de espesor, tiene 84 metros cúbicos, pesa 42.000 kilógramos y cala $0^m,56$. Con una carga de 27.000 kilógramos para el cañon de á 24, la superficie superior de la balsa queda á $0^m,2$ encima del agua.

Para el cañon de á 12, si con la misma superficie la balsa no tiene mas que $1^m,04$ de espesor, tendrá 78^m cúbicos y pesará 39.000 kilógramos, cala $0^m,52$; con una carga de 25.000 kilógramos la superficie superior queda á $0^m,18$ encima del agua.

FIN.

INDICE.

	Páginas.
Corta y aprovechamiento del ramaje.	1
Materiales de sitio.	2
Piquetes.	2
Cuerdas de paja.	3
Faginas.	4
Salchichones.	6
Fajos de zapa.	7
Cestones.	7
Zarzos.	11
Sacos á tierra.	12
Blindas.	13
Tabla de los materiales de sitio.	15
De las trincheras en general.	16
Trinchera simple.	16
Zapa volante.	25
Zapa llena simple.	37
Ejecucion de la zapa llena simple.	37
Maniobras accidentales de la zapa.	74
Zapa semillena.	81
Zapa semivolante.	81
Zapa doble.	83
Zapa semidoble.	87
Union de dos zapas simples.	93
Retornos de las zapas.	95
Desembocadura.	107
Caballeros de trinchera.	115
Desenfilada de trincheras.	131
Coronamiento del camino cubierto.	148

Páginas.

Descenso al foso blindado. 149
Descenso al foso subterráneo. 156
Descenso al camino cubierto. 159
Baterías de sitio. 180
Materiales empleados en las baterías. 180
Primeras baterías de cañones ú obuses. 183
Batería de cañones ú obuses de tiro directo ó de rebote, sobre el terreno natural y fuera de la paralela. 184
Dimensiones. 188
Distribucion del trabajo. 191
Detalles de ejecucion. 194
Cañoneras. 203
Esplanadas. 205
Retornos y comunicaciones. 208
Repuestos. 208
Batería detrás de la paralela, sobre el terreno natural. . 217
Baterías sobre el terreno natural, con sacos á tierra. . . . 217
Distribucion del trabajo. 217
Detalles de ejecucion. 219
Batería entera de sacos á tierra cerrados. 222
Batería enterrada. 222
Detalles de ejecucion. 225
Batería de la paralela. 226
Batería de llares. 227
Baterías de morteros. 228
Morteros tirando á rebote. 231
Baterías de brecha y contrabaterías. 232
Batería en el coronamiento del camino cubierto. 234
Distribucion del trabajo y detalles de ejecucion. 236
Batería de brecha en el camino cubierto. 238
Batería sobre el coronamiento de una brecha. 239
Baterías flotantes. 241

LA FORTIFICACION MODERNA.

LA FORTIFICACION MODERNA

Ó

CONSIDERACIONES GENERALES

SOBRE

EL ESTADO ACTUAL DEL ARTE DE FORTIFICAR LAS PLAZAS.

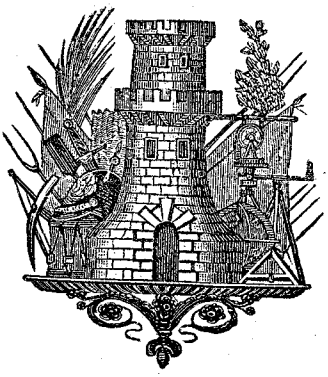
Por el Coronel

DON EMILIO BERNALDEZ,

del Hábito de Santiago,
Comendador de la Real Orden Americana de Isabel la Católica,
dos veces Caballero de la de San Fernando de 1.ª clase,
condecorado con otras cruces de distincion por acciones de guerra,
Académico C. de la Real de la Historia,
Oficial de Ingenieros del Ejército.

Memoria premiada en el concurso del año de 1859.

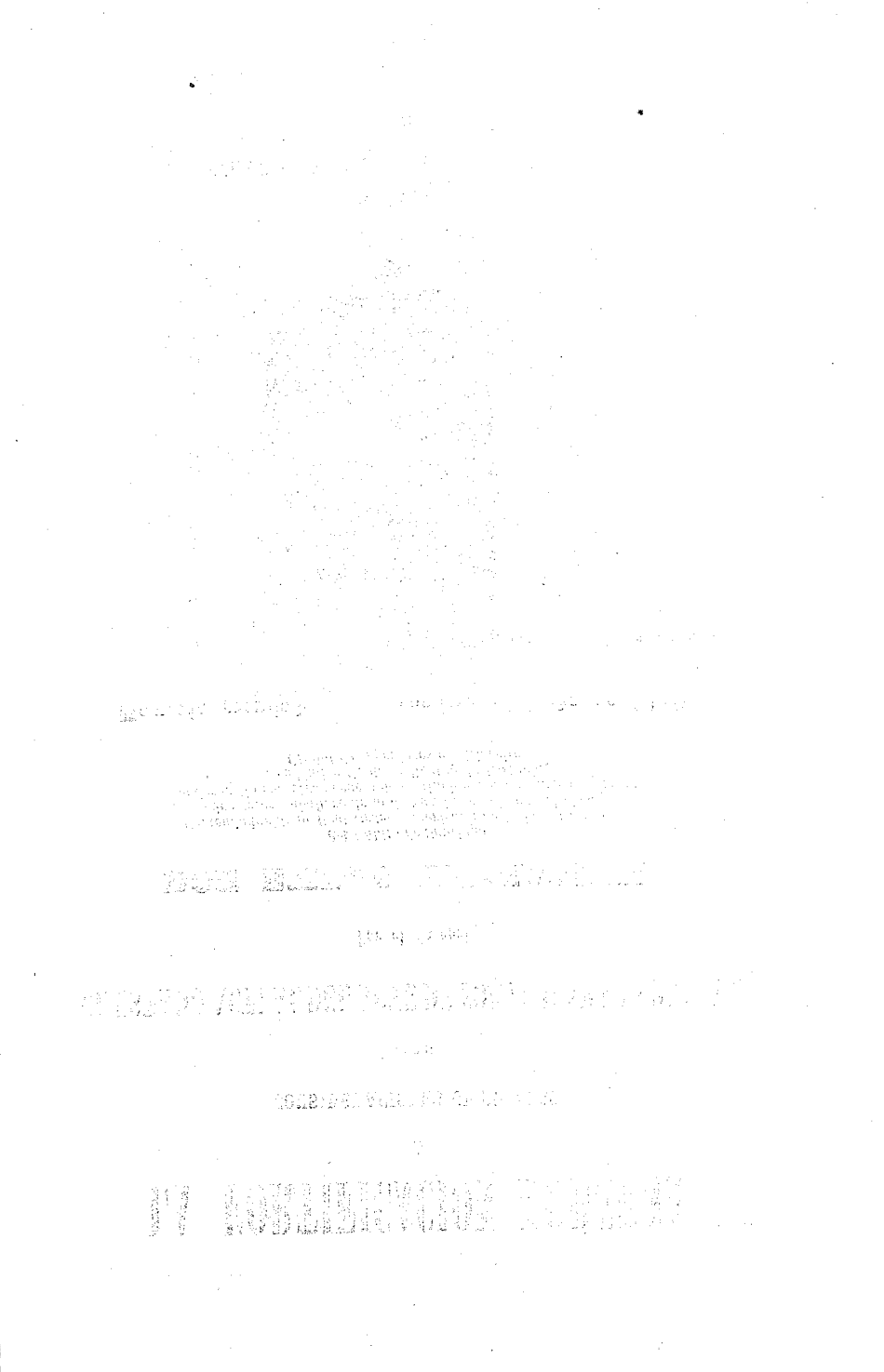
«Errando errando deponitur error.»



MADRID.

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.

1860.



ADVERTENCIA.

A este escrito acompaña un Atlas ó coleccion de cróquis ligeramente trazados y que han parecido suficientes para la fácil inteligencia del texto.

La ciencia de la guerra, como todos los conocimientos humanos, viene desde su orígen caminando lenta pero magestuosamente á su perfeccion, gracias al apoyo que le prestan sus hermanas, á los adelantos progresivos de la industria, á las lecciones casi continuas de la esperiencia y á la constancia en el trabajo de algunos hombres de claro ingenio amantes del estudio, entusiastas por la carrera de las armas y capaces de estimar en lo que valen el renombre y la gloria, alta pero única recompensa, generalmente hablando, del mérito verdadero. Tambien sucede que en momentos escogidos de la vida del mundo aparecen esos gigantes de entendimiento superior, quienes por la elevacion de sus ideas, profundidad de sus pensamientos y valentía de espresion, hacen que la ciencia adelan-

te en solo un dia el espacio que no lograron hacerle recorrer con sus esfuerzos sucesivos ó simultáneos, aunque comunmente provechosos, muchas inteligencias reunidas.

Desde la natural, la inevitable alteracion ocasionada por la invencion de la pólvora y su aplicacion á la guerra á principios del siglo XVI en el arte de fortificar, objeto principal, ó por mejor decir, resultado único de los estudios que abraza lo que se entiende por ciencia del ingeniero militar, la forma y organizacion de las obras de defensa fué paulatinamente esperimentando mejoras de corta importancia, hasta la aparicion del célebre ingeniero Vauban, en el último tercio del siglo XVII; de aquel héroe de sitiar las plazas como le llama Zastrow, quien al imaginar el uso de las paralelas é inventar el tiro á rebote, imprimió un carácter nuevo á la guerra de sitios y alteró visiblemente los principios que sirvieran hasta entonces de fundamento al ataque y á la defensa de los puntos fuertes.

La multitud de fortificaciones que levantó de nuevo y las notables mejoras que introdujo en las ya construidas, despues de enriquecer el tesoro de su imaginacion con una larga esperiencia de la guerra en que figura ya como sitiador, ya como sitiado, le grangearon una reputacion europea; sus trazados llegaron á considerarse como la perfeccion del arte, asi que, desde su tiempo, todas las plazas, todas las posiciones militares de importancia se fortificaron de una manera análoga y, por decirlo asi, sistemáticamente, sin mas variaciones que aquellas que en cada pais y en cada caso particular exigia la configuracion del suelo, su naturaleza y otras consideraciones militares. Pero al comenzar la segunda mitad del siglo XVIII,

otro General francés, hombre de genio y militar esperimentado, declara con asombro de los innovadores mas atrevidos, imperfectos y aun perjudiciales la mayor parte de los principios de defensa que hasta allí se tuvieron, no solo como buenos, sino como únicos é inmejorables, y se dispone á reemplazarlos con otros de diversa índole, de carácter distinto. La sola publicacion de sus escritos amenaza un trastorno completo en el arte de fortificar las plazas, y por esto, y como acontece siempre en circunstancias análogas, encontraron sus ideas una fuerte y violenta oposicion. En su pátria con especialidad le hicieron una guerra encarnizada é injusta desde que las pasiones, que ofuscan la razon mas clara, tomaron parte en ella; pues hasta se llegó á proclamar por persona tan competente como el General de Ingenieros Fourcroy, que toda proposicion que tendiera á introducir mejoras en el arte era una prueba cierta de la ignorancia de su autor, pues nada se hallaria mejor que el método de Cormontaigne (que corrigió á Vauban). Estas y otras heregías científicas se escribieron y de una manera destemplada contra el inventor de la fortificacion perpendicular, el cual á su vez rechazó con energía y poco comedimiento los términos duros con que le calificaron sus antagonistas. El mismo célebre Carnot tuvo en un principio por absurdos los proyectos de Montalembert; pero algunos años despues y aleccionado sin duda por la esperiencia, no solo adoptó várias de sus principales ideas, sino que llegó á escribirle disculpándose de haberle criticado y diciéndole: «Dejad al tiempo madurar las ideas; que os baste por ahora el convencimiento de que vuestra teoría será muy pronto la base de nuestro sistema defensivo.»

Esta oposicion de los ingenieros franceses ¿sería, como se ha dicho, porque Montalembert no pertenecia al espresado Cuerpo, ó porque sus ideas sorprendieran por su originalidad, es decir, por ser tan nuevas que debiera prudentemente recelarse de ellas no estando sancionadas por la práctica, ó por que en efecto podian á todas luces calificarse de absurdas? La buena razon se resiste á creer lo primero; la historia demuestra que no es exacto lo segundo, y la esperiencia niega lo tercero.

Tambien se ha querido suponer que la oposicion tenia el particular objeto de no desacreditar las muchas plazas de guerra que en Francia habia, construidas todas con sujecion á los principios de la fortificacion abaluartada. Los telégrafos eléctricos debian á su vez desacreditar á los ópticos, y sin embargo, y á pesar del informe desfavorable del Comité de artes y manufacturas de Francia (1), no por eso dejaron de aplicarse desde el momento en que se reconoció su superioridad: la misma observecion pudiéramos hacer respecto de los caminos de hierro y de los buques de vapor. Lo que pone el sello del des-

---

(1) Por el Ministro Secretario de Estado en Francia se decia en 31 de octubre de 1836 al inventor del telégrafo eléctrico: «El Comité, despues de haberse enterado de los medios y procedimientos que proponeis, es de parecer que ellos (los telégrafos) *no podrán nunca* aplicarse en grande..... En este supuesto (continúa) ya comprendereis que no hay para qué ocuparse mas largo tiempo del sistema (Telegrafía eléctrica) objeto de vuestra Memoria.»

Del mismo modo Thiers y Arago, con otras eminencias científicas, calificaron de imposibles los primeros proyectos de caminos de hierro en Francia, y señalaron á sus autores como *visionarios*.

Foulton presentó al Cónsul Napoleon Bonaparte una Memoria sobre la invencion de los buques de vapor. Esta Memoria se remitió al Instituto de Francia, y este declaró, *que le prétendu inventeur n'etait qu'un exalté fantasque*. Doce años despues, hallándose el ya Emperador en el Northumberland, al ver cruzar un vapor, esclamó con despecho: *Fiez-vous donc aux savants!*

crédito á las plazas, es la consideracion de que su valor defensivo no esté en armonía, no aumente, á medida que crecen y se desarrollan los medios de ataque.

Pero sea la causa la que fuere, el hecho es, que los ingenieros franceses juzgaban preferible á todos el método abaluartado segun se hallaba en aquella época, es decir, á la altura que lo habia colocado la escuela de Meziéres, y sobre él estudiaron y en él introdujeron reformas, algunas escelentes, hombres como Chasseloup, Dufour, Noizet, Haxo y Choumara; y sin duda por este empeño en conservar á toda costa la forma abaluartada, háse convenido en llamar á este género de trazado **FORTIFICACION FRANCESA.**

En Rusia, en Inglaterra, en Suecia, en Holanda, en Bélgica, en los Estados-Unidos y en España, no ha sucedido así; pues en todos estos paises se ven hoy construcciones modernas y proyectos que se fundan en los principios emitidos por Montalembert; pero donde realmente se vieron estos acogidos con afán, fué en Alemania; allí, trascurridos apenas diez y seis años despues de la muerte de aquel General, acaecida en 1799, comenzaron á ejecutarse grandes obras con arreglo á sus ideas; por eso á su manera de fortificar se la denomina **FORTIFICACION ALEMANA.**

No hace muchos años que se decia tambien fortificacion **ESPAÑOLA, ITALIANA Y HOLANDESA.** La base de todas era la simple combinacion de los dos baluartes unidos por la cortina; pero se distinguia la primera en que sus ángulos flanqueados eran mayores de 90° y sus líneas de defensa rasantes; la segunda en que eran agudos aquellos ángulos y los baluartes tenian segundos flancos, y la tercera en que los mismos án-

gulos salientes eran rectos para los polígonos de mas de ocho lados. Hoy podemos decir que no existen mas que las dos denominaciones de que hemos hablado, es decir, las de fortificacion **FRANCESA** y **ALEMANA** (1).

Pues aun estos dos adjetivos que califican ó caracterizan dos métodos generales de fortificar, han sido una de las causas, y lo son todavía, de que el arte no haya llegado á la altura que debiera en vista de lo que han progresado otros ramos del saber relacionados con él; tanto influye á nuestro parecer, esa rivalidad establecida entre dos paises grandes y militares; rivalidad siempre perjudicial cuando consiste en llevar una misma cosa por dos caminos distintos con propósito de disputar constantemente cuál es el mejor; siendo así que, bajo el punto de vista de la ciencia, único verdadero, la del ingeniero no puede tener mas que un objeto, el **DE FORTIFICAR**, y un nombre, el **DE FORTIFICACION, ANTIGUA Ó MODERNA** segun la época en que de ella se trate.

Solo deslumbrados por un celo intempestivo en favor de su pátria y de sus hombres distinguidos, pueden sostener los ingenieros franceses el *non plus ultra* del trazado abaluartado, y negar las ventajas que ofrecen los fuegos cubiertos, la buena aplicacion que pueden tener las llamadas obras independientes, etc.: del mismo modo que los alemanes se equivocarian grandemente mirando con desden cuanto ha producido el in-

(1) Es cosa singular que se llama *fortificacion moderna alemana* á la que se debe á un general francés, y *francesa* á la que tuvo su origen en España ó en Italia. (Véase Valera y Limia).

Verdad es que al mundo que descubrió Cristobal Colon, le impuso su nombre Américo Vespucio.

genio francés en esta materia, y desechando por completo y en todas ocasiones la forma abaluartada, negando la bondad de las disposiciones de Haxo para cubrir la artillería, el uso muchas veces conveniente de los glacises interiores, y otras felices disposiciones adoptadas por la moderna escuela francesa.

Por fortuna, así en Francia como en Alemania segun mas adelante veremos, se va reconociendo que por ser uno el arte y uno el problema que trata de resolver, deben caber dentro de su órbita todos los principios buenos de defensa, sean de la escuela que fueren. A esta reunion de estos principios al parecer opuestos, cuyo desarrollo principió con nuestro siglo, es á lo que nosotros llamamos **FORTIFICACION MODERNA**: acerca de ella hemos hecho algunos estudios; y como al consignarlos en estas páginas nos dirigimos muy especialmente á nuestros compañeros de arma, suprimimos desde luego toda descripcion detallada de las muchas maneras de fortificar que se han inventado y que son de todos conocidas, así como los planos que darian mucha luz al escrito; para hacer otra cosa y presentar un trabajo mas completo, nos falta inteligencia, tiempo y recursos materiales. Solo indicaremos como de paso, lo que baste á nuestro propósito de demostrar la necesidad de que los llamados **SISTEMAS** aleman y francés se confundan enlazando los fundamentos en que se apoyan, cediéndose recíprocamente sus buenas propiedades para que el arte alcance la deseada perfeccion, volviendo su perdida importancia á la guerra de sitios, á la ciencia del ingeniero militar.

Se nos dirá que la combinacion perfecta, que la fusion, por decirlo así, de elementos que parecen discordes es imposible ó muy difícil por lo menos; no debe serlo, sin embargo, toda

vez que, como ya hemos dicho, concurren al mismo fin. Lo verdaderamente difícil es el sofocar los arranques del amor propio que las naciones tienen como los individuos, y que para aquellas como para estos es comunmente la causa de grandes hechos; pero que en materias de estudio y provecho universal es preciso sujetarle dentro de ciertos límites, y aun prescindir de él y sustituirlo por el amor á la verdad, cuyo descubrimiento es el primero, el único objeto de todas las ciencias.

CAPITULO PRIMERO.

Montalembert.—Sus proyectos.

Toda la teoría de Montalembert se reasume en la proposicion siguiente: «los adelantos de la artillería y la invencion de las paralelas han dado al ataque de las plazas de guerra una superioridad decidida respecto de la defensa; acumulando, pues, en aquellos puntos de una posicion fortificada mas espuestos á los ataques, es decir, en aquellos en que ha de verificarse una lucha decisiva de cañon á cañon, tal cantidad de piezas de artillería que por su número y disposicion puedan impedir ó entorpecer la marcha de la zapa y el establecimiento de las baterías de brecha y contrabaterías, conseguiremos levantar el valor de la defensa á la altura del ataque.»

Mas para sacar de esta artillería todo el partido posible

conservando su accion hasta el último momento, necesario es preservarla de los fuegos que en todas direcciones puede lanzar contra ella el sitiador, el cual goza del privilegio de situarse donde lo juzga mas conveniente á su intento; del mismo modo que es indispensable atender á la custodia de las municiones que el servicio de aquella requiere, y amparar á las tropas que han de servirla y á las que han de protegerla.

El elemento principal de que se sirve Montalembert para satisfacer tales condiciones, es el uso de las casamatas, ó sea las construcciones de mampostería hueca.

Pero de introducir estas en la traza abaluartada tal como en su tiempo existia, resultaba un gasto enorme para los frentes y un aumento considerable de guarnicion para la plaza. Esto, que lo reconoce Montalembert y sus partidarios, nos dispensa de ocuparnos en la manera con que procuró aplicarlas á aquellos frentes. Lo verdaderamente notable del pensamiento suyo son los trazados que inventa y con los cuales se propone reemplazar con ventaja al abaluartado, despues de enumerar los defectos de que este adolece; defectos que sinó fué el primero en descubrirlos, lo fué en esplanarlos decidida, franca y ordenadamente.

Segun él, en un frente abaluartado (**LÁM. I, FIG. 1**), el espacio comprendido entre los flancos y la cortina es enteramente perdido para la defensa y para la capacidad interior de la obra; porque la tenaza que lo ocupa, no tiene defensa propia, y está dominada por todas las obras esteriores sobre las cuales puede establecerse el sitiador.

—La media luna no ampara bien el frente que procura cubrir, y á causa de lo imperfecto de sus comunicaciones con el recinto principal, no puede ser defendida con energía.

—Todas las baterías del sitiador ofenden á los baluartes de várias maneras; con fuegos directos, por elevacion, de enfilada, y aun tomando de revés los flancos por medio de los rebotes y fuegos curvos tendidos.

—Estando descubierta toda la artillería de la plaza, la destruye el sitiador pronta y fácilmente desde sus primeros alojamientos.

—En el frente abaluartado no es posible emplear con eficácia el alcance total del fusil, porque, cuando las caras opuestas de los dos baluartes de un frente están defendidas por los flancos, se verifica sobre la capital del mismo un cruzamiento de fuegos perdido para la defensa.

—La cortina, la línea mas larga de la fortificacion abaluartada, apenas contribuye á la defensa; es, pues, perdido el dinero que en su construccion se invierte.

—Los atrincheramientos permanentes que pueden establecerse en la gola de los baluartes, son muy pequeños para darles flancos de una estension suficiente.

—Los flancos de los baluartes contribuyen poco á la defensa. Sus parapetos son destruidos casi completamente por las baterías del sitiador. Sus fuegos de fusilería no son bastantes para contener los trabajos de aquel, y confirma la esperiencia que no son de efecto alguno para oponerse al paso del foso.

—El establecimiento de la brecha en un simple recinto abaluartado, trae consigo la rendicion de la plaza.

—La guarnicion de la plaza carece absolutamente de abrigos durante el sitio.

En cuanto á las obras esteriores, dice Montalembert, aumentan considerablemente el gasto de la construccion de una plaza, exigen una guarnicion numerosa, y no pueden recibir un apoyo eficaz del recinto principal hallándose todas colocadas del otro lado del foso, porque no tienen comunicaciones cómodas y seguras con aquel, y porque el fuego con que los parapetos de la plaza intenten protegerlas es mas bien un motivo de espanto para su guarnicion que un apoyo real y verdadero, toda vez que el soldado colocado detrás de dichos parapetos envia sus fuegos, especialmente de noche, á la gola de aquellas obras lastimando á sus mismos compañeros; y úl-

timamente, el sitiador se apodera de ellas sin grandes esfuerzos destrozando con el fuego de sus morteros y obuses la artillería que montan y la guarnicion que las custodia sin tener un espacio cubierto en que cobijarse.

Este exámen crítico de las cualidades de un frente abaluartado obligaron al autor de quien nos vamos ocupando, á variar la disposicion de sus líneas y su organizacion, estableciendo los siguientes principios:

1.° Un flanco grande vale mas que otro pequeño.

2.° Un flanco preservado por casamatas del efecto de la caida de las bombas, vale mas que otro flanco descubierto.

3.° Una batería al descubierto de cuatro ó cinco piezas como las de brecha ó las contrabaterías enemigas, no ha de poder destruir otra batería acasamatada dos veces mas fuerte; esta será la que desbaratará á aquella.

4.° El medio mas seguro de conservar el valor defensivo de una muralla es el de destruir las baterías enemigas que deban batirla en brecha; y los muros mejores son aquellos frente á frente de los cuales no puede instalarse una batería.

5.° Una fortificacion será tanto mejor cuanto, á proporcion, abrace mayor espacio interior.

Veamos ahora los trazados que el autor propone para evitar el caer en los inconvenientes que atribuye al abaluartado:

1.° Reconocidas como obras inútiles y costosas la tenaza y la cortina, las desecha, y prolonga las caras de los baluartes hasta unirlas á los flancos, que prolonga tambien, del reducto de la media luna; de cuya disposicion resulta, que trasportada la defensa principal del frente, de los flancos de los baluartes al centro del lado del polígono, las líneas de defensa son mucho mas cortas y la cantidad de fuegos que pueden acumularse en esta obra central es mayor que la reunida en los flancos, por el gran emplazamiento que resulta ahora para la artillería.

De esta manera trazó el frente **ATENAZADO**, llamado tambien **PERPENDICULAR** porque sus ángulos entrantes son de 90°.

2.° Convencido de la ventaja de agrandar el lado del polígono y de evitar el rebote de las líneas de la fortificacion, de disminuir los entrantes de un frente y de confiar la defensa de este á una gran caponera ú obra principal armada de abundante artillería y situada en el gran foso, varía en cierto modo la traza anterior, y aparece la fortificacion **POLIGONAL.**

3.° Pero observando despues que para dar colocacion á sus numerosas baterías cubiertas disminuyendo en lo posible el desarrollo de obras, convenia abarcar gran espacio con el menor perímetro, y que todos los puntos de este tuviesen una fuerza igual, propone la traza circular para el recinto, y presenta su fortificacion **CIRCULAR.**

4.° Por último, considera el conjunto de las obras que constituyen una plaza de guerra en el caso mas general de un pais accidentado; estudia el medio de reforzar aquellas de manera que resulte un trazado mas simple y menos costoso; intenta apoderarse de todos aquellos puntos que dominen á la posicion ó que en cualquier otro concepto sean perjudiciales al sitiado; propónese como principio el de alejar mas los ataques para librar á la ciudad murada de los horrores de un bombardeo, y se fija en el método de los fuertes aislados, que, por lo mismo que no pueden en ocasiones recibir un apoyo eficaz y activo de la plaza, tienen que defenderse por sí mismos como se propone conseguirlo con sus proyectos de obras independientes; y en el gran espacio que várias de estas abrazan y protegen, descubre su utilidad para el establecimiento de grandes campos atrincherados.

Digamos cuatro palabras sobre estos nuevos trazados de los cuales ha desaparecido el baluarte, la mejor, como dice Mr. Mangin, de las obras de defensa.

Fortificacion atenazada ó perpendicular.

Su gran fuerza defensiva consiste principalmente: 1.° en sus numerosas casamatas que abrigan una cantidad estraordinaria de piezas de artillería dispuestas de tal manera, que unas flanquean los fosos y las caras de los redientes inundando de fuegos los aproches, y otras se reservan para el último período de la defensa como son las de las torres ó últimos atrincheramientos de la plaza; 2.° en las galerías aspilleradas de que solo puede apoderarse el sitiador por partes; 3.° en los cuatro recintos que se forman separados y bien protegidos por anchos fosos, de los cuales el principal se defiende por si mismo; 4.° en la abundancia de comunicaciones seguras que enlazan las obras de ambos lados del foso, y 5.° en la proteccion que da á las tropas y á las municiones de toda especie la multitud de abrigos á prueba de que dispone.

Se ha dicho que este método exige crecidas sumas ocasionadas por sus grandes obras de mampostería; que en un ataque por sorpresa el enemigo penetraria en las casamatas por las cañoneras; que los muros de máscara que cubren á estas son muy débiles y fáciles por lo tanto de ser destruidos; que esta destruccion se verificará desde que el sitiador establezca sus primeras baterías, es decir, desde larga distancia; y finalmente, que en las casamatas no podrá servirse la artillería á poco de empezar el fuego porque el humo sofocará á los artilleros.

A nuestro juicio, todas estas objeciones son fundadas; aunque no sean bastantes para desechar el trazado por completo, puesto que no son defectos irremediables como se vé

cuando, sin pasion, se los estima en su justo valor. Ciertamente que produce gastos crecidos la fábrica de tanta bóveda y la reunion y servicio de tanta artillería; pero estos se compensan con el ahorro que se hace de terraplenes, de cuarteles y de almacenes y depósitos á prueba de bomba. La posibilidad de que el enemigo penetre por las cañoneras (operacion casi irrealizable en la práctica, supuesta la debida vigilancia) se evita cerrándolas con una reja ó valiéndose de otro medio cualquiera en tanto que no sea necesario que entre en juego la artillería.

De las tres últimas objeciones, mas adelante tendremos ocasion de hablar.

Fortificacion poligonal. (LÁM. I, FIG. 2.)

Bajo el punto de vista económico, se ha visto que es superior á la fortificacion abaluartada y aun á la perpendicular, por el menor desarrollo de terraplenes á igualdad de espacio interior, y porque la posicion de la gran caponera defensiva permite aumentar la longitud del lado del polígono, lo que disminuye siempre el desarrollo del recinto (1). En estos grandes fuertes quedan los salientes separados de 550 á 580 metros, lo que obliga al sitiador á dar mucha mas estension á sus trabajos de ataque, estension casi doble de la que bastaria para embestir un fuerte abaluartado. Los varios pisos de sus obras acasamatadas facilitan la colocacion á cubierto de una nume-

(1) La parte de la izquierda de la figura representa esta fortificacion *simplificada*. Montalembert supone fosos llenos de agua; pero nada dice de variar el trazado cuando el terreno no permite sinó fosos secos.

rosa artillería, y por último, su traza es sencilla y adaptable fácilmente á todos los terrenos.

Los opositores de Montalembert dicen que hay en ella muchos cuerpos de casamatas que, por estar descubiertos y servir de blanco á las baterías enemigas, serán destruidos por fuegos directos desde que se establezca y arme la primera paralela; que el servicio de tanta artillería exige gastos enormes; que la posicion de la gran caponera es desfavorable y muy crítica la de su guarnicion, siendo así que esta obra es la mejor y de mayor defensa.

La primera objecion nos parece muy fundada desde el momento en que supongamos terminada la construccion de las baterías del sitiador; pero fijando un poco la atencion en la gran masa de fuegos que la plaza puede enviar sobre los puntos en que aquel debe construirlas, es fácil imaginarse lo sangriento de tal operacion, y las consiguientes pérdidas que tendrá el enemigo en personal y material para realizarla. El gasto, con efecto, es grande si han de artillarse todas las casamatas, y no corto el que ocasionarán el acopio de las municiones y la construccion de almacenes para custodiarlas; pero la razon natural dice, que para venir contra una de estas plazas hay que arrastrar un parque inmenso, operacion costosa y difícil. La situacion de la caponera central, suponiendo construidas las baterías de brecha y contrabaterías que la cogen entre sus fuegos, es efectivamente desfavorable; y los proyectiles que penetren por las cañoneras de uno de sus flancos tomarán de revés las casamatas del opuesto.

Fortificacion circular.

Todos los puntos de su recinto disponen de una fuerza igual; y por sus elevados cuerpos de cinco y seis pisos de casamatas,

puede concentrar fuegos abundantes sobre los trabajos de ataque. Su forma curvilínea preserva bastante á los terraplenes de los efectos del rebote, uno de los recursos mas terribles del sitiador.

Se atribuyen á este método varios defectos; pues se dice que el enemigo desde sus primeros alojamientos descubre y bate en brecha los altos lienzos de muralla que presentan por todas partes un blanco de 10 metros de alto por mas de 300 de estension horizontal; que una vez derribados los muros de máscara, como no habrá medios prontos de reemplazarlos aunque sea provisionalmente, quedará sin fuegos el frente que se ataca, y esto producirá en la guarnicion gran desaliento por considerar que, si tal daño ocasiona el enemigo desde sus primeras posiciones, no ha de ser menor el que haga cuando aproxime sus ataques; que si bien el derribo no será sino de la parte alta del recinto, los escombros, al caer, cegarán las cañoneras de los pisos inferiores haciendo imposible el fuego de sus casamatas; que el fuego simultáneo de tanta batería colocada en varios pisos, hace padecer mucho á las bóvedas y compromete la estabilidad de la obra; y por último, que este género de fortificacion es costosísimo.

Confesamos que tales observaciones nos parecen muy atendibles y que han adquirido mayor fuerza desde que la esperiencia ha demostrado la posibilidad de abrir brecha con fuegos directos en un muro de mampostería descubierto, desde la distancia de 600 metros. Cierto es que debe ser muy grande y de penoso trasporte, el tren que se verá obligado á conducir el sitiador para contra-batir la numerosa artillería que esta fortificacion presenta en cualquier seccion de su recinto; es seguro que la construccion de las zapas y baterías bajo el poderoso fuego de la plaza ha de ser sangrienta y de difícil logro; pero como ni una ni otra cosa serán al cabo irrealizables, terminadas que sean, esos lienzos acasamatados vendrán á tierra en un plazo mas ó menos largo.

Respecto del coste, Montalembert demuestra sin exagerar sus cálculos, que un cuadrado abaluartado que abrace una estension igual á la que envuelve un recinto circular, exige 34.000 toesas cúbicas de mampostería mas que este; de manera que aun cuando se aumentase el espesor de los muros de máscara para corregir el principal defecto que se atribuye á sus casamatas, aun resultaria ventaja en preferir su fortificacion circular.

Mandar en su obra *Arquitectura de las fortalezas*, presenta el siguiente cuadro comparativo entre un proyecto de recinto circular, el de Neuf-Brissac y el de Vauban perfeccionado por Cormontaigne.

	Neuf-Brissac.	Cormontaigne.	Montalembert.
Espacio interior. .	35.362 toesas	35.362 id.	80.280 id.
Mamposteria de un frente (¼ del desarrollo total de las obras)	7.781	6.925	5.175
Terraplen.	36.683	30.000	»
Artillería á descubierto.	285 (1)	248 (1)	»
Artillería á cubierto. . .	10	4	632 (2)

(1) La mayor parte es divergente.
(1) Convergente sobre cada punto á 200 toesas de distancia.

Obras independientes.

Estas obras proporcionan á un corto número de tropas abundantes armas para defenderse, alojamientos á prueba, almacenes seguros, etc. Sus fuegos cubiertos y sus reductos de mampostería tienen una gran fuerza defensiva, en términos que, para conquistar estas obras, el enemigo se vé obligado á verificar un sitio en regla con toda la lentitud y el cuidado que tan delicada operacion requiere; así es que son utilísimas, ya formen parte de las obras de defensa de una plaza, ya como obras aisladas para conservar un punto interesante ó apoyar una retirada.

Cuando varias de ellas colocadas en defensiva recíproca forman un cordon en contorno de una plaza ocupando los puntos peligrosos para esta, ofrecen varias ventajas: 1.° El recinto de aquella puede ser sencillo en vista de que dichas obras harán el principal papel en la defensa lejana, obligando al sitiador á comenzar sus trabajos de ataque á una distancia mucho mayor y fuera del alcance de cañon de la plaza, alejando de esta los efectos de un bombardeo; ventaja de mucha consideracion tratándose de poblaciones fabriles, depósitos de comercio, arsenales marítimos, etc. 2.° Abrazan un gran espacio de terreno que no es otra cosa que un gran campo atrincherado en el cual pueden maniobrar las tropas con desembarazo y seguridad, y acudir con presteza á las obras atacadas para reforzar sus guarniciones ó desalojar al enemigo de las trincheras; en él tambien se consigue un refugio para el ejército batido, etc.

Si en vez de una línea de fuertes se colocan dos, las ventajas defensivas del conjunto crecen, los ataques se alejan aun mas

del recinto; la fortificacion de este puede ser mas sencilla; el bombardeo de la plaza imposible hasta que el sitiador con la conquista de dos ó tres obras contiguas se haya procurado un camino seguro para venir sobre ella. El espacio que de esta manera se ampara, es tan grande, que para fortificarlo con recinto continuo (1) habrian de hacerse gastos enormes y emplear en su defensa todo un ejército.

En cuanto al perfil de la fortificacion, Montalembert, por regla general, destaca las escarpas de los terraplenes y apoya en ellas el cuerpo de sus casamatas. Cuando no hay casamatas, el talud esterior no revestido, continúa hasta el fondo del foso que lo separa de dicha escarpa destacada.

(1) Asi establecia Vauban sus campos atrincherados.

CAPITULO II.

Poca novedad de las ideas de Montalembert.

Si los proyectos del General francés de quien nos vamos ocupando hubieran sido acogidos en Francia como lo fueron por los ingenieros alemanes y aun por los de otras naciones, el arte de fortificar las plazas hubiese tal vez llegado á la deseada perfeccion; porque las eminencias militares de todos los países, al seguir una marcha acorde en sus estudios, supuesta la misma base, habrian, con la probable conformidad de sus conclusiones, conseguido aquel resultado. Por desgracia no ha sucedido asi. Y es conveniente, sin duda, que cuando se presentan innovaciones del tamaño de las de Montalembert, cuando estas sean verdaderas novedades, se vaya con mucho pulso al admitirlas antes de alterar ó de desechar por completo todo lo que

hasta entonces se hubiese estimado como bueno. Pero, las ideas de aquel General ¿son efectivamente nuevas? ¿era la primera vez que aparecian en el campo de la ciencia? ¿tan desconocidos eran los principios que proclamó? Nada menos que eso.

El uso de las mamposterías huecas, es muy antiguo. Las encontramos en las torres y cortinas de las primeras fortificaciones del mundo, y aun las destinadas á cubrir las armas de los defensores para que estos puedan batirse á cubierto, es decir, las verdaderamente llamadas casamatas, se emplearon hace mas de seis siglos, y aun pudiéramos decir desde Arquímedes. Ejemplos muy notables de esta verdad nos ofrecen los castillos de Niebla y de Sanlúcar de Barrameda en nuestro país; la defensa inferior de ambos estriva en su sistema de casamatas, que no son obras aisladas, sino verdaderas baterías cubiertas establecidas en el macizo de la muralla análogas á las casamatas modernas. La **FIG. 2, LÁM. III**, representa el perfil de una bóveda del segundo de los castillos mencionados, fundado en el siglo XIII, y la **FIG. 1** otro del castillo de Niebla de fecha anterior (1).

En Italia se construyeron tambien en 1496; las intrudujo Alberto Dürer en su trazado poligonal muy semejante por cierto á las de Montalembert, y tambien en 1506 las empleó el ingeniero Pallavicini en sus **CAPONERAS.**

En los proyectos de Alghisi da Carpi (1570) se ven flancos acasamatados.

Speckle en 1589 decia, que las galerías acasamatadas eran indispensables á la defensa baja de los fosos. En el siglo XVI se veian en las plazas de Kustrin, Spandau y Peitz numerosas casamatas. El mismo Vauban á fines del siglo XVII las introdujo en las torres de sus baluartes y recomendaba su uso; en el castillo de Toreau, situado en la rada de Morlaix en Bretaña, las construyó abiertas enteramente por la espalda.

---

(1) *Resúmen histórico del arma de Ingenieros* (Varela y Limia).

El ingeniero español Fernandez de Medrano las proponia en la misma época; y por último, desde principios del mismo siglo hasta fines del siguiente, se aplicaron las casamatas para artillería en muchas plazas y puntos fortificados, como en San Sebastian, Fuenterrabía, Ceuta, Denia y Menorca en nuestro país, y fuera de él en Alejandria, Charlemont, Besançon, Aix, Luxemburg, Landau, Neuf-Brissac, Magdebourg, Breslau, Glatz, Gandentz, Beis, Casel, Schweidnitz, Silberg, Dusseldorf, Vesel, Wurtzbourg y Silberbergs, y otros puntos.

Glasser, escritor aleman, publicaba en 1728 un método de fortificar, y lo mas notable de sus proyectos son los perfiles, revestidos unos, otros á medio revestir, y otros, en fin, con casamatas defensivas bajo el cuerpo de plaza.

Herbort en 1734, presenta un trazado con casamatas en abundancia, y una série de **CUARTELES DEFENSIVOS** establecidos como últimos atrincheramientos.

En los proyectos de Augusto II, Rey de Polonia (1737), se ven cuarteles defensivos con tres ó cuatro pisos en bóvedas de casamatas.

Gustavo Adolfo, que tanto contribuyó á realzar el ejército sueco, inventó una fortificacion circular en la cual entran á formar parte torres de mampostería con bóvedas para la defensa, y Rook, Colberg y otros, las recomiendan tambien. Virgin, en 1781, las emplea hasta con profusion en sus trazados, estableciéndolos bajo el principio de la necesidad de fuegos cubiertos y de revés en vista de que la violencia del ataque era un efecto de la perfeccion á que habia llegado en su tiempo el arma del artillero.

Otros y otros ejemplos pudiéramos citar; pero basta con lo espuesto para convencerse de lo antiguo de las construcciones huecas, y del aprecio que en todas épocas y entre militares ilustrados ha merecido este género de defensas.

Respecto de las formas del recinto, Alghisi da Carpi, arriba citado, propuso en 1570 doblar las cortinas por su medio hácia

el interior, de cuya disposicion resultó evidentemente una série de entrantes y salientes; un trazado atenazado. Westmuller publicó en 1685 un método de fortificar cuyos frentes son atenazados, y Landsberg, á principios del siglo último, propone otro semejante haciendo la siguiente observacion: que, sin embargo de ser el flanco la línea mas importante en un frente abaluartado, puesto que de él sacan su defensa la cortina y las caras, es la mas pequeña de todas siendo así que deberia tener la mayor longitud posible. Esta observacion le conduce á preferir el órden atenazado, que no es otra cosa que una série de grandes flancos.

Antes de estos dos últimos autores, que son los mas conocidos, habian ya presentado sus proyectos de frentes atenazados Dillichs en 1640, Griendel en 1678, Blondel en 1683, y despues Suttingen en 1696 y Glasser en 1728.

Si estos ejemplos tenemos de fortificacion atenazada, no son menos interesantes los siguientes de la poligonal, aplicada ya por Alberto Dürer sobre el cuadrado.

El Teniente Coronel de Ingenieros español D. Félix de Prosperi en su obra *La gran defensa* que publicó en 1744, propone una fortificacion cuyo trazado por ser notabilísimo á nuestro juicio, lo indicamos ligeramente en la FIG. 1, LÁM. II. Aquí los flancos, lo mismo que en el frente poligonal, no defienden recíprocamente las caras de los baluartes colaterales; defienden solamente las caras de los revellines únicas obras esteriores (con contraguardias en el órden reforzado) que el autor admite, recusando absolutamente todas las demas, por ser escesivo el gasto de su construccion, y la guarnicion que necesitan. Los revellines son aquí los que defienden las caras de los baluartes.

Por esta disposicion, la longitud del lado del polígono esterior llega á 885 varas ó sean 740 metros próximamente.

«Los flancos de un fuerte abaluartado ordinario, dice el autor, ostentan una admirable defensa, porque descubren la

campaña, y esto á mi parecer es lo peor que tienen, por ser los mismos forzosamente vistos, y por consiguiente contrabatidos, como acontece.»

En los salientes del espacioso camino cubierto se ven traveses acasamatados con bóvedas para reunion de tropas, y galerías aspilleradas.

Se ven casamatas en el revés del orejon (1) y en la gola de los revellines; y en el órden reforzado hasta en los flancos. Los flancos bajos *aa bb* son para fuegos rasantes de fusilería; la gran capacidad de los baluartes permite cerrarlos por su gola, bien con una torre, bien con una tenaza ó frente abaluartado que mire al interior, que lo convierte en una especie de ciudadela ú obra independiente.

Por medio de los traveses en el foso, *cc dd*, se asegura la comunicacion desde la plaza al revellin, etc.

LÁM. II, FIG. 2. Otro ejemplo de frente poligonal presenta la plaza del Ferrol; hace cerca de un siglo que construimos allí los españoles una línea de defensa, de esa clase de fortificacion llamada *mista*, compuesta de frentes trazados segun las reglas de la fortificacion poligonal. No podemos dispensarnos de dar en la **FIG. 14** el dibujo de uno de estos frentes, porque la poligonal puede decirse que es la base de la que hoy llamamos alemana.

En cuanto á la traza circular aplicada al recinto, ó á una porcion cualquiera de las fortificaciones de la plaza, recordaremos que Alberto Dürer ideó en 1525 una fortificacion circular, y el español Pedro de Angulo presentó un proyecto

---

(1) En las casamatas establecidas en el revés del orejon, hay montados unos cañones que asoman, para disparar, á la cañonera, montados sobre unas cureñas pequeñas, que tienen un movimiento circular alrededor de un eje fijo en el suelo en el interior de la casamata.

Estas casamatas son defectuosas por lo estrechas y poco ventiladas, sin embargo de que el autor se propone renovar en ellas el aire por medio de un aparato semejante al ventilador de las galerías de mina.

para fortificar á Navarrés, en la frontera de Francia, con unos baluartes en forma de corazon, traza desconocida hasta entonces y semejante á la adoptada modernamente por el ingeniero Bousmard; tambien el prusiano Pischer en 1767 y el francés Cugnot en 1778, nos ofrecen en sus proyectos ejemplos curiosos de fortificacion circular.

Las obras llamadas independientes por la escuela alemana, no son sinó los reductos de la fortificacion permanente, ya muy conocidos y aplicados, á los cuales se les califica de aquella manera por haber acumulado en ellos muchos medios de defensa para que, en su caso, puedan bastarse á sí mismos sin necesidad de la proteccion de la plaza ó de otras obras de fortificacion inmediatas.

Las torres de mampostería de Luxembourg, construidas (dice Merckes) (1) segun unos por los españoles y segun otros en 1682, eran obras que por su importancia pueden considerarse independientes hasta cierto punto, aunque colocadas entre los dos caminos cubiertos de la plaza. El perfil de dichas torres, representado en la FIG. 3, LÁM. II, llama la atencion por los fuegos de revés de sus dobles galerías de contraescarpa, y por sus dos pisos de casamatas para fusilería en el cuerpo de la muralla. Tambien Vauban hizo construir al frente de diferentes plazas reductos semejantes, aunque montaban escasa artillería, y no pueden considerarse capaces de exigir un sitio en regla para su conquista.

El General sueco Sthalswerd propuso en 1753 unos reductos de mamposteria á prueba semejantes á los de Montalembert con capacidad bastante para colocar en ellos gran número de piezas, y dispuestos de modo, que teniendo suficiente defensa alta y baja, podian hacer una defensa vigorosa.

En cuanto al perfil adoptado por Montalembert, es decir, la idea de destacar los muros de escarpa, tampoco es nueva; se

(1) Reductos acasamatados.

vió aplicada en diferentes construcciones, y particularmente y desde hace mucho tiempo en España en las plazas de Denia, Gerona, Fuenterrabía, etc. Por esto dice Laurrillard Fallot (1 que los oficiales franceses dan á esta clase de muros el nombre de **REVESTIMIENTOS Á LA ESPAÑOLA.**

Pero, sobre todos estos datos y otros muchos que nos suministra la historia de la fortificacion, no hay nada mas notable que los curiosísimos párrafos siguientes que estractamos de una obra escrita hace cerca de dos siglos por el ingeniero aleman Jorge Rimpler (1) cuyo talento observador descubrió los principios de la fortificacion moderna en las ruinas de la plaza de Candia, despues de sitiada y tomada por los turcos en 1668 y 1669.

En la *Arquitectura militar*, dice Rimpler, el atenerse á lo consagrado por el uso sin hacer de ello un exámen profundo, es tan perjudicial para los Estados como poco glorioso para los ingenieros. Si muchas de las actuales fortalezas han adquirido celebridad, débenlo á la imperfeccion del arma del artillero y del arte de los sitios; pero estos dos ramos del arte militar han hecho despues progresos importantes, y sin embargo, con ligeras escepciones, el arte de fortificar está hoy como antes estaba. Desde la invencion de los cañones se perdieron de vista las máximas adoptadas por los antiguos, así como las construcciones huecas de mampostería que ellos empleaban. Se prefieren hoy las obras de tierra porque en las de mampostería los proyectiles levantan astillazos de piedra que ofenden á sus defensores, pero en cambio aquellas presentan vários inconvenientes, entre ellos los tres principales siguientes: 1.° La guar-

(1) *Curso de arte militar.*

(2) *Architecture militaire* D'Eickemeyer, Leipzig 1821 (en aleman).—*Historia de la fortificacion permanente*, Zastrow, Leipzig, 1839 (idem.)—Georges Rimpler era sajon, y hombre de distinguidos talentos y militar muy esperimentado. Hallóse en el sitio de Cádiz, Philipbourg, Boun, defendió á Riga, Brema, Dansberg, Nimiégue y Bommel, y defendiendo á Viena contra los turcos en 1695, murió sobre las murallas de la plaza.

nicion y el armamento están cubiertos solamente por su frente; 2.° Facilitan al minador enemigo el establecimiento y progreso de sus ataques; y 3.° No es posible colocar en ellas dos ó mas pisos de baterías. Para remediar estos inconvenientes no hay mas recurso que apelar á las construcciones huecas de mampostería. Estas permiten la superposicion de tres y mas órdenes de fuegos. Cubren á estos y á las tropas sitiadas, no solamente por el frente, sinó por la parte superior, por todas partes. Por último, no basta abrir brecha en ellas, sinó que es preciso destruirlas completamente para privar al sitiado de toda defensa.....

¿Por qué no se ha empleado el material de los muros de revestimiento en construir una série de bóvedas sobre las cuales se hubiesen colocado los parapetos? Con el pretesto de librarse de los astillazos de piedra, se desecharon las mamposterías huecas de las antiguas construcciones cuando no se sabia reemplazarlas con otra cosa que protegiera al soldado contra los peligrosos disparos del pedrero, del mortero y del obus (1).....

Los ingenieros abandonaron aquel género de construccion, porque el humo acumulado en las bóvedas hacia imposible, dicen, el uso contínuo de la artillería situada en ellas; pero la esperiencia ha demostrado lo contrario en el famoso sitio de Candia, poniendo en evidencia las ventajas de las mamposterías huecas..... Es verdad que las estrechas caponeras cubiertas se llenaban pronto y enteramente de humo, lo que era muy penoso para la guarnicion; pero esta circunstancia no llegó á impedir que continuase el fuego que en ellas se hacia, ni sofocó á los artilleros. ¿Escapa el humo de las baterías en los buques de guerra? Solo por evitar alguna incomodidad al pecho y á los ojos, se espone todo el cuerpo al choque de las bombas y á los efectos terribles de las voladuras de minas; se limita el sitiado á disponer de poca artillería para oponerse á la marcha

(1) El rebote no era entonces conocido.

de los ataques, esponiéndose á que los fuegos del sitiador reduzcan bien pronto los suyos al silencio aun cuando los tenga superiores. Es increible disposicion tan mala; la vista del fuego, el ruido de la artillería y la fuerza destructiva de los proyectiles, no han producido otro efecto en la imaginacion de los ingenieros que el de hacerlos pensar en una defensa pasiva, cuando, siguiendo las máximas de los antiguos, les hubiese sido tan fácil el perseguir al sitiador por todas partes y con actividad.....

Toda construccion que tenga por objeto el alojamiento de tropas ó la conservacion de municiones de boca y guerra, debe de estar perfectamente á cubierto de la accion de los fuegos verticales, y dispuesta de modo que sirva de parte constitutiva de la fortificacion.....

La debilidad de las fortalezas existentes no consiste solamente en el abandono de las mamposterías huecas, sinó en la disposicion de las defensas. Los ingenieros reemplazaron con razon al saliente cuadrado ó circular de las antiguas torres, las caras de los baluartes con el fin de que no fuese posible el permanecer delante de estos salientes, ocultos al fuego de los flancos; pero fueron tan generosos en prolongar estas caras, que los baluartes nada tuvieron ya de comun con las torres, sinó el formar la parte avanzada del recinto, pues se les dió una estension tal, que parecian mas bien destinadas á servir de campo de batalla, que á poner á un corto número de tropas en el caso de resistir á una fuerza mayor.....

Los baluartes que deben su magnitud á la longitud de sus caras, son débiles, porque los flancos que los defienden quedan demasiado cortos.....

Los ingenieros tambien, por no fijar bastante la atencion en el terreno sobre el cual puede el sitiador establecer sus ataques, se han detenido mucho en la determinacion de ciertas líneas y ciertos ángulos, así como en las relaciones entre estos y aquellas. En desacuerdo sobre los principios y máximas que

poseian, han disputado por cosas bien insignificantes, descuidando los dos puntos de mas importancia, á saber: proteger á la guarnicion contra el fuego del sitiador, y oponer á este por todas partes un fuego superior..... Colocando los baluartes sobre el medio del lado del polígono, se consigue para el recinto principal la ventaja de la doble tenaza, porque la fortificacion con baluartes en los ángulos no ofrece, en cada polígono, mas que una sencilla y muy abierta tenaza, y la doble será producida por la trasposicion del revellin ó media luna. Con los baluartes en los ángulos, la cortina no contribuye en nada á la defensa de las caras; con los baluartes en el medio, la cortina flanquea las caras de los baluartes, y es á su vez flanqueada por los flancos de estos. Mientras que la fortificacion actual con baluartes en los ángulos no permite buenos atrincheramientos, porque no ha de haber durante el sitio ni el tiempo ni la ocasion para edificarlos sólidamente, la fortificacion con baluartes en el medio hace supérfluos dichos atrincheramientos, porque procura buena defensa, no solamente al esterior, sinó al interior tambien; con solo que la guarnicion del baluarte conquistado se refugie en los otros, podrá resistir con energía desde estas nuevas posiciones al enemigo que penetró en la plaza y aun disputarle la posesion del baluarte de que se hizo dueño.»

Vemos, pues, que los principios y máximas de Montalembert no son sinó el resúmen de los que han profesado otros ingenieros y militares entendidos, alemanes, españoles, italianos etc., y las que el mismo Rimpler reasumió en gran parte en sus escritos, razonando sobre ellas con acierto, á pesar de no disponer de los datos suministrados por la esperiencia de que pudo despues aprovecharse el hábil General francés. Al decir esto, no pretendemos de modo alguno suscitar dudas sobre el verdadero mérito de este hombre de gran talento; hemos querido, sí, hacer ver á sus opositores rutinarios, que los principios que establece son tal vez tan antiguos como el

mismo arte de fortificar. Por lo demas, estudiándolos con esmero, analizándolos con órden y relacionándolos con los adelantos que hasta su tiempo habian hecho el ataque y las armas de fuego, planteó, digamoslo así, su teoría tan acertadamente, que llamó la atencion de la Europa militar, y esta lo considera como el verdadero creador del método adoptado por los alemanes, y el promovedor de las grandes reformas que han dado un nuevo carácter á la ciencia del ingeniero ó, lo que es lo mismo, han constituido lo que llamamos **FORTIFICACION MODERNA.**

CAPITULO III.

Fortificacion moderna llamada francesa.

Los ingenieros franceses, no conformándose con los principios sustentados por Montalembert, pero haciéndose al propio tiempo cargo de los defectos capitales atribuidos á la fortificacion abaluartada, trataron, no de variar el trazado en su esencia como lo hizo aquel General, sinó de reformarlo y de combinar sus partes constitutivas de tal modo que resultase un todo mas perfecto.

Estas reformas tienen su verdadero origen en el trazado de la escuela de Meziéres (1) llamado así el que resultó de intro-

(1) Fundada en 1750. Los miembros mas activos de esta escuela fueron los ingenieros Chatillon y Duvigneau.

ducir en el de Cormontaigne algunas importantes modificaciones. Recordaremos que las principales de estas fueron: 1.° el aumento de las dimensiones de la media luna para cubrir la parte mas espuesta de las caras de los baluartes; 2.° los flancos acasamatados del reducto de la misma, dispuestos de tal modo que descubren y toman de revés la brecha del baluarte; 3.° La introduccion de muros aspillerados en los fosos del atrincheramiento del baluarte; 4.° la construccion de grandes bóvedas á prueba sin objeto defensivo y solo para proporcionar abrigos seguros á la guarnicion y material; 5.° el uso de las galerías aspilleradas de contraescarpa para flanquear los fosos de las lunetas destacadas.

Es muy notable que esta misma escuela de Meziéres en 1808 (1) desecha de todo punto las casamatas para artillería, precisamente despues de haberlas considerado Montalembert como el primer elemento defensivo; y presenta un nuevo trazado abaluartado con ángulos de defensa rectos, con su tenaza de relieve variable desde el centro á los estremos de las alas para que cubra mejor los revestimientos de los flancos, con sus cortaduras en las alas de la media luna para defender los fosos de esta obra, y con otras varias modificaciones de detall cuyo principal objeto es el de ocultar y favorecer las salidas de la guarnicion; siendo de entre ellas la mas nueva la sustitucion de las escalerillas por rampas. Este es, dice con mucha razon el Coronel de Ingenieros Clavijo, el trazado abaluartado que vuelve á aparecer en toda su sencillez y pureza (2).

BOUSMARD en 1797 (3) admite en cuanto á las proposiciones del frente las del primer método de Vauban, pero adopta para las caras y flancos de sus baluartes la traza curvilínea bastante ingeniosamente dispuesta, para que todas las norma-

(1) Bajo Dobenheim y Lesage.
(2) Sistemas de fortificacion aleman y francés.
(3) Publicó su *Ensayo sobre fortificacion* en Berlin.

les á un flanco sean próximamente tangentes á la cara curvilínea del baluarte colateral; de este modo el rebote se dificulta grandemente, pero el trazado es muy complicado y aun vicioso, puesto que cada porcion de una cara solo está defendida por uno de los cañones colocado en el flanco que la protege. Bousmard establece al propio tiempo en los corchetes de su camino cubierto, pequeños traveses acasamatados, con lo que aumenta el vigor de esta obra asegurando la retirada de sus defensores; y construye en los flancos de la tenaza casamatas para artillería, proporcionando de esta manera fuegos rasantes al foso; avanza la media luna hasta el pié del glácis para facilitar las reacciones ofensivas en masa y alejar los ataques, y comunica en fin con esta obra por medio de una doble caponera con galería subterránea establecida en el foso principal.

CARNOT (1810) considera conveniente el trazado abaluartado para una gran llanura en donde la desenfilada de las obras no ofrece grandes dificultades, pero en su aplicacion presenta tres ideas nuevas que sirven de fundamento á su método: la primera es la de proporcionar con baterías de morteros cubiertos, fuegos sobre las capitales de los salientes; es la segunda, la de evitar que la caida de los revestimientos ocasione la ruina de los parapetos, para lo cual destaca las escarpas en sus baluartes; y la tercera es, la de favorecer las salidas de la guarnicion construyendo el glácis en contrapendiente.

En su trazado hay un atrincheramiento general con sus casamatas para morteros en los ángulos del polígono, y está separado de la cortina, que no tiene revestimiento, por un camino de rondas y un foso; delante de la cortina se halla la tenaza formada por las prolongaciones de las caras de los baluartes; y al frente de esta, se ve un caballero que sirve de reducto á la media luna; todas estas obras están sin revestir. Los baluartes, que tienen sus escarpas destacadas, cubren á las baterías de morteros y ellos están cubiertos por unas contra guardias de tierra.

Pero si en vez de un terreno llano y seco, se diese un país montañoso ó acuático, entonces propone Carnot que se deseche el trazado abaluartado, porque la dificultad de la desenfilada será mucha en el primer caso, y no habrá tierras suficientes en el segundo para dar á las obras el relieve que necesitan. Desechado este, adopta el atenazado, al que encuentra grandes ventajas, especialmente tratándose de un terreno accidentado, porque la sencillez de su construccion y la poca longitud de los lados del polígono hacen que se plegue mejor á las ondulaciones del suelo.

Se distingue su trazado de tenazas por el atrincheramiento general, que consiste en un muro aislado con dos órdenes de casamatas para fusilería y separado por un foso del cuerpo de plaza; este carece de revestimiento, pero corre por su pié un muro aspillerado. Delante de cada ángulo entrante hay un patio pequeño con seis cañones, y cerrado tambien por un muro con aspilleras. Otro de estos rodea á la tenaza; esta obra y las contraguardias forman un cubre-caras general que envuelve al cuerpo de plaza en todo su desarrollo. El glácis es en contrapendiente. Son ligerísimas las diferencias de este trazado cuando se aplica á un terreno acuático en vez del montañoso, y de ellas no nos haremos cargo porque en nada alteran los principios en que se fundan.

Concluiremos diciendo, que este autor se propuso mejorar las plazas abaluartadas existentes en su tiempo introduciendo en ellas algunas modificaciones, entre ellas el atrincheramiento y el cubre-caras general.

CHASSELOUP. En la misma época presenta este autor su método de fortificar, tomando por base el trazado de Cormontaigne para el recinto principal, pero destaca la media luna é introduce casamatas en los flancos de su reducto; establece cuarteles defensivos en el interior de los baluartes apoyándolos en el atrincheramiento permanente; briza las caras de los baluartes para sustraerlos á los efectos del rebote, y con el fin

de dar á estos la necesaria capacidad para las obras que han de contener, eleva la magnitud del lado esterior del polígono hasta seiscientos metros. Su tenaza es abaluartada y tiene casamatas en los flancos. En la capital del frente y del otro lado del foso principal, coloca un pequeño reducto acasamatado, y otros de la misma clase en las plazas de armas entrantes y salientes; finalmente, por medio de glácises en el foso, favorece la circulacion por los mismos, y cubre las mamposterías de los baluartes; y el antecamino cubierto cierra el claro del foso de la media luna (1).

DUFOUR en 1814 se propuso aumentar el vigor defensivo de la media luna y evitar el inconveniente atribuido al trazado abaluartado de que el sitiador puede desde el coronamiento del glácis del saliente de aquella obra abrir brecha en el cuerpo de plaza. Acude á lo primero estableciendo en la media luna, á fin de librar sus alas del rebote, un caballero en capital, relleno de piedras para que en el caso de ser destruido, sus escombros no ofrezcan al sitiador un cómodo alojamiento; y se propone impedir lo segundo uniendo el reducto de la plaza de armas entrante con la cortadura de las alas de la media luna.

NOIZET (1822) **LÁM. II, FIG. 4.** Llámase al trazado de este autor, el **MODERNO CORREGIDO**, y con efecto, su pensamiento ha sido el de perfeccionar el trazado llamado moderno haciendo minuciosas correcciones en todas las partes que le constituyen. Los claros del foso de la media luna y de su reducto, los cierra. Los dos, por medio de traveses en glácis, de los cuales el primero liga el reducto de la plaza de armas entrante con la cortadura de la media luna, siendo su gola continuacion de la contraescarpa del baluarte: el segundo se apoya en el revés de la espresada cortadura. Tambien hay en los perfiles estremos de las alas de la tenaza, dos traveses que ocul-

(1) De este método se hizo aplicacion en la plaza de Alejandría, y por los rusos en Bobruisk.

tan al ángulo de espalda del referido baluarte. Noizet dispone la retirada de la guarnicion del camino cubierto y aun de la media luna independiente de la del reducto. La doble caponera que comunica con el cuerpo de plaza, y las rampas y las escalerillas convenientemente dispuestas, facilitan la circulacion de las tropas por todas las obras.

Tambien hace el autor alguna modificacion en el perfil, inclinando el plano de fuegos el $\frac{1}{8}$ en vez del $\frac{1}{7}$; por último, se vé en este método el trabajo de un estudio detenido, y aplicaciones ingeniosas que han hecho ganar á un frente abaluartado, segun Clavijo, todo lo que era posible sin salir de sus principios; pero han desaparecido en él las casamatas y los abrigos á prueba.

La perfeccion que exige en sus detalles, ha de hacer muy complicada la traza del método Noizet porque reclama algunas veces la resolucion de problemas difíciles de geometría descriptiva, aunque solo se trate de un suelo ligeramente accidentado.

HAXO (1826). Varias mejoras caracterizan el trazado de este General francés, uno de los mas hábiles ingenieros de los tiempos modernos segun la declaracion de Maurice de Selon (1). Aunque no se separa en la esencia de los principios sentados por la escuela francesa, introduce modificaciones tales en la fortificacion abaluartada, que establecen entre esta y la admitida en Alemania algunos puntos de contacto, como vamos á indicar. La multiplicidad de fuegos de artillería y las casamatas que ponen á esta á cubierto, bastan para dar á su trazado un carácter especial que lo distingue y recomienda, así como la aplicacion hecha en él de la independencia entre los parapetos y la magistral de las obras para librarlas de los efectos del rebote, y entre aquellos y las escarpas para evitar la caida de los primeros con la ruina de las segundas.

(1) *Memorial de l'Ingenieur militaire.*

El cuerpo de plaza se compone de dos recintos, formado el segundo por las contraguardias revestidas que se enlazan a¡ cubrecaras de tierras que oculta la mampostería de la tenaza artillada del primero. Dicho revestimiento de la contraguardia está perfectamente cubierto por un glácis interior, y ni esta, ni la cortina, ni los baluartes, pueden batirse en brecha antes de apoderarse de la media luna y de coronar al camino cubierto. En la media luna, de gran saliente, hay un través con casamatas; y su reducto central no es sinó una caponera acasamatada muy semejante á las de Montalembert, que toma de revés la bajada al foso y la brecha de la contraguardia, y aun de enfilada el coronamiento del camino cubierto.

CHOUMARA (1847). Las ideas de este autor, esperimentado en la guerra de sitios é ingeniero de talento, sino son todas nuevas y reconocidamente útiles, son, sin embargo, dignas de un sério estudio, y están presentadas con el valor que da el conocimiento profundo del asunto que se maneja. Todas ellas tienden á producir una reforma señalada en el arte de fortificar, sacando un gran partido de los elementos de que este dispone, y perfeccionando cada porcion de ese conjunto de líneas que constituyen el frente abaluartado moderno. Despues de Vauban, de Cormontaigne y de Montalembert, nadie en Francia ha presentado ideas mas ingeniosas que Choumara en su obra *Memoires sur la fortification*. Y decimos trazado abaluartado, porque la base del propuesto por el autor está formada por dos baluartes unidos por una cortina, pues por lo demás, se separa, en cuanto á las dimensiones, de un principio que se habia considerado hasta él como incuestionable, es decir, que las líneas de defensa debian arreglarse por el alcance del fusil; esta arma, dice Choumara, no es bastante para oponerse á los trabajos del sitiador en el glácis ni en el foso ni en el asalto de la brecha, mientras que la artillería, aun la de menos calibre, seria de una accion terrible contra estas operaciones; así, pues, aumenta su lado esterior hasta 440 metros, y con una perpen-

dicular de $\frac{1}{6}$ resultan las caras de sus baluartes de 150 metros de longitud y 85 metros para sus flancos prolongados mas allá del ángulo de cortina. Prescindiendo de otras propiedades que tienen los grandes frentes, la de producir espaciosos baluartes facilita al autor la aplicacion de una de sus ideas mas notables, cual es la de hacer independientes los parapetos de las escarpas (1); porque esto, que ya lo propusieron otros ingenieros en pequeña escala y como con cierta reserva, Choumara lo erigió en **PRINCIPIO**. Haciéndose cargo de que el vigor del ataque consiste en los poderosos recursos de la artillería, y de la necesidad de ampararse contra los efectos del rebote, varía el autor la direccion de sus parapetos de la manera que lo juzga mas conveniente, sin alterar la direccion de sus escarpas; de esta manera (y sea dicho de paso) podrian modificarse y perfeccionarse las plazas antiguas sin necesidad de hacer grandes gastos.

Variando la direccion de los parapetos en los salientes, pueden obtenerse fuegos convergentes ó divergentes sobre las capitales, y el ángulo que formen dos caras puede ser de 100 grados, aunque sus escarpas solo lo formen de 50 (2); y por último, quebrando la magistral de los parapetos, consigue que una parte de ellos sirva de través á la porcion restante, cubriéndola de los fuegos de rebote.

Cuando se retira un parapeto de su escarpa, no solo se evita que la caida de esta arrastre á aquel, sinó que puede aprovecharse el espacio que queda entre el pié del primero y la cresta

---

(1) Segun Fallot, un oficial de artillería ruso, haciendo el exámen crítico del trazado Bousmard, decia en 1811: «Para no privar de defensa á la escarpa del baluarte, vale mas dejarla en línea recta y trazar la cresta del parapeto en línea curva.»—En 1744 proponia ya el ingeniero español Prosperi redondear los parapetos en los salientes de los ángulos flanqueados haciéndolos independientes de la direccion de sus escarpas, que pueden formar, dice, hasta un ángulo de 30°. Ya hemos visto que este ingeniero propuso tambien frentes de hasta 885 varas de lado esterior.

(2) Idea tambien del ingeniero español Prosperi.

de la segunda, para establecer un corredor bajo con parapeto para fusilería, y lo bastante espacioso en algunas partes para colocar en él baterías bajas.

Otra idea notable de Choumara es la de cubrir las escarpas por medio de glácises interiores, establecidos en los fosos, que dejan entre su revés y la escarpa, un espacio de 15 metros, y van á morir al pié de la contraescarpa; con ellos se propone impedir que desde la cresta del glácis se pueda abrir brecha en el cuerpo de plaza, y sirven al propio tiempo para cerrar los claros del foso de la media luna, el de su reducto y el que deja la tenaza.

Por último, este ingeniero inteligente propone que los edificios militares entren en línea de defensa para formar atrincheramientos, de modo que el edificio que sirve de reducto, por ejemplo, á un baluarte, defenderá la gola de los demas cuando el sitiador haya penetrado en la plaza.

Resulta, por fin, que el autor de que nos ocupamos, no solo ha procurado la perfeccion del trazádo abaluartado, sinó que son tales y tan grandes las modificaciones que en él ha introducido que concluye por presentar un trazado nuevo, digno del mas detenido exámen. No vamos á emprender esta tarea, lo citamos aquí como un gran paso dado por la fortificacion abaluartada; y en atencion á su novedad é importancia, indicaremos tambien sus principales dimensiones.

Lado esterior.		440 metros.
Baluartes. . . .	Caras.	150 »
	Flancos.	85 (1) »
	Parapetos. . Brizados y retirados de la escarpa.	
	Traversa. . Una en capital acasamatada.	

(1) De estos 85, se cuentan 35 detrás de las líneas de defensa.

Cortina. . . . . Con parapeto brizado; resulta mas corta que en los trazados ordinarios.

Tenaza. . . . . Con flancos, con artilleria, y parapetos brizados.

Foso principal. . 45 metros de ancho, con glácis interior de 30 metros que se eleva hasta 2 metros bajo el cordon de escarpa.

Media luna. . . . Caras de 144 metros, revestidas.
Parapetos brizados, retirados, traversa en capital acasamatada.
Flancos retirados que toman de revés el glácis interior, y la brecha del baluarte.
Fuegos en capital y de revés.
Foso de 17 metros de ancho, glácis interior.

Reductos. . . . . Mas grandes que los ordinarios; parapetos redondeados para procurar fuegos en capital.

Ante-camino cubierto. Mas ancho que los ordinarios y con glácis interir.

Camino cubierto.

Diremos para concluir, que ninguna plaza se ha construido con arreglo á los principios de este autor.

He aquí en brevisimo estracto las modificaciones introducidas en el trazado de la escuela de Meziéres por los autores franceses mas acreditados.

Recordemos ahora cuáles son los defectos que mas generalmente se han atribuido al mismo, para ver de qué manera se ha procurado corregirlos, y si con efecto se ha logrado de tal modo que sea innecesario acudir á las reglas que Montalembert, Carnot, y despues los ingenieros alemanes, han erigido en principios de defensa.

PRIMER DEFECTO. *El espacio comprendido entre los flancos y la cortina es perdido para la defensa.*

La tenaza que ocupa este espacio tiene por objeto principal el de cubrir las comunicaciones de la plaza con el foso y con las obras esteriores; así como su foso, ya sea seco ó de agua, ha de servir de lugar de reunion á las tropas que hayan de verificar una salida. En este sentido contribuye á la defensa, pues por lo demas, sus fuegos de fusil son casi nulos aun en aquellos proyectos en que se da á esta obra mas relieve para que contribuya mejor á la proteccion de las esteriores y no ser dominada por estas, á espensas, sin embargo, de la defensa del foso principal. Han aumentado su valor dotándola de fuegos de cañon en los flancos, Haxo y Choumara, y aun con casamatas en los mismos, Chasseloup y Bousmard.

2.° *La media luna, á causa de lo imperfecto de las comunicaciones con el cuerpo de plaza, apenas contribuye á la defensa de la porcion de este que cubre, ni puede ser enérgicamente sostenida por él.*

Bousmard establece á través del foso principal una galería cubierta y dos laterales al descubierto; parapetos de tierra de $3^m,14$ de alto sobre el fondo del foso, protegen estas últimas comunicaciones contra el fuego de las contrabaterías; y esta doble caponera comunica con la galería subterránea que conduce á la media luna destacada.

Chasseloup establece un sistema de comunicacion análogo; y en general, puede decirse que todos los frentes abaluartados propuestos posteriormente á la aparicion del llamado moderno, han corregido con mas ó menos fortuna el defecto enunciado, causa primera, segun Montalembert, de la poca importancia de la media luna, por la dificultad de trasladarse la guarnicion de esta obra á la plaza, y vice-versa.

Tambien se ha procurado realzar el vigor defensivo de la media luna apoyándola con fuertes reductos en las plazas de armas entrantes, y aun organizándola de tal manera que se la convierta, digámoslo así, en una obra independiente, sin que, no obstante, deje de formar parte del cordon de obras esteriores, como las de Chasseloup y Bousmard.

3.° *Las baterías del sitiador ofenden á los baluartes de varias maneras.*

Los tiros dirigidos contra una de las caras cerca del saliente, enfilan la otra y alcanzan de revés al flanco de esta; y los que van contra uno de los flancos, hieren de revés al otro en ciertos casos.

Por medio de pequeños traveses para cada una, dos ó tres piezas, ó valiéndose de una gran traversa en capital, ó de dos paralelas en este sentido, ó, finalmente, cambiando la direccion de los parapetos fundándose en la ingeniosa idea de hacerlos independientes de sus escarpas, se ha procurado corregir este notable defecto; pero de todas maneras se toca con el inconveniente de embarazar el interior del baluarte con estas masas de tierras que, si han de caer en talud natural y tener la elevacion bastante, quitan espacio á la artillería y entorpecen los movimientos de las tropas.

4.° *Estando descubierta la artillería de la plaza, la destroza el sitiador pronto y fácilmente.*

Se acude á evitar este mal aumentando fuegos en la plaza para contrabatir y apagar los del sitiador, como Choumara, que establece hasta tres órdenes de baterías en los flancos; ó construyendo bóvedas para cubrirlas, pero en un solo piso, como hace Haxo con sus casamatas sobre los terraplenes.

Otros autores, como Bousmard y Chasseloup, emplean las casamatas de mampostería, pero en tan corto número que apenas caben en ellas media docena de piezas, y dejan las restantes al descubierto.

No contamos aquí con el recurso de construir blindajes en el frente ó frentes de ataque, porque estos, sobre no llenar el objeto de una manera bastante positiva, son tan aplicables á la fortificacion abaluartada como á otra cualquiera.

5.° *No se emplea para la defensa el alcance total del fuego de fusil, porque en cuanto las caras son defendidas por los flancos,*

se verifica sobre la capital del frente un cruzamiento de fuegos perdidos para la defensa.

Este defecto, si se considera tal, no ha sido corregido; pues permaneciendo la misma la posicion y direccion respectiva de las cinco líneas que constituyen el frente abaluartado, este cruzamiento de fuegos se verifica siempre; y precisamente sobre dicha capital en cuya direccion no avanza nunca el enemigo para acercarse al cuerpo de plaza. Bousmard y Chasseloup, al destacar la media luna, aprovechan mejor aquellos fuegos para la defensa del camino cubierto; pero al aumentar, como lo hace este último autor, la estension del frente, priva del fuego de fusil á las capitales de los baluartes.

6.° *La cortina no contribuye en nada á la defensa á pesar de ser la línea mas larga; los gastos que ocasiona pudieran escusarse.*

Carnot, Haxo y Choumara, han procurado dar alguna energía á esta gran porcion del recinto; pero así por su direccion como por las obras que tiene á su frente, no puede, especialmente en la defensa próxima, oponerse con energía á los trabajos del sitiador.

7.° *Los atrincheramientos que pueden establecerse en la gola de los baluartes son pequeños y poco susceptibles de una buena defensa.*

Estos atrincheramientos, ya sean en línea recta, en forma de caballero, ó de tenaza, ó abaluartados, carecen de buena artillería á cubierto; de modo que debe suponerse destrozada la que tienen cuando el enemigo haya establecido sus baterías de brecha y contrabaterías, y son además obras que por su estension ocupan mucho espacio disminuyendo considerablemente la capacidad de los baluartes, inconveniente grande para los pequeños. Unicamente Bousmard, Chasseloup y despues Choumara refuerzan sus atrincheramientos con cuarteles defensivos. Hablamos aquí de los permanentes, y por cierto que con ligeras escepciones, en la construccion de las plazas francesas se escusan estas obras, sin duda por economía.

Respecto de los atrincheramientos de tierra que se ejecutan durante el sitio, nada diremos, por suponer que es actualmente imposible construirlos bajo el fuego incesante de las baterías del sitiador.

8.° *Los flancos contribuyen poco á la defensa.*

Esto consiste en que, suponiendo apagado el fuego de sus baterías descubiertas desde que el enemigo ha establecido y armado sus trincheras, quedan solo á dichos flancos los fuegos de fusil, de poca importancia para oponerse al paso del foso y asalto de la brecha desde que se verifica el coronamiento del glácis.

Bousmard, dando una traza curvilínea á estas porciones del frente, protege sus cañones contra la accion del rebote: y con sus casamatas en los flancos de la tenaza conserva como Chasseloup mejor sus fuegos de cañon para el último periodo del sitio.

Haxo redobla el fuego de sus flancos aumentando la estension de estos para que puedan recibir una bateria mayor, y esta la conserva por medio de las casamatas de su invencion.

Y finalmente, Choumara brizando los parapetos y separándolos de las escarpas, colocando tambien cañones en los flancos de la tenaza y en las altas traversas paralelas á la capital del baluarte, aumenta considerablemente los fuegos de flanco al mismo tiempo que evita bastante bien los terribles efectos del rebote.

9.° *Con un simple recinto abaluartado, la apertura de la brecha trae consigo la rendicion de la plaza.*

Hemos visto que algunos autores proponen **RECINTOS DOBLES** ó **FRENTES DE CONTRAGUARDIAS**, pero se ha abandonado su uso porque estas dobles y largas líneas son insostenibles desde que empieza el fuego de rebote, aun suponiendo que no sean paralelos los recintos.

Solo los buenos atrincheramientos en los baluartes que por tener accion sobre el interior de la plaza convierten á es-

tos en otras tantas obras independientes, pueden corregir este grave defecto; pero aun los cuarteles defensivos de Chasseloup carecen de fuerza suficiente para que sus baluartes puedan considerarse como tales obras. Tambien Choumara y Bousmard colocan los edificios militares en línea de defensa para servir de atrincheramientos, sea en los baluartes, sea detrás de la cortina; pero esta idea se ha generalizado muy poco en Francia.

10. *La guarnicion en todas partes carece de abrigos seguros durante el sitio.*

Si se esceptuan los cuarteles de que hemos hablado; las casamatas de refugio no muy generalizadas, y los espacios que cubren las casamatas de Haxo, nada se ha hecho en Francia para evitar este mal: lo que en cierto modo no es de estrañar supuesto que los abrigos á prueba debilitan, dicen, la moral del soldado.

11. *Las obras esteriores son débiles y costosas.*

En cuanto á las obras esteriores, se han estudiado bastante y corregido algunos de los principales defectos que les atribuye Montalembert; por ejemplo, se han establecido comunicaciones seguras con el cuerpo de plaza por medio de la doble caponera en capital y de galerías subterráneas; su valor propio defensivo ha aumentado con las plazas de armas dotadas de fuertes reductos; con traveses acasamatados en el camino cubierto; con el aumento de resistencia del reducto de la media luna, y por fin, en esta última obra se ha procurado conservar su artillería valiéndose de las cortaduras en las alas, y tambien de un modo análogo á lo que se hizo con la de los baluartes; es decir, con traveses pequeños ó grandes traversas como las de Choumara, ó con el través-caballero de Dufour. El inconveniente de que la guarnicion de estas obras pueda padecer mas bien que ser apoyada por los fuegos del recinto, se ha pretendido corregir variando la inclinacion de los planos de fuego de aquel como hace Noizet, ó destacando la media

luna como las de Chasseloup y Bousmard, que además están cerradas por su gola.

Para evitar que las baterías establecidas en los salientes de las medias lunas puedan, por los claros de los fosos, abrir brecha en el cuerpo de plaza, se han propuesto vários medios de cerrar aquellos; siendo los mas notables los que enlazando los reductos de la media luna y de las plazas de armas entrantes, convierten al conjunto de obras esteriores en un segundo recinto; pero al cerrar estos claros se priva á aquellos fosos de la buena defensa, pues no puede considerarse tal la que proporcionan algunos fusileros colocados en la máscara de Noizet, por ejemplo.

En resúmen, puede asegurarse: 1.°, que los ingenieros franceses posteriores á Montalembert, han hecho modificaciones importantes é introducido notables mejoras en el trazado abaluartado de la escuela de Meziéres; pero ninguno de los métodos que han presentado para sustituir á aquel, remedia á la vez todos los defectos que en él encontraron y reconocieron como principales, además del inventor de la fortificacion perpendicular, Carnot, Paixhans, Choumara y otros autores; y 2.°, que, por regla general, quedan en pié los mas graves, como son: la falta absoluta de abrigos para la artillería, la guarnicion y las municiones; la debilidad de las obras esteriores relativamente al conjunto de las defensas, y la ausencia de sólidos atrincheramientos permanentes que prolongan la resistencia de la plaza mas allá de la época de la apertura de la brecha en el recinto.

Digamos ahora dos palabras sobre la defensa subterránea. El descubrimiento del nuevo y vigoroso ataque á las minas por los globos de compresion y el método rápido de los pozos sin atraque, hizo considerar como desfavorable la disposicion de *galerías envolventes* y de *comunicacion*, por presentar sus flancos á la accion de aquellos, y porque el sitiador al destruirlas puede aprovecharse de ellas como de escelentes trin-

cheras. De aquí que los autores modernos ó del principio de este siglo, Gillot, Gumpertz y Lebrun, Dufour y otros, han establecido nuevos principios para decidir el mejor trazado de la fortificacion subterránea. Desde luego convienen en que las galerías son destruidas con menos facilidad cuando presentan sus puntas á la accion de los hornillos, y en que las minas defensivas se debilitan en proporcion á su mayor desarrollo, por lo cual desechan aquellas inmensas combinaciones de galerías y ramales con que los antiguos ingenieros debilitaban el terreno de la fortificacion.

GILLOT, que supone un gran valor al método de ataque por los pozos ú hornillos sin atraque inventados por Mouzé, se reduce á hacer aplicacion de los recursos de la fortificacion subterránea, debajo de los fosos, al pié de las brechas, y en todas las posiciones de reducido espacio que el enemigo tiene precision de ocupar al avanzar hácia la plaza, así como en los salientes del glácis y plazas de armas entrantes, disponiendo sus hornillos en dos ó mas pisos.

GUMPERTZ Y LEBRUN condenan el uso de hornillos en varios pisos. Delante de las plazas de armas salientes y entrantes construyen galerías perpendiculares á las capitales, y de estas arrancan gran número de escuchas paralelas defendidas por su flanco con otras inclinadas.

DUFOUR, que escribia en 1822, sigue las ideas de Gumpertz y Lebrun colocando los hornillos análogamente y tambien en un solo plano, cuya profundidad puede variar desde 5 á 7 varas. El suelo de las galerías forma otro plano que, partiendo del fondo del foso se inclina en pendiente suave, y corta al primero á unas 5 varas bajo el pié del glácis. Esta disposicion de Dufour se considera en el dia como la mas perfecta.

Sin embargo de esto, puede decirse que hoy no existe en Francia, como dice Noizet, un *sistema* propiamente hablando, de minas.

CAPITULO IV.

Fortificacion moderna llamada alemana.

De todos los trazados propuestos por Montalembert, el preferido por los ingenieros alemanes, el que sirve de base á todas sus modernas construcciones, es el poligonal; abandonando el abaluartado á causa, como dice Maurice de Sellon, de los defectos que tiene, los cuales sus mismos partidarios no pueden menos de conocer y confesar.

Esto en cuanto al recinto principal, que, respecto de las obras esteriores, fundándose los alemanes en que la proteccion que de aquel reciben es escasa, en que es mucho su coste y en que la numerosa guarnicion que reclaman no puede hacer en ellas una gran resistencia, las escasean todo lo posible; haciendo uso en su lugar, de obras destacadas é independientes.

Recordemos la forma que, en general, afecta á estos trazados, trayendo á la memoria aquellos de los frentes que se reputan como mejores, ó por mejor decir, mas característicos, y que se ven en varias plazas de guerra construidas recientemente en Prusia, en Austria y Estados de la Confederacion, y especialmente en las orillas del Rhin; sin que aquí podamos, como lo hemos hecho al tratar de la fortificacion francesa, examinar la opinion de los ingenieros que mas se hayan dado á conocer por sus escritos, porque los oficiales de este cuerpo en Alemania han guardado el mayor silencio.

El lado esterior mide, por término medio, de 500 á 600 metros. En su medio se levanta una gran caponera cuya figura no es siempre igual; ya es rectangular, ya semicircular, ya tiene la forma de una luneta, cuyas caras á veces son dos arcos; ya sustituye á estas dos caras una sola línea curva ó un semicírculo. Dicho lado esterior, ó es una sola línea recta ó tiene dos pequeñas brizuras con casamatas para flanquear aquellas caras de la caponera, ó se compone de dos líneas que forman un ángulo, entrante ó saliente, siempre muy obtuso.

La caponera consta de dos ó mas pisos abovedados con casamatas que miden ordinariamente 9 metros de longitud por 5 de ancho; las de los flancos reciben por regla general artillería; las de las caras, cuando son pequeñas y rectas, se reservan para fusilería, en cuyo caso suele colocarse una batería de morteros en el saliente ó sea ángulo en capital ó flanqueado. Los fuegos del piso bajo dominan los fosos en toda su estension y el terraplen del camino cubierto, y los del piso superior la cresta del glácis y la campaña. En algunas plazas, como en Gérmersheim, se establecen tambien las baterías de morteros en los ángulos del polígono, para procurar fuegos en todas direcciones como propuso Carnot. Estas obras (las caponeras) ó están destacadas ó unidas al recinto por la prolongacion de los muros de flanco ó por las brizuras ó baterías flanqueantes situadas en el cuerpo de plaza.

Delante de la caponera se establece un revellin ó gran contraguardia de dimensiones variables, pero no de gran saliente, y con escarpas destacadas ó no, cuyas alas llegan hasta la contraescarpa del foso del recinto; y mas allá del foso de la media luna, se encuentran el camino cubierto y el glácis; en Coblentza, sin embargo, y otros puntos, no hay camino cubierto y el glácis es en contrapendiente segun Carnot, con un pequeño reducto colocado en el saliente que proporciona fuegos para barrer el foso. En las plazas últimamente construidas, se ha abandonado esta disposicion volviendo al camino cubierto y glácis ordinario; en el primero se suelen ver traveses acasamatados.

Un reducto acasamatado ocupa el lugar de la plaza de armas entrante; en algunas plazas se cubre el ángulo del polígono con una contraguardia cuyas alas no son paralelas á los lados de este; entonces desaparece el reducto, pero se cierra el claro del foso del revellin con una batería acasamatada. Otra de estas sirve de reducto al revellin como en los fuertes de la Ciudadela de Posen; algunas veces, como sucede en la cabeza de puente sobre el Rhin enfrente de Gérmersheim, la caponera central y el reducto del revellin son una misma obra, la cual, prolongándose tambien hácia el interior, forma un atrincheramiento de cortina y está en combinacion con los reductos caballeros acasamatados establecidos en los ángulos del polígono.

En estos, en lugar de los reductos caballeros, se colocan tambien, y es lo mas comun, cuarteles defensivos susceptibles de una vigorosa defensa.

El perfil del cuerpo de plaza se organizaba segun lo dispuso Carnot con la escarpa destacada y aspillerada en uno ó dos pisos; pero hoy se han adoptado generalmente, como puede verse en Gérmersheim y otros puntos, los revestimientos con bóvedas en descarga, ó escarpas á medio revestir y camino de rondas.

Respecto á dimensiones, solo damos la de la longitud del frente, por ser muy importante; la cual depende del alcance de la metralla de la artillería montada en la caponera ó sea

de 250 metros próximamente. En las demas, hay una variedad completa en las distintas obras de defensa construidas recientemente; se las hace depender en las obras de piedra, del número de piezas que deban contener, de la guarnicion que á su defensa se destina y de su situacion, es decir, de la mayor ó menor necesidad de aumentar su energía en razon de las circunstancias y forma del terreno que la circunde. En cuanto á otras dimensiones de las obras de tierra, traveses, etc., son, como dice el Capitan Mangin, de una importancia secundaria relativamente al conjunto del sistema.

He aquí, aunque esplicada muy en globo, la disposicion de los principales trazados alemanes; uno hay, sin embargo, que se diferencia de los indicados. Hablamos del que se ha dado á los frentes del fuerte **VINIARI** de la Ciudadela de Posen. En los ángulos se han trazado baluartes, cuyas caras están en líneas esteriores á la cortina, de modo que la parte del flanco que sobresale lleva dos piezas acasamatadas; lo restante del flanco queda hácia el interior, y está separado de las dos medias cortinas colaterales por fosos de ocho varas de ancho flanqueados por el pequeño orejon que el baluarte tiene. Así esta obra, cerrada además por la gola con un muro recto en cuyo medio hay un blockaus de mampostería, queda con cierta independencia del recinto; la cortina es ligeramente atenazada, y en su medio está la caponera central de forma cuadrangular con dos órdenes de fuegos. Un ancho camino de rondas desciende desde los baluartes á la caponera, disposicion que solo se vé en este trazado, que se debe al General Brize (1). **LAM. II, FIGURA 6.**

Con las obras esteriores reducidas como hemos visto al revellin de cortas dimensiones, contraguardias ó cubre-caras de tierra, reductos de mampostería, camino cubierto y glácis,

(1) Para mas detalles puede consultarse el libro *Análisis y comparacion de los sistemas aleman y francés* del Coronel Clavijo.—1854.

entran en combinacion los fuertes avanzados ó aislados, mas ó menos grandes, pero siempre susceptibles de una gran defensa propia. La organizacion de estas obras consiste en una torre ó educto de mampostería, ó bien un cuartel defensivo con casamatas para artillería y alojamientos, el cual forma el atrincheramiento interior, el corazon, por decirlo así, de la fortaleza, porque encierra en sus muros la fuerza principal; y en una muralla de tierras, revestida ó no, segun los casos, que envuelve el espresado reducto cubriendo sus muros hasta la altura del cordon, y que tiene su foso defendido con pequeñas caponeras ó galerías aspilleradas de contraescapa, su camino cubierto y glácis; la primera de estas dos últimas obras suele suprimirse cuando el fuerte es pequeño y por consiguiente escasa su guarnicion.

El reducto ocupa generalmente la gola del fuerte para que sea mayor el espacio desembarazado á su frente, y para facilitar á las obras de retaguardia el exámen del estado en que se halle el reducto si fuere atacado, para auxiliarle convenientemente. Tambien con esta disposicion se consigue que los fuegos que el reducto dirige por fuera de la muralla de gola del fuerte, toman de revés ó de flanco los alojamientos del enemigo sobre el glácis de las obras que están á su espalda.

Si estas son susceptibles de ser atacadas con artillería por todos lados, entonces su torre ó reducto se cubre por todos lados; pero si varias de ellas rodean á una plaza ó á otra obra principal cualquiera que pueda protegerlas, las masas de tierra ó líneas protectoras solo se estienden por delante de aquellas porciones sobre las cuales el enemigo puede dirigir sus baterías desde la campaña; y en este caso, la gola de tales obras se cierra con un muro aspillerado en línea recta, ó en forma de rediente, ó con un tambor en el centro, que las ponga á cubierto de un golpe de mano. Por regla general, las comunicaciones con la campaña del reducto y del terraplen de la obra que lo envuelve, son independientes, para que la ocupacion por el

enemigo de una de ellas, no lleve consigo la pérdida de la otra.

Las casamatas del reducto sirven, como las que se construyen en la plaza, para alojar la guarnicion y conservar las municiones de toda especie; hacen por consiguiente el papel de cuarteles y de almacenes ó depósitos, que unas veces tienen efectivamente la forma de un edificio-cuartel, y otras la de torre circular ó semicircular, ó de una traza cualquiera que depende de las circunstancias y configuracion del suelo que la ha de sostener, y de su zona militar.

Cubiertos, como hemos dicho, estos reductos hasta la altura del cordon ó hasta el arranque del segundo piso cuando tienen mas de uno, solo podemos colocar el cañon en las casamatas que se hallen sobre aquella linea, ó en la plataforma; en el inferior se sitúan los obuses que tiran por elevacion.

En resúmen, la fortificacion de una plaza de guerra segun el método llamado aleman puede describirse en globo, observando las construcciones mas generalizadas, de la manera siguiente: Primero, recinto formado de grandes frentes cuya fuerza principal está en la gran caponera acasamatada que se sitúa en el centro de los mismos (y alguna vez en los ángulos del polígono) y en las baterías de morteros construidas en estos, ó en el saliente de la caponera, ó en ambos puntos á la vez; y en los cuarteles defensivos, torres ó atrincheramientos interiores. Segundo; obras esteriores que abrazan poca estension, cuya comunicacion con el recinto establece y ampara la gran caponera, con reductos de mampostería acasamatados en todos aquellos parajes en que lo exige la defensa de un foso, la direccion del glácis ó la depresion del terreno. Tercero; fuertes avanzados ó destacados en defensa recíproca, ú obras independientes cuya energía defensiva, en estas como en aquellos, está en su reducto de mampostería.

Escusamos decir que la defensa subterránea puede entrar en la composicion de estas obras del mismo modo que en la fortificacion abaluartada, si bien por regla general arrancan

los trabajos de mina de los reductos de mampostería en cada una de las partes de un frente.

Hemos dicho que hablábamos de las construcciones que son mas comunes, pues por lo demas, es infinita la variedad que ofrecen las fortificaciones alemanas, así en el conjunto de las obras como en los detalles.

Véanse, como ejemplos, la **FIG. 5, LÁM. II**, que representa uno de los frentes del fuerte Alejandro de Coblentza, tan elogiado por Humpfrey (1) como criticado por Maurice de Sellon (2) que se asemeja mucho al trazado poligonal de Montalembert, y la **FIG. 6**, que es uno de los frentes de la ciudadela de Posen, cuyo trazado se separa bastante del anterior.

Hemos dicho que la variedad es infinita. En efecto, en cuanto al conjunto de las obras, por ejemplo, no siempre sucede que el recinto ó cuerpo de plaza sea la parte mas fuerte, la principal, la *indispensable* si nos podemos espresar así, en la defensa de una posicion. A veces se multiplican ó refuerzan las obras destacadas á espensas del recinto, cuya importancia llega á reducirse hasta ser considerado como un obstáculo que evite simplemente un golpe de mano; á veces desaparece el recinto propiamente dicho, y se organiza la defensa con un cordon de fuertes destacados pero enlazados por cortinas de tierra que llaman los prusianos **LINEAS DE CONEXION**, y á veces tambien (aunque este caso es muy raro) se confia la defensa á las solas obras independientes.

---

(1) *Ensayo sobre el sistema de fortificacion moderno*, por el T. C. I. H. Humpfrey.
(2) *Memorial de l'Ingenieur militaire.*—1849.

CAPITULO V.

Reflexiones sobre los dos métodos generales de fortificar.

El espíritu de la táctica moderna; los adelantos particulares de la táctica artillera; la mayor rapidez y precision que se ha logrado dar á los trabajos del ingeniero en campaña; la mucha facilidad con que hoy se ponen en movimiento los ejércitos y los trenes; el vigoroso impulso que han recibido todas las armas de fuego, es decir, la introduccion de los grandes obuseros de hierro, obuses largos de bronce, cañones y carabinas y fusiles rayados y cohetes de guerra; el uso generalizado de los proyectiles huecos, shrapnells.....

He aquí el conjunto de causas que han impreso ese carácter de innovacion que distingue hoy al arte de fortificar.

Antes de entrar en materia, reunamos algunos antecedentes.

1.° Los alcances de los modernos obuses largos (que están llamados á jugar un gran papel en el ataque y defensa de las plazas), son los siguientes:

OBUSES LARGOS.	Cargas. Libras....	Onzas.....	Alcances en varas. PRIMITIVOS. 0.	6°.	12°.	TOTALES. 0.	6°.	12°.
De 9.	6	»	719	1.832	2.581	2.102	1.948	2.581
	8	»	950	1.837	2.619	2.043	2.135	2.714
De 7.	2	»	268	1.468	2.354	2.027	1.790	2.354
	2	8	292	1.799	2.097	2.225	2.098	2.097
De 6 ½.	1	12	500	1.450	2.120	1.678	1.904	2.370
De 5 con granada	1	4	334	1.501	2.008	1.560	1.720	2.008
	2	2	572	1.529	2.198	1.351	1.867	2.198
De 5 con bala. . .	3	»	500	1.840	»	2.008	2.030	»

2.° El alcance total del cañon rayado de 30 esperimentado en Suecia en 1845, llegó á 4455 metros (5521 varas).

El alcance certero del cañon rayado de 12, pieza de batir, proyectil hueco, perfeccionado en Francia, es de 1800 metros (próximamente 2150 varas).

El alcance total del mismo ha llegado á 4000 metros (4777 varas.)

El alcance útil del cañon rayado de campaña, calibre de 4, á 1600 metros (1911 varas).

El alcance total del cañon de 32 Armstrong inglés (que admite proyectil del calibre de 12 sólido ó hueco) ha llegado á pasar, segun las palabras del General Peel al dar cuenta de esta invencion en las cámaras inglesas, de 8450 metros (cerca de 10.000 varas) (1).

3.° El fusil de aguja prusiano dá blancos á 600 metros (717 varas) y tiene precision notable á 800 metros (957 varas).

Con la carabina Lancaster, segun las pruebas hechas en Enfield (Inglaterra) á 545 varas (500 yardas), de 14 tiros aciertan 12 al blanco.

Con la carabina Minié, demuestran las esperiencias que: á 200 metros (239 varas) 100 tiros sucesivos dan todos en un blanco de 2 metros en cuadro; á la distancia de 600 metros (718 varas) acierta en el mismo blanco un 25 por 100; á 1000 metros (1196 varas) cuando la artillería de campaña tiene muy poca seguridad en sus tiros, la carabina acierta un 6 por 100 en blancos de distintas dimensiones.

El punto en blanco del fusil Manceaux inventado en Francia últimamente, es de 800 metros y aun 1000.

El número de cartuchos de infantería quemados por el ejército francés durante toda la campaña de Oriente, asciende á mas de 25.000,000; los cartuchos con bala esférica entran á penas por mitad en esta cifra. (General Niel, *Diario del sitio de Sebastopol.*)

Hoy se trata de generalizar en aquel ejército, y aun en todos, el uso de las armas rayadas.

4.° Con el cañon obus de á 12 francés se han hecho en Metz esperiencias con los shrapnells, proyectil hueco relleno de balas pequeñas; de ellas se dedujo, que estos proyec-

(1) Ni este cañon ni los tres anteriores han sido aun definitivamente adoptados; se verifican con ellos numerosos ensayos, pero nosotros que estamos persuadidos de que al cabo se perfeccionarán y admitirán, los tomamos en cuenta porque las fortificaciones permanentes han de servir para el dia de mañana y debemos admitir al estudiarlas hasta los medios de ataque probables.—(Véase el Apéndice *A.*)

tiles pueden causar heridas peligrosas á 1433 varas por lo menos.

Otras esperiencias hechas en Bélgica han dado los siguientes resultados:

1.° Un disparo con metralla esférica ó shrapnells equivale á 176 disparos de fusil á distancia de 240 varas.

2.° A 840 varas, un shrapnells, lanzado contra un batallon en columna, hiere 16 hombres; mientras que la metralla ordinaria contra el mismo blanco y á igual distancia, solo hiere á 8.

3.° Cuando el batallon está desplegado se verifica lo contrario, es decir, el shrapnells hiere á 8 y la metralla á 16.

5.° La zapa llena inventada por el Capitan de Ingenieros español D. Juan Tello, reune sobre las conocidas, segun ha podido apreciarse en las esperiencias verificadas últimamente en Aranjuez, las ventajas de mayor velocidad por el aumento de un cesto por hora; mayor proteccion á los zapadores contra el fuego de la plaza; mayor facilidad en la conduccion del trabajo.

6.° Los cohetes de guerra van adquiriendo un alcance y precision notables. En la Memoria del General ruso Konstatinoff (1) encontramos los siguientes datos tomados de la relacion oficial que presentó á aquel jefe el Teniente Coronel de artillería de marina ruso Petich que se hallaba en Sebastopol durante el último sitio. En enero, dice, al romperse el fuego de los cohetes de guerra en el campo enemigo, no era posible encontrar en ningun paraje abrigo contra sus efectos. Su alcance variaba entre 4, 5 y 6000 metros.

En febrero, continúa, cohetes de largo alcance, incendiarios y de esplosion, comenzaron á caer en la plaza de San Nicolás y en el Almirantazgo, es decir, en los barrios mas leja-

(1) Memoria sobre los cohetes de guerra por el General Mayor de artillería Konstantinoff, Director del Establecimiento de cohetes de guerra en Rusia.—1858.

nos de la ciudad, adonde no llegaban los proyectiles de artillería.

Fijando ahora por un momento la atencion en lo ocurrido recientemente en el mismo Sebastopol durante el célebre y sangriento ataque de aquella formidable posicion militar marítima (sin embargo de que, como dice elegantemente el General Niel, era un vasto campo atrincherado defendido por fortificaciones de campaña de gran perfil), podemos ver al sitiador y al sitiado hacer uso de cañones, morteros y obuses de todos calibres; y, alternando el hierro con el bronce, colocados detrás de los parapetos y espaldones de tierra los grandes obuses y bomberos que poco antes artillaban los buques de sus numerosas escuadras. Al lado de las cureñas mas comunes y usuales, hallaremos otras nuevas mas ó menos ligeras ó complicadas, de hierro ó de madera; y al mismo tiempo, y en la plaza como en las trincheras, las piezas mas gruesas de hierro y de bronce enterradas por la culata, apuntadas por 45°, y arrojando á enormes distancias balas macizas y proyectiles huecos de la misma manera que arroja sus bombas un mortero. Tambien sobre las alturas del Tchernaya descubriremos obuses y cañones de grueso calibre trasportados allí sobre nuevas y sencillas cureñas de hierro, como pudieran haberse conducido el cañon de 4 ó el obus de 5 denominados hasta hoy artillería de montaña; y por último, en los efectos causados por el arma poderosa del artillero, hallaremos demostrada la enorme dificultad de resistir á la accion terrible de los fuegos curvos multiplicados y bien dirigidos.

Así que, cuando pensamos en el calibre y número de piezas de batir que un ejército sitiador puede hoy fácilmente conducir y colocar frente de los muros de una plaza, no ya á la distancia de 600 metros como máximun, sinó á 800 y á 1000 y mas (1) de

(1) En Sebastopol, dice el General Niel, la apertura de la trinchera se hizo á cerca de 900 metros del recinto.

los salientes del camino cubierto; no en baterías formadas con cañones y obuses cortos y de poco alcance, sinó armadas tambien de grandes cañones rayados y obuses largos que arrojan sus proyectiles horizontalmente, ó por elevacion, ó por trayectorias tendidas para enfilar ó rebotar; y finalmente, cuando recordamos que por la situacion que se dá á dichas baterías, se toman de enfilada las caras de las obras que tienen mas accion sobre los ataques, no podemos menos de considerar perdido todo ese armamento y toda esa guarnicion diseminada en los desnudos terraplenes de un frente abaluartado.

En la organizacion de toda obra de defensa entran tres elementos principales y estrechamente unidos: la **FORTIFICACION** propiamente dicha, la **GUARNICION** que de ella se sirve, y el **ARMAMENTO** de que esta dispone. Estos dos últimos son, porque no pueden menos de ser para el sitiado en todos los casos de sitio, inferiores en número á los de que dispone el sitiador. Es, pues, evidente la necesidad de que el primero acuda á hacer desaparecer la debilidad de los otros; de modo que no sea simplemente una reunion de obstáculos detrás ó sobre los cuales se coloquen los hombres con sus armas para combatir con sus iguales en especie pero superiores en número, sinó que les ampare y les defienda, no solo de frente, sinó por la parte superior, por el flanco y por la espalda, pues que en todas direcciones pueden ser ofendidos; de otro modo, el defensor de la plaza se hallará siempre y en todos los períodos del sitio en circunstancias desfavorables respecto de su enemigo, es decir, que la fortificacion no llenará su verdadero objeto, el de amparar al débil contra el fuerte.

El hombre para librarse de la punta de la espada de su enemigo, se cubrió de frente con el peto, la rodela ó el escudo; mas para defenderse de las cuchilladas altas ó del golpe de la clava ó del hacha, amparó con un casco su cabeza; y el uso del espaldar que unió al peto, le protegió contra los ataques de flanco y de revés. Cuando aparecieron las armas de fuego y

el cañon se limitaba á dirigir sus proyectiles directamente al objeto, y el obus corto lanzaba sus granadas de una manera insegura y á cortas distancias, solo eran realmente temibles para el hombre una vez cubierto por su frente, los fuegos curvos del mortero; pero desde que las armas se perfeccionaron y se inventó el tiro á rebote, y se fundieron los obuses largos y se generalizó el uso de los proyectiles huecos, han llegado á ser mas temibles que los directos, los fuegos curvos ó por elevacion.

Por esto, dice la escuela francesa, se acude á los cómodos y fuertes blindajes: ¿y por qué no á las casamatas de mampostería? Si estas acobardan al soldado acostumbrándole á su abrigo ¿no sucederá lo propio con los blindajes si han de construirse tantos como el cuidado y el buen servicio de la artillería exige? Si aquellos entorpecen ó dificultan el manejo de los cañones, ¿no presentan estos el mismo inconveniente? Si las lajas de piedra que arranquen los proyectiles al golpear en las caras y derrames de las cañoneras de mampostería, hieren á los artilleros ó el humo encerrado en las bóvedas les aflige, ¿serán mayores estos daños que los que puedan resultar á los hombres y al armamento, de estar constantemente espuestos á recibir el fuego enemigo en todas direcciones y de todas maneras?

Además, que de estar los abrigos construidos para cuando comience el sitio, á tener que hacerlos precipitadamente bajo el nutrido fuego de las baterías del sitiador, hay una diferencia inmensa: y las tropas empleadas en este penoso y arriesgado trabajo, que solo puede llevarse á cabo á costa de mucha sangre y de emplear un abundante material de que no siempre es fácil disponer (y aun así es muy raro que resistan la fuerte percusion de las bombas), pudieran, estando los abrigos de antemano construidos, ocuparse en verificar salidas, en reparar los deterioros causados por el fuego enemigo en las obras de defensa, ó permanecer en descanso, cuando otra cosa no se ofrezca, para estar bien dispuestas á resistir con el vigor indispensable la violencia de los ataques próximos.

Parece, pues, que sin prejuzgar la cuestion de preferencia entre los dos métodos llamados respectivamente aleman y francés, considerados en globo, puede decirse que los abrigos á prueba para la guarnicion, asi como los destinados á cubrir las armas empleadas en la defensa y tambien los que hacen uno y otro servicio, son de utilísima y casi indispensable aplicacion en la fábrica de las fortificaciones.

No es esto, sin embargo, decir que todas las obras acasamatadas deban calificarse de buenas (1); muchas hay que por su defectuosa construccion ó inoportuna colocacion son malas y perjudiciales. Tampoco queremos asegurar que aun las buenas y sólidas casamatas de mampostería establecidas en un frente de la manera mas conveniente, hagan de un lugar cualquiera una posicion inconquistable como algunos han dicho; es mucho el poder del ataque para abrigar semejante pretension; y sabemos que las casamatas caerán al impulso del multiplicado y certero fuego de las baterías del sitiador, si este cuenta con el armamento, la gente y el tiempo necesario para ello; pero siempre que obliguemos á aquel á hacer tales sacrificios en personal y material, y á llevar sus ataques con tanta lentitud que una mala estacion le alcance haciendo imposible la prosecucion de los trabajos de trinchera, ó que los mil inconvenientes de vivir al descubierto le abrumen física y moralmente, ó que los sucesos vários de la guerra y los cambios frecuentes de la política en el espacio mas largo de tiempo que se le obligue á permanecer enfrente de nuestras obras permitan la aproximacion de un ejército de socorro, y que por uno ú otro motivo se vea en la precision de levantar el sitio, la fortificacion ha llenado su objeto. Y no hay duda que contribuirán decididamente á sostener el espíritu del soldado y á hacer soportables los sufrimientos consiguientes á un largo período de asedio, los abrigos seguros que la fortificacion le

(1) Véase el capítulo siguiente.

procura para si, para sus compañeros heridos, para sus armas y municiones de toda especie.

Se asegura que ha de influir mucho y desventajosamente en la moral del soldado sitiado, el ver que las primeras baterías enemigas derrumbarán parte de los muros de frente de esas casamatas en las que tiene puestas toda su confianza; pues, del mismo modo, ¿nada influirá en el ánimo del sitiador la vista imponente de esas murallas de piedra en las cuales no alcanza á ver un solo cañon, y á veces ni un solo ser viviente contra el cual dirigir sus punterías? Si es exacto lo primero, no hay razon para dudar de lo segundo. Consignemos aquí el hecho de que una escuadra muy poderosa ha permanecido largo tiempo frente de los fuertes acasamatados de la entrada del puerto de Sebastopol, sin haber empeñado nunca un combate formal, y esto no consistió seguramente en falta de habilidad ó de resolucion en los marinos.

Uno de los medios puestos en práctica para averiguar cuál de los dos métodos de fortificar, el aleman ó el francés, es el preferible, ha sido el de calcular la rapidez con que adelantarán los trabajos de sitio en el ataque dirigido contra plazas fortificadas por uno ú otro de aquellos; pero nada puede asegurarse sobre el particular por falta de datos esperimentales, no ya tratándose del método aleman, pero ni aun del frente Noizet, ni siquiera del llamado moderno corregido ó sea el de la escuela de Meziéres, pues todavía no ha llegado el caso de que alguno de ellos sufra un sitio en regla. Sin embargo, parece lógico, como antes dijimos, suponer, atendido el poder actual de la artillería, que los abrigos á prueba han de conceder al primero una superioridad indudable, pues si bien algunos autores al tratar de conducir teóricamente los ataques contra un frente poligonal, han procurado demostrar que su ponderada resistencia es mas una ilusion que una realidad, nos parece que sus cálculos son, por lo menos, exagerados. Lejos de nosotros la idea de creer que hemos encontrado el ver-

dadero valor de este género de fortificacion, pero es indudable que sus opositores no siempre han ajustado su crítica á la lógica de una razon severa.

Por ejemplo, el Capitan Maurice de Sellon (1) entre otros, se propone atacar uno de los fuertes principales construidos á la orilla izquierda del Rhin para proteger á Coblentza, el llamado Alejandro, cuyos frentes tienen la forma que representa la **FIG. 5, LÁM. II.** Todos los esfuerzos del ingeniero se dirigen (2) á destruir los fuegos acasamatados de las obras; lo que consigue, segun sus cálculos, derribando una por una las casamatas, si bien se hace cargo de que la apertura de la trinchera, así como la construccion de sus contrabaterías y baterías de brecha han de ser operaciones difíciles y arriesgadas, por consiguiente mucho el tiempo que ha de invertirse en llevarlas á cabo. Llega por fin el autor, despues de desembarazarse de una gran parte de los fuegos de cañon del sitiado, á coronar el camino cubierto; emprende el paso del foso, y luego el asalto de la brecha que verifica rápidamente, porque para entonces supone completamente arruinada la gran caponera central. «Apoderado el sitiador» dice, «del cuerpo de plaza, será menester tomar la torre de Montalembert que sirve de reducto.» Parece, pues, que lo que falta no es una operacion sencilla; sin embargo, nuestro autor se contenta con añadir desdeñosamente: *C'est une affaire d'artillerie.* Como realmente lo mismo sucedia desde que empezó el sitio, esta conclusion nada nos dice; y si dijese algo, seria en favor de la torre de Montalembert, porque la importancia de los atrincheramientos interiores, no es, por cierto, lo que mas distingue á la fortificacion abaluartada. No nos sorprendió esta conclusion, que podemos decir tan ligera en asunto tan grave, desde que vimos que al comenzar el Capitan Maurice su análixis de

(1) Capitan de ingenieros francés.
(2) *Memorial de l'Ingenieur militaire.*—1849.

los proyectos de Montalembert se espresaba en estos términos: «espantar al enemigo por medio de un despliegue inmenso de baterías acasamatadas y de muros aspillerados, que en la edad media y antes de los progresos hechos en el arte de atacar, de rebotar y de batir en brecha á largas distancias, hubiese hecho maravillas, tal es el secreto, *le dernier mot* de la fortificacion perpendicular.» Por nuestra parte creeremos siempre que 300 cañones cubiertos de los fuegos directos y curvos de las baterías del sitiador, deben imponer á este, lo mismo hoy que ayer y que mañana.

Otro Capitan de ingenieros, Mr. Mangin (1), dice que las dos propiedades que Montalembert señala á su trazado poligonal, es decir, la abundante artillería que permite colocar en sus obras y el gran desarrollo que exige para los trabajos de ataque que puedan dirigirse contra uno de estos frentes, no tienen un valor real. Confiesa, sin embargo, que en un frente poligonal pueden montarse hasta 390 piezas de artillería que miren á la campaña, en tanto que el abaluartado solo admite un máximun de 260; y que en cuanto á los trabajos de ataque, los que se dirigen contra el primero, exigen un aumento de desarrollo en las trincheras de 800 metros de segunda paralela, y 150 de tercera. No se comprende, pues, por qué el mismo autor dice á renglon seguido que tales condiciones, especialmente la última, no pueden retardar ni un solo dia los progresos del ataque. Pretende justificar esta aseveracion singular, en lo difícil que sería al sitiado el manejo de tan numerosa artillería, y en que los trabajos de zapa se ejecutan hoy con suma rapidez. Si es cierto lo primero tratándose del sitiado, lo será igualmente con referencia al sitiador, obligado como se verá á aumentar sus trenes y multiplicar sus baterías, con la diferencia, sin embargo, de que aquel tiene toda su artillería preparada y dispuesta, cuando este empieza á levantar sus espal-

(1) *Memoire sur la fortification poligonal.*—1851.

dones; y eso de que el aumento de trabajo en la segunda y tercera paralela (950 metros) hecho bajo el fuego de cañon de la plaza no retarde *un solo dia* la marcha de los ataques, es una frase absoluta que seria bien difícil de demostrar, por mucha que sea la celeridad que concedamos al trabajo de zapa; esto sin contar con que en las construcciones de las baterías empleará el sitiador, como Mr. E. de Sellon reconoce, mas tiempo que el ordinario.

Pues del mismo modo que se han criticado las fortificaciones modernas levantadas en Alemania, sucede con la abaluartada por los alemanes. El mayor General Brize comparando la resistencia que ofrecen cuatro obras independientes trazadas segun el método poligonal, con un recinto abaluartado que rodease y protegiese la misma estension que aquellas, dice, que aquel tendria que rendirse en cuanto, practicado el alojamiento sobre el glácis y abierta la brecha, se diese por ella el asalto, *no habiendo tomado parte en la contienda la mayor parte de sus obras;* pero que las cuatro últimas no pueden considerarse rendidas mientras no se haya repetido cuatro veces la pesada operacion de la toma de las obras que rodean cada reducto, y luego el sitio de cada uno de estos, es decir, hasta que no se hayan destruido todos los elementos de defensa, á lo cual debe añadirse, que (con mucho menos gasto de dinero y materiales para la construccion, armamento y defensa) pueden proporcionar una resistencia tres ó cuatro veces mayor que la del recinto abaluartado.... etc. Y ¿por qué, decimos nosotros, esta conclusion tan terminante? El autor no la funda, ni aun se propone demostrarla.

Bastan estos ejemplos para convencerse, lo cual es bien sensible (1), de que la cuestion primera que se suscita al indagar el valor relativo de los métodos de fortificar, es decir, la apre-

(1) Descripcion del nuevo sistema aleman de fortificar, por el Mayor General Brize: en aleman, Berlin, 1844.

ciacion del mayor ó menor tiempo que cada uno de ellos pueda resistir á un ataque regular, no se haya tratado con el pulso que su importancia reclama.

Contra los ataques lejanos, los fuegos cubiertos ó acasamatados parece que no tendrán todo el valor que Montalembert les supone, porque les ha de faltar esa libertad con que juega la artillería colocada sobre los terraplenes, como le sucede á un cañon que tira á barbeta comparado con el que situamos detrás de una cañonera; pero en cambio, cuando la distancia acorte y el sitiador se encuentre á la altura de la segunda paralela, entonces, los fuegos curvos combinados con los directos de las casamatas, deben ser muy eficaces, porque el blanco ha disminuido de estension horizontal y la distancia á que está de la plaza se mide mejor. En el último período del ataque el sitiador pierde su facultad envolvente, los frentes de combate son iguales, y á menos de suponer, lo que no es posible si las obras están medianamente construidas, que no ha quedado al empezar aquel último período, ni una casamata ni un cañon servibles, la posicion del sitiado es muy ventajosa respecto de la de su enemigo, que ha de comenzar, al llegar á la cresta del glácis, por edificar al descubierto sus baterías.

Pero, se dice, los muros de máscara de las casamatas desaparecerán bien pronto, una vez roto el fuego de las primeras baterías sitiadoras. Hay mas, Mr. Noizet sienta como axioma, que una batería acasamatada nunca luchará con ventaja contra otra batería de la misma fuerza construida á descubierto ó á campo raso. Sin duda que las mamposterías, siendo vistas por el enemigo, han de padecer mucho desde el principio del combate; esto la misma esperiencia lo confirma: pero cúbranse por su frente aquellos muros de piedra con buenos y sólidos macizos de tierra que detengan y reciban los proyectiles que á ellos se dirijan, y entonces será muy difícil el destruirlos, porque solo tendrán accion sobre ellos los fuegos curvos tendidos, poco certeros; y porque los proyectiles así lanzados, pierden,

por herir oblicuamente al blanco, gran parte de su fuerza de percusion.

La esperiencia ha demostrado, dice el Mayor general Brize, cuán costosa é ineficaz es la resistencia de tales obras si las murallas se hallan espuestas al tiro directo de la artillería de grueso calibre, y por otra parte qué defensa tan prolongada y eficaz pueden proporcionar si se ponen á cubierto del fuego esterior; es, pues, necesario cubrir nuestras torres y cuarteles defensivos cuanto sea posible, de modo que no puedan ser injuriados por los tiros directos de la artillería enemiga, para lo cual deben rodearse á cierta distancia de terraplenes.... Si varias de estas obras ocupan reunidas una posicion que tenga á su retaguardia una obra principal desahogada é independiente, entonces la proteccion de las masas cubridoras solo es necesaria en aquellas partes hácia las cuales puede avanzar el enemigo con trincheras y baterías.

De estas consideraciones se desprende, que la fortificacion debiera disponer de fuegos altos y descubiertos, ó sea colocados sobre los terraplenes, para combatir los ataques lejanos; y de buenas casamatas protegidas por masas de tierras convenientemente dispuestas, para la defensa próxima. Así lo han comprendido sin duda los ingenieros alemanes, toda vez que en sus nuevas construcciones hemos visto desaparecer aquellas torres colosales de cuatro y mas pisos que propuso Montalembert, á las que no es fácil cubrir sino á costa de enormes gastos y de macizos de tierra de dimensiones escesivas, que impedirian por otra parte hacer fuego desde las casamatas de los pisos inferiores. Además de que, si hubiese de jugar á la vez toda la artillería que dichas obras pueden contener, la sola conmocion producida por esta sería bastante para descomponerlas y acaso destruirlas.

Se vé, pues, que á las baterías establecidas sobre los anchos terraplenes de un frente abaluartado, las suponemos un gran valor como destinadas á oponerse á la apertura de la trinche-

ra y construccion de las primeras baterías; no solo porque entonces se hallan en toda su fuerza y juegan, como hemos dicho, con todo desembarazo, sinó porque la posicion relativa de las distintas partes del frente combina ingeniosamente sus fuegos y estos barren perfectamente la campaña á aquella distancia; pero por lo mismo que son baterías descubiertas y no hay mas que un órden de ellas, cuando el sitiador avance, cuando el momento llegue del ataque cercano ó último, es lo probable que para entonces, con las cureñas rotas y los cañones por el suelo, é inundadas las obras por los fuegos curvos, no habrá medio posible de mantenerse en ellas. Sin esperimentar una resistencia vigorosa, continuará el sitiador sus ataques; ¿y qué será de la defensa de la plaza si esta no cuenta en tales circunstancias con buenos y sólidos atrincheramientos interiores de carácter permanente?.... que abierta la brecha, la rendicion es cuasi indispensable aun antes de dar el asalto. He aquí la ocasion de apreciar debidamente la verdadera importancia de los grandes reductos, de los cuarteles defensivos, de las torres de Montalembert de cuya conquista dice desdeñosamente el Capitan M. de Sellon, *C'est une affáire d'artillerie*; pero que pueden sin embargo prolongar la defensa, apoyar en último caso una capitulacion honrosa, ó quizás dar la victoria á los sitiados. ¡Cuántas veces ha ocurrido y ocurrirá que la salvacion de estos consista en sostenerse veinte y cuatro horas mas!....

La propiedad que tiene el trazado poligonal de hacer que sea muy difícil tomar de enfilada las distintas porciones de su recinto, en virtud de la gran abertura de los ángulos del polígono que permite dirigir aquellas á puntos en los cuales el enemigo no puede establecer sus baterías, es decir, á puntos que se hallan dentro del terreno de la fortificacion, es una propiedad de primer órden, de la cual no gozan los fuertes abaluartados porque sus ángulos flanqueados son por necesidad mas pequeños. No obstante, en estos últimos puede tambien

conseguirse que el sitiador se vea obligado á dar un gran desarrollo á sus trabajos de ataque y á empezar estos á mayor distancia, siempre que la media luna, por su gran saliente, coloque á los ángulos del polígono en entrantes muy pronunciados; estas medias lunas, si hubiesen de trazarse en convenientes proporciones delante de los frentes poligonales, resultarian, atendida la longitud de estos, con dimensiones enormes, lo que haria su construccion inconveniente y en muchos casos imposible, porque su utilidad no compensaria los crecidos gastos que habia de ocasionar su fábrica, ni el aumento de guarnicion que reclamaria su servicio y defensa.

Respecto del coste que, en circunstancias análogas, pudiera exigir la adopcion de uno ú otro método de fortificar, tomaremos nota de los cálculos mas probables segun las noticias recogidas por el Capitan Mangin.

Recinto abaluartado.	Francos.
Total para un frente.	406.350
Recinto poligonal.	
Frentes semejantes á los del fuerte Alejandro de Coblentza.	
Total para un frente.	498.230
Diferencia á favor del primero.	91.880
Pero comprendiendo todo el recinto, y en atencion á que los frentes del segundo método son de mayor longitud que los del primero, podremos calcular 9 para este y 6 para aquel, resultando entonces.	
9 frente abaluartados.	3.657.150
6 poligonales.	2.989.500
Diferencia á favor de los últimos.	667.650

Economía relativa $= \frac{1}{5,47} = 0,18$

OBRAS ESTERIORES.

Fortificacion abaluartada.

Medias lunas, reductos de plazas de armas y glácis; para un frente.	318.300

Fortificacion poligonal.

Revellin.—Reductos.—Traversas y glácis; para un frente.	382.000
Diferencia á favor de la primera.	63.700
Comprendiendo todo el recinto, resulta:	
Para la primera.	2.864.700
Para la segunda.	2.292.000
Diferencia á favor de la segunda.	572.700

Resúmen.

Método abaluartado.	6.52.1450
Id. poligonal.	5.28.1500
Diferencia absoluta en favor del segundo.	1.239.950

$$\text{Diferencia relativa} = \frac{1.239.950}{6.521.450} = 0{,}19$$

Hay, pues, en esta comparacion, un resultado favorable á la llamada fortificacion alemana. Sin embargo, debemos advertir que, en nuestro concepto, semejante operacion numérica no puede ni debe influir de una manera tal que haya de tomarse en cuenta al indagar el verdadero valor de este ó del otro método de fortificar, porque, ¿qué representa para un Estado que se propone construir una plaza de guerra de primer órden, dos ni seis ni diez millones mas, si con este gasto

acude á la salvacion de un ejército, al amparo de una poblacion numerosa y quizás á sostener la independencia, la libertad del país? Además, el cálculo que hacemos es tal vez exacto al comparar dos posiciones determinadas *A* y *B*; pero hagamos igual operacion con referencia á otras dos plazas que deban situarse en *C* y *D*, y entonces la topografía y naturaleza del suelo, la dificultad de procurarse este ó el otro material de construccion, el importe de los jornales y otras mil circunstancias de localidad, harán variar las cantidades hasta el punto de que la economía que en el primer caso resultó para uno de los métodos, en el segundo aparecerá en favor del otro. Así, pues, hemos presentado estos números por imitar á cuantos se han ocupado en hacer el análisis de las distintas maneras de fortificar, mas no para tomarlos en cuenta en estas reflexiones, con tanta mas razon cuanto que la diferencia relativa que hallamos no es tal, que, á pesar de las consideraciones espuestas, debieran por su magnitud fijar nuestra atencion.

Pero al inclinarnos al empleo de la fortificacion poligonal con sus grandes caponeras, con sus reductos establecidos en el camino cubierto, con sus cuarteles defensivos y sus obras destacadas, tropezaremos con un nuevo inconveniente que se atribuye á la misma, por efecto de esa diversidad y separacion de obras principales; y consiste, en que la guarnicion se subdivide en varios grupos que se encuentran hasta cierto punto aislados, y sobre los cuales no puede ejercer el Gobernador de la plaza la vigilancia que ejerceria sobre los defensores de un recinto abaluartado, esparcidos en los anchos terraplenes accesibles en todos sus puntos desde el interior. Verdad es que, generalmente, dan entrada á las caponeras y á los reductos acasamatados unas poternas estrechas é incómodas que entorpecen todo movimiento de tropas y trasporte de artillería y de municiones. En las fortalezas mas recientemente construidas en Alemania se ha procurado corregir este defecto, que si

en efecto lo fuese, apareciera aun mayor en esas posiciones envueltas únicamente por fuertes aislados ú obras independientes, en las cuales puede decirse que no es posible haya unidad en la defensa, y que necesitan, no ya de un Gobernador inteligente y activo, sinó de tantos jefes como obras haya, capaces por sí solos de dirigir con acierto y energía las operaciones de defensa contra un ataque regular; circunstancia es esta que debe llamar la atencion del que proyecta para no dejarse alucinar por las ventajas que, bajo otros aspectos, presenta este género de construcciones. Ocupándose de este punto el Capitan Mangin, dice, que *el sentimiento de debilidad acompaña siempre al aislamiento.* Esto, por muy sentencioso que parezca, es algo exagerado; pues no es posible desconocer el favorable influjo del sentimiento de noble orgullo y de rivalidad que se despierta entre jefes y soldados pundonorosos colocados en situaciones análogas.

Indicamos antes que el vigor defensivo, la energía de esas obras destacadas á las cuales califican los alemanes de independientes cuando se construyen segun sus principios de defensa, se prestaba al establecimiento de los campos atrincherados permanentes, bien aislados, bien apoyados en una plaza de guerra. Como esto conduce naturalmente á la difícil cuestion de si los puntos verdaderamente estratégicos de un país deben fortificarse con recinto contínuo solamente, ó haciendo entrar el cordon de obras destacadas como primera ó tal vez como única línea atrincherada, no obstante que en las modernas construcciones, así alemanas como francesas, se observa una marcada predileccion por el segundo dictámen, vamos á esponer lo que sobre punto tan debatido dice el General de ingenieros francés Noizet en sus *Principios de fortificacion permanente*, para comparar despues su opinion con la del Coronel Zastrow que tomaremos de su *Historia de la fortificacion permanente*, la cual, segun el parecer de un oficial francés, es una de las mejores obras recientemente escritas en Alemania.

«Un solo recinto (dice Noizet hablando de la fortificacion »de una gran ciudad) es poco para el papel que debe desem»peñar la plaza, cual es, el de servir de base y de apoyo á un »ejército activo, y así conviene que en aquellos puntos que la »rodean y están mejor situados, se establezcan fuertes, de ma»nera que puedan cubrir un cuerpo de tropas que venga á »tomar posicion bajo la proteccion de uno ó de muchos de ellos »sin obligarle á entrar en la ciudad..... Verdad es que seria po»sible, en el momento de estallar la guerra, remediar la falta »de estos fuertes construyendo al rededor de la plaza diversos »campos atrincherados con obras de campaña; pero además »de que este seria un trabajo considerable que el tiempo y las »circunstancias no siempre permitirian llevar á buen término, »semejante fortificacion nunca ofreceria una seguridad ni pro»teccion tan grande como los fuertes permanentes; debe, pues, »reservarse en este caso la fortificacion de campaña para cu»brir algunos puntos débiles de los campos ocupados. Estos »fuertes, por otra parte, llenan un doble objeto cuando la plaza »se encuentra abandonada á si misma. El primero es, el de re»mediar la debilidad del recinto (á quien supongo solo al abri»go de un golpe de mano) obligando al enemigo á entablar un »primer sitio antes de atacar el cuerpo de plaza; y el segundo, »el de tener al sitiador bastante lejos de la ciudad para que no »pueda incendiarla lanzando algunas granadas, cuando el tiem»po ó las fuerzas le falten para emprender el sitio regular. Esta »disposicion solo presenta un inconveniente; el de exigir una »guarnicion aislada para cada fuerte, independientemente de »la necesaria para la plaza. Por esto no aconsejaré yo que se »adopte para una plaza ordinaria, y menos para una mediana »ó pequeña de la frontera de tierra, á no ser que alguna cir»cunstancia particular obligue á ello; pero no diré lo mismo »cuando se trate de una gran plaza del género de las que nos »ocupan, en las cuales debe siempre dejarse guarnicion sufi»ciente para la custodia de la ciudad y de los fuertes. Si la po-

»sicion que ha de fortificarse no está ocupada por una gran »ciudad, la cuestion es distinta y ordinario asunto de contro- »versia. Algunos talentos distinguidos han querido establecer »en tales circunstancias un campo atrincherado formado con »lunetas, reductos, ó torres aisladas que se flanqueen mútua- »mente, sostenidas por un reducto central que puede ser, se »gun los casos, una pequeña plaza ó un simple fuerte. Esta dis- »posicion ofrece sin duda algunas ventajas, y si existiese en »algun punto importante, debiera conservarse; pero muchos »ingenieros célebres, al frente de los cuales se puede citar al »General Haxo, han presentado contra ella sérias objeciones »que siempre me han parecido fundadas, y pienso, **CON LA MAYOR PARTE DE LOS INGENIEROS FRANCESES ACTUA- »LES**, que basta para guardar la posicion dicha el fuerte ó la »pequeña plaza central, cuya necesidad es generalmente reco- »nocida en todos los casos. . . . . »

». . . . . »

». . . . . El establecimiento de campos »fortificados por obras permanentes debe, pues, limitarse, salvo »raras escepciones, al solo caso de una plaza de primer órden, »y que ocupe una buena posicion militar. En todas la demas »circunstancias parece preferible el no fortificar un campo »sinó cuando la direccion de la guerra haga conocer la conve- »niencia de ello, y aprovechándose, al construirlos, de las plazas »que puedan apoyarlos ó de las obras avanzadas ó fuertes que »existan delante de estas plazas. En fin, cuando puede estable- »cerse ventajosamente un campo sobre una posicion impor- »tante, fuera de la inmediata proteccion de una plaza, conviene »hacer guardar la posicion, sobre todo en país de montaña, por »un fuerte que le sirva de reducto.»

El Coronel Zastrow, despues de hablar de los campos atrin- cherados para quince ó veinte mil hombres establecidos por Vauban bajo el cañon de las plazas, y de hacerse cargo de las ventajas que aquel gran ingeniero les supone, las cuales pue-

den reasumirse diciendo, que obligan al sitiador á presentar un grande ejército, y á emprender simultáneamente el sitio á la plaza y al campo, porque si ataca primero á aquella ó á este, la guarnicion de la obra atacada auxiliada por la otra la combatirá enérgicamente verificando grandes salidas en masa; despues, decimos, de enumerar estas ventajas, añade: «1.°, »que los campos atrincherados pueden, en el caso de invasion »rápida de un enemigo superior, servir de punto de reunion »á las tropas ó impedir que estas sean atacadas y batidas ais»ladamente; 2.°, que ofrecen despues de una derrota á un »cuerpo de ejército (y aun siendo grandes y provistos de los »almacenes necesarios, á un ejército entero), un refugio segu»ro para reponerse de sus fatigas, reparar sus pérdidas y »tomar de nuevo la ofensiva cuando lo permitan las circuns»tancias; 3.°, que sirven, cuando la plaza no es suficiente»mente grande, para recibir y proteger los almacenes de los »cuales el ejército que está en campaña saca sus subsistencias; »y por último, que una plaza sin campo no detiene tan fácil»mente al enemigo en su invasion, porque este la bloqueará y »seguirá su marcha, lo que no podria hacer si tuviese que de»jar á sus espaldas un cuerpo de diez ó doce mil hombres tran»quilo en sus trincheras.»

Dada la utilidad de los campos, y en vista de que la forma de líneas continuas que les daba Vauban no es conveniente, porque casi siempre se toman escalando uno de sus puntos, se prefiere fortificarlos con obras aisladas. Estas hacen en cierto modo el oficio de baluartes, y las tropas que se colocan para la defensa en los intérvalos, el de verdaderas cortinas móviles. Algunas veces estos intérvalos se cierran en todo ó en parte por parapetos de tierra flanqueados por las obras.

»Y es evidente (concluye Zastrow) que un campo cuyos »fuertes aislados están provistos de numerosas casamatas de»fensivas y que reunan en sí mismos todos los medios de de»fensa que solo puede ofrecer la fortificacion permanente, de-

»ben hacer una resistencia incomparablemente mayor que otro »campo atrincherado construido por lo comun al comenzar la »guerra con atrincheramientos de campaña reforzados á lo »mas por blockaus. La fortificacion, pues, de una plaza que »comprenda fuertes destacados, debe ejercer sobre la estra- »tegia toda la influencia de un campo atrincherado, y ofrecer »una poderosa proteccion á un ejército que se halle operando »en el teatro de la guerra de dicha plaza así fortificada.»

La mayor parte de las construidas en Alemania, desde 1815, forman un vasto campo atrincherado cuyo punto central se vé ocupado por la fortaleza que es el alma de la defensa.

Ahora bien; nosotros vemos aquí reconocida por todos la utilidad de los campos atrincherados, si bien la escuela alemana considera su aplicacion útil en general, y la francesa solo en determinados casos, admitiendo tambien los atrincheramientos de campaña que desaprueba Zastrow.

Pero los campos defendidos por un atrincheramiento de campaña continuo, á menos de un desarrollo enorme, solo pueden contener de diez á doce mil hombres; si este recinto hubiera de ser permanente, seria tan costoso ó mas que la plaza misma que le sirviese de apoyo. Esta podrá ser otra razon para preferir el formar aquellos con un cordon de obras destacadas; y no hay duda que las llamadas independientes con sus poderosos reductos acasamatados, son de una gran aplicacion en estos casos.

En cuanto á que los campos se apoyen á una plaza ó tengan una fortaleza ó fuerte que les sirva de reducto, las opiniones están conformes. El gran campo atrincherado de Lintz es una especialidad que tiene pocos admiradores.

Volviendo ahora al trazado de las plazas, nos ocuparemos de otra observacion que ocurre siempre que se comparan los métodos aleman y francés; observacion del mayor interés por mas que, generalmente hablando, no se le haya querido conceder, y es la que se refiere á la mayor ó menor facilidad con

que los respectivos trazados se plegan al terreno. Todas las cuestiones sobre fortificacion se ventilan en el supuesto de un pais sin accidentes, ó por mejor decir, sobre un plano; y precisamente este es el caso mas raro que ofrece la naturaleza, particularmente en nuestra España.

Para el oficial de ingenieros encargado de fortificar una posicion señalada como importante por las leyes de la estrategia (y que supongamos debe hallarse en una porcion llana de terreno) al cual se le prevenga que el polígono ha de ser de tal número de lados sobre cada uno de los cuales deba aplicarse el trazado de Noizet, por ejemplo, el problema estará reducido á hacer un trabajo puramente geométrico ó mas bien de dibujo; porque este trazado, perfectamente definido por la estension de sus líneas y la magnitud invariable de sus ángulos, si bien paraliza ó hace hasta cierto punto inútil la imaginacion del ingeniero que proyecta, le ofrece en cambio la seguridad de desempeñar bien su cometido. Pero como la zona que la fortificacion de que hablamos ha de ocupar atendida la longitud de los lados del polígono, es bastante estensa para presumir que acaso no se encontrarán dos posiciones en las cuales pueda hacerse el trazado del mismo modo que en el papel, la cuestion de desenfilada tomará grandes proporciones. Un montecillo, una hondonada, un espacio pantanoso, la cuenca de un pequeño rio, cualquiera de estos accidentes basta para dificultar é imposibilitar á veces la aplicacion de aquel trazado, á menos de derribar una colina por su base ó terraplenar los barrancos, ó empeñarse para evitar esto en una série de problemas penosos para cuya resolucion hayan de aumentarse los relieves hasta una altura inconveniente, ó acumular anchos traveses que ocupan una gran parte de los terraplenes y embarazan el servicio de la guarnicion; y esto consiste, en esa misma ingeniosa y perfecta relacion que tienen entre sí todas las partes del trazado, de manera que la variacion que en una de ellas se introduce, lleva consigo la necesidad de modificar las

otras; es decir, que influye directamente en el conjunto. En el trazado poligonal no sucede así, porque la combinacion de sus líneas, la relacion de sus partes no es de tal manera precisa é invariable, que no pueda modificarse, caso de ser necesario, sin tocar á su principal elemento ó sea la gran caponera central; ni las dimensiones de esta son tan fijas ni tan determinada su forma, que no puedan modificarse si así lo exige la configuracion y calidad del suelo que ha de ocupar ó del que tiene á su frente; por ejemplo, nada importa que tal ó cual foso de sus obras quede, en virtud de una depresion del terreno, de la direccion forzada de alguna de sus murallas ó de otra causa cualquiera, desprovista de fuegos, porque se acude fácilmente á proporcionarlos con un reducto, una caponera ó una galería de escarpa ó de contraescarpa. Situada la gran caponera central, el lado del polígono se estiende por ambos lados en línea recta; pero si las condiciones topográficas no se prestasen á ello, se dobla dicho lado por su medio y hácia el interior en forma de tenaza, ó hácia el esterior en forma de rediente, sin que por esto se debilite la fuerza de resistencia del frente. Si en su zona militar hay una posicion dominante ó un punto de importancia ó cardinal para la defensa, no se ocupa, como hace la fortificacion francesa, con una luneta que por su configuracion necesita del apoyo inmediato de la plaza ó de sus débiles obras esteriores, sinó que sirve de pedestal á una obra independiente que, por serlo, encierra dentro de sus muros todos los elementos indispensables para resistir el rigor de un sitio.

Así que, en cuanto al trazado del cuerpo de plaza, parece que en los paises llanos, es decir, análogos á aquellos en donde llegó á perfeccionarse la fortificacion abaluartada, podrá esta aplicarse fácilmente; pero semejante facilidad irá desapareciendo á manera que se accidenta el terreno, hasta el punto de llegar á ser, como el mismo Noizet reconoce, dicha aplicacion de todo punto imposible.

En espacios pequeños, los reductos abaluartados tampoco son convenientes, en atencion á la mucha parte de suelo que roban las obras por lo que la cortina se retira de los salientes; mientras que los reductos ó torres acasamatados permiten disminuir el desarrollo de las líneas de la fortificacion.

Se ha creido en Francia, dice el Capitan de ingenieros francés Ed. de la Barre du Parcq (1), que el empleo de estos fuertes (habla de las torres á la Montalembert que rodean á Colonia) podria ser ventajoso tratándose de fortificar aisladamente una posicion poco estendida y dominante, á causa de que, por una parte su trazado permite acortar las líneas de la fortificacion mas que el trazado abaluartado, y por otra, siendo poco temible el rebote en las posiciones elevadas, las caponeras acasamatadas funcionarian entonces hasta el establecimiento de las baterías sobre la cresta del camino cubierto del frente.

En un país medianamente accidentado, caso el mas general, y con mas motivo en los montañosos porque en ellos el tiro á rebote es poco eficaz, el método poligonal se aplica por todas partes con mucha facilidad, por lo mismo que se presta á tantas combinaciones en su trazado como variaciones presenta en su estructura la caprichosa configuracion del suelo (2); pero así como la aplicacion de las fortificaciones con frentes abaluartados es en muchos casos, segun dijimos, una cuestion penosa de desenfilada, la del poligonal, aun sin separarse de los principios que le constituyen, es libre, franca, sin trabas para la imaginacion; pero exige por lo mismo un fondo de conocimientos especiales en aquel á quien la resolucion del problema se confia. En la facilidad, pues, con que este método se presta á toda clase de combinaciones, consiste pre-

(1) Estudios militares sobre la Prusia.

(2) Así, dice Noizet, que «en los terrenos muy accidentados como en los paises de montañas, es preciso á veces abandonar la forma abaluartada. Todos los trazados son entonces buenos con tal que se pleguen al suelo y satisfagan las condiciones del flanqueo.»

cisamente la dificultad de acertar con la mejor. Para un oficial esperimentado y de genio, esta libertad es una fortuna; para el que no posea estas facultades, debe de ser un gran embarazo. ¿Veremos aquí un defecto de la fortificacion llamada alemana? Pregunta es esta que puede contestarse afirmativa ó negativamente, y cuya discusion nos llevaria á una série de raciocinios difusos y de escasa utilidad. Nuestra opinion, sin embargo, es, que en ningun país en que se dé cierto desarrollo y solidez á la instruccion de los ingenieros, faltarán algunos que hagan la aplicacion del arte al terreno con el acierto requerido. La mayor parte de los hombres está siempre destinada á ejecutar el pensamiento de unos pocos.

CAPITULO VI.

Casamatas.

Volviendo á los fuegos cubiertos, diremos, que todas las ventajas atribuidas al uso de las mamposterías huecas, elemento primero de los trazados de Montalembert y construcciones de la escuela alemana, vendrian á ser nulas en el momento en que pudiera demostrarse que el humo encerrado en las casamatas las hace inservibles, ó que pueden destruirse fácilmente por el cañon enemigo aun aquellas que se cubren por su frente con macizos de tierra dispuestos con inteligencia, ó en fin, que la práctica de la guerra las hubiera ya calificado desfavorablemente.

De tres clases pueden ser los abrigos á prueba ó abovedados; primera, los que se emplean para cubrir las armas de

los defensores y desde los cuales se empeña el combate con el enemigo; segunda, los que sirven de alojamiento y almacenes; y tercera, los que por su disposicion interior ó su situacion especial, se utilizan para ambos servicios.

Los de la segunda y tercera especie economizan en el interior de las plazas la construccion de un gran número de edificios militares, y su composicion y capacidad están sujetas á las condiciones generales de aquellos, si bien los de la tercera clase deben al mismo tiempo responder á las exigencias de los de la primera, ó sean las ofensivas, de que particularmente vamos á ocuparnos.

De las antiguas bóvedas cerradas con muros de frente delgados y descubiertos por completo á las baterías enemigas, decia, hace mas de dos siglos, el ingeniero español D. Juan de Santans en su *Tratado de fortificacion militar:* «Casa»matas son unos aposentos hechos en los traveses ó flancos, »de donde se puede limpiar el foso, cuando el enemigo quiera »pasarle para minar la muralla, ó hacerle galería, y puede »estar en dicha casamata artillería, y se forma dentro del ba»luarte, en el ángulo que se forma con la cortina, y el través »que casi toma la mitad de él, aunque en estos tiempos no se »usan por haberse hallado por esperiencia que enflaquecen la »fortaleza, y el enemigo procura envocar en ellas las balas de »la artillería de resurtida de la cortina sin verla, y hace mucho »daño, y por otros inconvenientes que la esperiencia ha dado »á entender.» Pero cuando dichas casamatas se construyen con arreglo á los preceptos del arte, con la solidez y magnitudes que reclama la naturaleza de su servicio y, si se quiere, sacrificando parte *del abrigo* que procuran al desahogo é indispensable ventilacion, con respiraderos abundantes, ó lo que es aun mejor, abiertas totalmente por la espalda, entonces, y atendidos los progresos de la balística, no es posible dudar, hemos dicho, de la bondad ni de la oportunidad de su aplicacion. Sin embargo, procuremos indagar si la esperiencia está

conforme con el raciocinio, para lo cual empecemos á dar á conocer las formas mas notables que se han dado á estas casamatas ofensivas.

Despues de las de Arquímedes y de las que se encuentran en algunas torres y pedazos de cortina restos de antiquísimas fortificaciones, y de las que aun pueden estudiarse en los castillos de Sanlúcar y de Niebla, antes citados, las primeras que conocemos aplicadas con cierta regularidad en las obras de defensa son las propuestas por Alberto Dürer en 1527 (**FIGURAS 3 Y 3′, LÁM. III**). Esta clase de bóvedas que se apoyan en el muro de escarpa y que por lo tanto se arruinan con él, siempre se han considerado defectuosas; así que, ya en 1640 el holandés Dillich, entre otros, propuso para los flancos bajos de los baluartes, casamatas perpendiculares ó de eje normal al espresado muro, como se vé en la **FIG. 4, LÁM. III.**

Las del aleman Scheiter (1672) **FIG. 5** combinan los dos géneros de construccion.

La **FIGURA 6** representa las propuestas por la Siure en 1677, abiertas totalmente por la espalda.

FIGURA 7. Casamatas de las torres de Vauban (1698).

FIGURA 8. Las propuestas por D. Sebastian Fernandez de Medrano (1700) (1).

FIGURA 9. Baterías cubiertas que establece Glaser (1728) sobre las capitales de los baluartes y medias lunas.

FIGURA 10. Casamatas que Augusto II Rey de Polonia estableció en sus torres de piedra (1737).

FIGURA 11. Las que el mismo autor coloca en los parapetos de las grandes tenazas para la defensa de los fosos y para oponerse al establecimiento de las baterías de brecha.

FIGURA 12. Las de Rotzberg (1744).

---

(1) *El Arquitecto perfecto en el arte militar* por D. Sebastian Fernandez de Medrano.—1700.—«Con estas bóvedas (dice el autor) se jugará á placer la artillería, y mas si está cabalgada sobre cureñas de mar que son las que yo apruebo en las plazas y en todo caso en este lugar.»

FIGURA 12'. Las propuestas por D. Esteban de Penon para el baluarte de San Cárlos de la plaza de Alicante en 1750, que sorprenden porque se vé en ellas el pensamiento de Haxo, cuyas casamatas presentadas mas de setenta años despues merecieron tantos elogios, y aun hoy puede decirse que son las mas estimadas en Francia.

FIGURA 13. Perfil de las cortinas del frente propuesto por La Chiche (en 1767).

FIGURA 14. Casamatas empleadas por Fallois (1768).

FIGURAS 15, 16 Y 17. Disposiciones mas notables de las casamatas de Montalembert (1776 y 1786).

FIGURA 18. Las construidas en Cherbourg (en 1787.)

FIGURA 19. Las propuestas por Bousmard para los flancos de sus tenazas (1799).

FIGURA 20. Las llamadas Haxo del nombre de su inventor (1826) construidas en Grenoble y otras plazas francesas.

FIGURA 21. Las del fuerte Loyasse de Lion semejantes á las anteriores.

FIGURA 22. Casamatas construidas en Colonia.

FIFURAS 23 Y 24 DE LA LÁM. III Y 25 DE LA LÁM. IV. Propuestas por el Capitan Merkes (1843) del cuerpo de Ingenieros de Holanda.

FIGURAS 26 Y 27, LÁM. IV. Casamatas de Herrera García.

FIGURA 27'. Propuestas por Madeleine (1844).

FIGURA 27''. Propuestas en Bélgica para la fortificacion de Ambéres.

FIGURAS 28, 29, 30 Y 31. Varias disposiciones ó casamatas que se ven en las fortalezas alemanas mas modernas.

FIGURAS 32 Y 33. Casamatas para morteros de Virgin (1788).

FIGURA 34. Id. de Carnot.

FIGURA 35. Id. construidas en Comorn.

FIGURA 36. Id. propuestas por Fergusson.

FIGURA 37. Id. dobles usadas en Alemania.

FIGURA 38. Id. sencillas.

FIGURAS 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45 Y 46. Ejemplos vários de formas diversas de galerías aspilleradas que se ven en fortalezas alemanas especialmente, y francesas.

Esta rápida ojeada nos demuestra, por lo menos, el gran interés con que en todos tiempos se ha mirado el uso de las mamposterías huecas, y los esfuerzos hechos para mejorar sus condiciones. Si entre todos estos modelos pudiéramos decididamente determinar cuál es el mejor para cada caso de aplicacion de casamatas, el problema estaria resuelto; pero esto no es posible: primero, porque falta que la esperiencia haga esta distincion; segundo, porque son tantas las combinaciones que introduce en el trazado de las fortificaciones la infinita diversidad de formas y otras circunstancias del terreno, que siempre que tales casamatas reunan las condiciones de suficiente resistencia y fácil ventilacion, todos los modelos en casos dados pueden ser buenos.

Pero á falta de una larga esperiencia en la guerra, examinemos lo poco que ella nos ha enseñado hasta el dia, mas las investigaciones hechas durante la paz para llenar en parte aquel vacío.

A las casamatas para artillería y fusilería se atribuyen, como principales, los defectos siguientes: que á medida que los enunciemos, iremos analizándolos hasta donde nos sea posible, indicando los medios propuestos para corregirlos.

1.º *El humo que produce un fuego sostenido ó continuado, hace imposible en las casamatas el servicio de las armas de fuego.*

Ya nos dijo Rimpler que en el sitio de Candia (1669) las caponeras, por ser estrechas y cubiertas, se llenaban de humo con frecuencia y por completo, lo que era muy penoso para la guarnicion; pero que, á pesar de esto, se continuó en ellas el fuego sin gran dificultad.

En 1780 edificó Montalembert en la isla de Aix un fuerte de costa para proteger la rada; fuerte al que, por falta de

tiempo, le hicieron los pisos de madera. Componíase de dos órdenes de casamatas para artillería, y en la plataforma tenia colocados algunos cañones que, con los de las casamatas, sumaban un total de 102. Decíase en aquella ocasion que seria imposible el servicio de tantas piezas colocadas de aquella manera, pero que, aun en el caso de no ser así, el estremecimiento producido por el fuego simultáneo de todas ellas seria bastante para destruir la obra. Inquieto el gobierno francés por la gravedad de esta asercion, apoyada entre otros por el general Fourcroy, dispuso que por via de ensayo, se sostuviera en el fuerte durante muchas horas un fuego violento con 67 cañones del calibre de 36. Esto se realizó en 1781, haciendo 123 disparos en dos horas. Una comision compuesta de muchos generales y oficiales, algunos de estos de marina, reconocieron unánimemente que, *el humo no habia impedido el servicio de las piezas, y que era (aseguraron los marinos) menos espeso y por lo tanto menos molesto en las casamatas, que en los entrepuentes de un buque de guerra.*

En el año VIII de la república francesa, se verificaron tambien unas esperiencias para investigar el efecto del humo en las casamatas de las torres abaluartadas de Neuf-Brissac, construidas como sabemos por Vauban. Véase la FIG. 24ª, LÁM. III.

En cada uno de los flancos de dichas torres se habian montado dos cañones de á 4, y al empezar la operacion se limpiaron cuidadosamente todos los respiraderos y el cañon ó chimenea central; y además se dejaron abiertas todas las puertas de comunicacion á los mismos.

En el flanco opuesto á la direccion del viento, se hicieron en 15 minutos 25 disparos, usando el cebo ordinario y la cuerda mecha. El humo no causó impresion desagradable en los artilleros. Pasados 15 minutos, se repitieron en el mismo espacio de tiempo hasta 35 disparos, empleando estopines y lanzafuego. Entonces el humo espeso y de un olor fuerte producido sin duda por el misto del último, se esparció por la

galeria y envolvió á los cañones, lo que era muy incómodo para los sirvientes, pero no tanto que les impidiera permanecer en sus puestos.

En vista de tales resultados, la comision de exámen declaró que la artillería de dichos flancos destinada á rechazar un asalto al cuerpo de plaza, operacion que nunca es larga, podia llenar su cometido cumplida y fácilmente, sin que el humo impidiese su servicio.

La misma comision dispuso una prueba análoga en los pequeños flancos de cortina con otro cañon de á 4 (FIG. 24ᵇ), colocado en la casamata que aquellos tienen. En 15 minutos se dispararon 25 cañonazos sin que los artilleros esperimentasen incomodidad en la vista, pero sí alguna opresion en el pecho, ocasionada, no precisamente por los gases de la pólvora, sinó á causa del vapor producido por la composicion del lanzafuego; no obstante, los mismos artilleros aseguraban que siendo relevados de cuarto en cuarto de hora, el cañon podria servirse todo el tiempo que fuera necesario.

Esto en cuanto á demostrar que aun con escasa ventilacion el humo no hace imposible el uso de la artillería en las casamatas. Además se hicieron otras observaciones que conviene consignar aquí, y son:

1.ª La evacuacion del humo por los respiraderos y chimenea central, fué activa en los primeros instantes despues de cada disparo; pero esta actividad duraba poco, apoderándose aquel despues de la parte alta del subterráneo, por lo que pensó la comision si tal vez convendria multiplicar los respiraderos distribuyéndolos á lo largo del vértice de la bóveda.

2.ª Al verificarse la esplosion sucedia que el humo que escapaba al esterior volvia de fuera á dentro, y se atribuyó este efecto á la reaccion del resorte del aire esterior que, comprimido al principio, repelia despues, al equilibrarse, al cuerpo que lo comprimió.

3.ª El mixto del lanzafuego contribuia mucho al desarrollo

de gases, por lo que se dedujo la conveniencia de sustituirlo con alguna composicion menos perjudicial.

4.ª Al siguiente dia de las esperiencias notóse que la bóveda del pequeño flanco de la cortina contenia todavía humo, y que las esplosiones habian desquiciado la puerta esterior de una poterna inmediata hasta el punto de hacer soltar algunas piezas de las bisagras; en la bóveda no se vieron señales de degradacion.

5.ª Se observó tambien que el polvo adherido al intradós de la bóveda y al suelo de la casamata, habia sin duda producido parte de las incomodidades que se atribuian esclusivamente al humo; de donde se dedujo que antes de romper el fuego seria conveniente hacer limpiar con esmero el pavimento y los muros.

El Capitan Maurice de Sellon, dice (1) hablando de las casamatas que emplea Montalembert en su trazado poligonal, que el humo acumulado en el frente de las cañoneras hace, á los pocos disparos, muy difícil las punterías, y que el estremecimiento producido desquicia las bóvedas y hace saltar las claves.

Ignoramos en qué se funda el autor citado para asegurar esto, pero es de suponer que no diga lo mismo de las casamatas bien ventiladas y con buenas condiciones construidas, como son muchas de las que hoy se ven en las fortalezas alemanas y todas las que ahora se proyectan, porque en ellas se atiende á la renovacion del aire por medio de vanos que, no solo facilitan la evacuacion del humo y gases de la pólvora, sinó que sirven para preservarlas de la humedad y procurar luz, condiciones indispensables para todas, y muy particularmente para las que se destinan al alojamiento de tropas. Pero como el establecimiento de estos vanos ó aberturas está limitado por la necesidad de impedir la entrada á los proyectiles enemigos,

(1) Memorial de *l'Ingenieur militaire*.—1849.

resulta que en cada caso particular y segun sea la direccion de la batería acasamatada respecto de las posiciones probables del sitiador, deberán ser aquellos distintos aunque abundantes, ya que no sea siempre posible adoptar la disposicion mejor, es decir, la de dejarlas totalmente abiertas por la espalda, con solo un pequeño muro de antepecho que detenga los cascos de los proyectiles huecos que puedan reventar en el patio de la obra.

El Coronel Irizar (1), hablando de las casamatas cerradas, dice que es difícil conseguir en ellas la salida del humo por otros medios que por las máquinas de vapor. A este fin, añade, «colocada una máquina en la gola de los baluartes, deben disponerse de este punto á los flancos, y á los flancos bajos, conductores y depósitos de aire que puedan resistir á la presion constante de tres ó cuatro atmósferas, y preparados de tal modo que, dando salida al viento por medio de unos tubos con llaves, pueda establecerse cuando se quiera la corriente necesaria para que arrojando el humo por las cañoneras, por los respiraderos y por la bóveda de comunicacion, hagan, no solo habitables las casamatas y capaces del fuego mas violento, sinó tambien propias para que los artilleros puedan hacer el servicio con tranquilidad y en una temperatura adecuada para las faenas constantes de fuerza». . . . . .

. . . . . .«Sinó hubiere máquinas de vapor, seria de opinion que á la altura próximamente de los dos tercios desde el suelo de la casamata á su clave, se construyera un piso seguro de madera y tablazon, bien unido por sus juntas y apoyado en canes ó ménsulas de hierro empotradas en la bóveda, disponiendo de modo que este enlosado estuviera cerrado, y que solamente tuviera escotillas que pudieran abrirse y cerrarse á discrecion y con facilidad para dar por ellas salida la humo á la parte superior de la casamata.

---

(1) *Memoria sobre los fuegos cubiertos*, por el Coronel, Teniente Coronel de Ingenieros, D. José de Irizar.—1850. Madrid.

2.° *Las casamatas serán prontamente arruinadas por la artillería enemiga.*

Pueden presentarse dos casos: ó las casamatas están completamente descubiertas á su frente, ó están protegidas por unas contraguardias ó masas de tierra que ocultan gran parte del muro de máscara á la vista del sitiador, en cuyo caso este no puede cañonearlas directamente desde la campaña sinó por medio de trayectorias curvas.

En el primer supuesto, y una vez establecidas las baterías enemigas, es seguro que en un plazo mas ó menos largo, caerán los muros de frente, y los proyectiles que penetren por las cañoneras, máxime si son de los huecos, que verifiquen su esplosion dentro de la casamata, harán imposible la permanencia en ésta de los artilleros, y por consiguiente el manejo de sus cañones; y decimos que esto es seguro, porque debe considerarse al sitiador provisto de artillería en abundancia, y servida con actividad y acierto.

En el segundo caso, se verá este precisado á apoderarse antes del cubrecaras ó contraguardia para descubrir y cañonear directamente la obra, operacion difícil, así por el trabajo de avanzar hasta la posicion de aquel macizo de tierras, como por el de establecerse y construir en él sus contrabaterías; á no ser que desde lejos, segun lo aseguran algunos autores franceses, pueda, valiéndose de los fuegos curvos tendidos y haciendo pasar sus proyectiles por encima de aquel obstáculo, herir y arruinar la mampostería de las casamatas, en cuyo caso el valor defensivo de estas quedaria reducido á bien poco.

En 1847 se hicieron varias pruebas en Bapaume, algunas con el fin de averiguar la posibilidad de abrir brecha practicable en un terraplen acasamatado con bóvedas perpendiculares. Al efecto se sitúo una batería de brecha frente á un flanco retirado pero descubierto enteramente á la batería, FIGURA 7, LÁM. II. Las cifras que indican los datos y resultados son, segun Fallot, los siguientes:

Blanco.	Altura de la escarpa del flanco. .	$11^m,25$
	Id. de la ranura horizontal para la brecha.	$4^m,20$
	Luz de las bóvedas de las casamatas.	$3^m,55$
	Longitud de las mismas.	$10^m,00$
	Espesor de los piés derechos intermedios.	$1^m,80$
	Id. del muro de escarpa.	$3^m,50$
Batería de brecha con tres cañones, de á 16.	Distancia al blanco.	$71^m,00$
	Angulo vertical de tiro.	4°, 50
	Id. de incidencia.	84°, 00
	Carga de los cañones, $\frac{1}{4}$.	
Prueba.	Número de disparos empleados en hacer la ranura horizontal de brecha.	75
	Id. en las verticales.	192
	Id. en hacer caer el muro. . . .	9
	Total de disparos hechos.	309
	Anchura de la brecha abierta. .	$6^m,70$
	Tiempo invertido.	$5^h\ 40'$

Al cabo de los 75 disparos se rompió el muro, pero las bóvedas y la parte superior del revestimiento no cayeron. Con los escombros que iban acumulándose sucesivamente en el espacio estrecho comprendido entre el orejon y la cortina, se formó una rampa practicable, lo que no hubiera sucedido si se tratara de un lienzo seguido de muralla puesto que los escombros producidos fueron pocos.

La prueba siguiente se hizo sobre otro flanco en idénticas condiciones, solo que se habian colocado tablones detrás de la cañonera á través de las bóvedas.

En la batería situada á $301^m,00$ se montaron cañones de 24.

Angulo vertical de tiro.	2°, 25
Id. de incidencia.	78°, 00

De cada 16 disparos, 8 proyectiles penetraron por la cañonera inmediata á la cortina, y tres de cada 16 tambien por la otra, ó sea la mas próxima al orejon. El lienzo de tablones quedó destrozado, y muchos proyectiles chocaron en las caras de las cañoneras levantando de ellas astillazos de piedra. A los 100 disparos siguientes los escombros obstruyeron la ranura horizontal abierta en el muro, y quedó muy lastimado el pié derecho entre ambas bóvedas, pero no habia brecha practicable.

Para descubrir la cabeza de las bóvedas y la parte del pié derecho que aun se sostenia, se quitaron á brazo los escombros; (como esta operacion no se hará nunca en la práctica de la guerra, es evidente que la parte restante de la esperiencia no puede rigorosamente estimarse de mucha utilidad.) Al cabo de 228 disparos en 3^h 30′, se habian derribado 38 metros cuadrados de mamposteria.

Respecto de las casamatas cubiertas por cubrecaras de tierra, citemos en primer lugar las esperiencias verificadas en Woolwich por órden de Wellington en 1823, para averiguar si por el tiro á rebote pueden destruirse las escarpas destacadas de Carnot, pues aunque no sea este un caso igual al que nos ocupa, es, sin embargo, muy semejante, pues el muro está cubierto á su frente y por lo tanto al abrigo de los fuegos directos. (Véase la **FIG. 8, LÁM. II.**)

El sometido á las citadas esperiencias tenia de altura 6^m,40; su espesor en la parte superior era de 1^m,83 y de 2^m,13 en su base. Un contrafuerte de 1^m,22 reforzaba por cada uno de sus estremos el muro, cuya longitud era de 9^m,30. El cubrecaras de tierra, tan elevado como el muro, se habia situado á su frente á la distancia de 18^m,30.

A 457 metros de la cresta del cubrecaras se colocó una batería de ocho carronadas de 68, y otra á 366 metros en la que se montaron seis obuses de hierro, tres de ellos de 8, y tres de 10 pulgadas. Con cada una de estas piezas se hicieron 100 disparos en dos horas, es decir, 1400 tiros con

bala maciza las carronadas, y granada los obuses. Al cabo de dicho breve tiempo, se reconoció el muro que apareció roto y y formada delante de él una rampa de brecha de $4^m,25$ de ancho. Los contrafuertes estaban muy lastimados.

Al dia siguiente solo jugaron trece piezas que en dos horas dispararon 650 proyectiles, 50 cada una; los cuales dejaron la brecha perfectamente practicable, y los contrafuertes destruidos casi por completo.

Por último, al tercer dia se hicieron con el mismo número de piezas y en tres horas 1100 disparos que acabaron de reducir á escombros la parte de muro que en la víspera habia quedado en pié.

Posteriormente, en 1856, se han verificado en Coblentza ensayos muy notables, alguno de los cuales tuvo por objeto el averiguar si es posible abrir brecha en los reductos acasamatados ocultos por cubrecaras de tierra.

El reducto sometido á la prueba estaba cubierto por bóvedas de arista; media $19^m,4$ de largo y 12^m de ancho. En la cara que debia batirse habia dos cañoneras correspondientes á dos casamatas. El muro de máscara tenia $1^m,51$ de espesor y los estribos ó piés derechos de las bóvedas $2^m,3$.

La magistral del cubrecaras se hallaba á 45 pasos distante del reducto, y su altura sobre el terraplen del mismo era de 12 piés, es decir, un pié menos que la altura de este. Quedaba de esta manera el reducto desenfilado completamente de la batería de brecha situada á 314^m, porque el terreno intermedio caia en pendiente hácia la campaña.

Las esperiencias duraron cuatro dias, el primero y segundo se pusieron en batería dos obuses de á 24 que apuntados con una elevacion de $6\frac{1}{4}$ grados lanzaron granadas rellenas de plomo; y como se observase que las trayectorias resultaban muy tendidas, se aumentó el ángulo á $6\frac{1}{4}$ grados y la carga del obus hasta 2 libras 4 onzas.

De los 50 primeros disparos acertaron dos granadas á en-

trar por las cañoneras; si dichas balas hubiesen estado rellenas de pólvora, habrian reventado en el interior de las casamatas; á medida que continuaba el fuego era mayor la proporcion de los tiros aprovechados, de manera que se tuvo por imposible que al cabo de cierto tiempo pudiera el defensor mantenerse bajo las bóvedas.

En los dias segundo y tercero se colocaron en la misma batería tres obuses del mismo calibre, y se varió la puntería entre los $5\frac{7}{8}$ y $6\frac{1}{8}$ grados de elevacion. A los 200 disparos se encontró, entre las dos cañoneras, abierto en el muro un socabon, el cual siguió creciendo hasta que á los 330 cayó parte del dicho muro y parte de las bóvedas de la cañonera y de la casamata izquierda. El monton de escombros llegaba hasta el derrame de la primera, y de las paredes de la segunda saltaron pedazos hasta de 9 pulgadas de largo, pero no se resintió sériamente la estabilidad de la obra. De todo se dedujo, que *con tiros indirectos no era dable batir en brecha el reducto en cuestion, pero sí ponerlo en tal estado que fuera de todo punto imposible jugar la artillería de sus casamatas.*

Para apreciar debidamente los resultados de estas esperiencias y por ellos inferir lo que acontecerá durante un sitio en casos análogos, hemos de tener presente la diferencia de condiciones en que han de encontrarse entonces los hombres y las cosas: ó mas claro, aquí se conocian de antemano las dimensiones de las obras, la distancia exacta á que estaba el blanco y las magnitudes de las masas cubridoras cuando las habia; la batería de brecha funcionaba lo mismo al fin que al principio, porque nadie y nada se le oponia: bien tranquilo por esto el ánimo de los artilleros, servian con serenidad y descanso, calculaban friamente la carga de sus cañones y la direccion de las punterías, y observaban cuando les parecia conveniente el efecto de los disparos para obrar en consecuencia. En Woolwich eran 14 piezas las destinadas esclusivamente á batir un trozo de muro de solo $9^{m},50$ de longitud; finalmente,

al fijarnos en estas condiciones y compararlas con lo que ocurre en la práctica cuando el enemigo está al frente, no será mucho que rebajemos el 30 ó 40 por 100 de estas probabilidades de acierto, de estos resultados que aunque no del todo desfavorables á las casamatas rebajarian su importancia si hubieran de tomarse con el rigor con que aparecen. Y sin embargo, y á pesar de que todo era conocido y de que el número de desviaciones fué insignificante en las pruebas de Coblentza hasta el punto de que ni un solo proyectil rebasó los costados del blanco, de los 650 á 700 que se dirigieron contra el reducto, solo cinco penetraron en las casamatas.

Las obras acasamatadas no se arruinan, pues, tan fácilmente como se dice, sobre todo si los cubrecaras son bastante elevados y están colocados suficientemente próximos á la obra que ocultan para que las trayectorias del proyectil que pase sobre ellos forme un ángulo muy agudo con el muro de esta, de modo que el efecto de la percusion sea pequeño.

Claro es que los espesores de los cubrecaras, deben ser mas que suficientes para resistir al proyectil cuya penetracion sea mayor.

Esta es ocasion de hablar de una disposicion curiosísima, que tiene por objeto el cerrar á los fuegos directos enemigos el claro de los fosos de la media luna ó de las contraguardias, sin impedir aquel con que barren los fosos las casamatas que se establezcan en las caras de los baluartes.

Imaginó esta disposicion, tan poco conocida, y aun nos atreveriamos á decir ignorada, el ingeniero español D. Sebastian Hurtado en 1797, al presentar un proyecto para reforzar las obras de la ciudadela de la plaza de Pamplona. La teoría es la siguiente: si *AB*, FIG. 1.ª, LÁM. V, es el revestimiento de la cara del baluarte; *CD* el saliente de la contraescarpa del foso de la media luna; *H* la posicion de la batería de brecha, y nosotros establecemos una pantalla *PQ* enfrente del ángulo de espalda de la media luna, el tiro mas bajo que puede ofender

directamente á la porcion *AB* será *HO*; si de la línea *PQ* quitamos la parte *RQ* y la dejamos en claro, el tiro *HO* irá tambien á herir el muro *AB*, pero quedará una porcion de este *OO'* que no será vista desde el coronamiento *H*: de aquí resulta, que la cañonera abierta en *X* estará á cubierto de los fuegos directos de la espresada batería de brecha, y el cañon que por ella asome, descubrirá todo el foso de la media luna y se opondrá por consiguiente al paso por él del sitiador, siendo su tiro mas alto el *X*—3; suponiendo que el mas bajo sea el *X*—4, prolonga el autor esta línea hasta encontrar la perpendicular *SS* de unos 12 piés; desde el punto *S* tira una paralela á la *QD*, y le resulta un refoso, es decir, un segundo foso dentro del primero, perfectamente batido por la batería acasamatada, una de cuyas cañoneras es *X*.

Con esta indicacion se comprenderá fácilmente la FIG. 2.

A. Seccion de la cara de baluarte en que se figuran las cañoneras que corresponden á una casamata.

B. *Pantalla* ó espaldon del refoso.

C. Situacion de la batería de brecha.

b. Escavacion destinada á recibir los escombros que produzca la parte del espaldon para que no ciegue el claro *O*.

D. Vista de este, desde la batería de brecha.

E. Refoso.

Del mismo modo que nos referimos aquí al foso de la media luna y á las casamatas de la cara del baluarte, pudiéramos haberlo hecho con las casamatas de los flancos respecto de las contrabaterías enemigas establecidas en el saliente de la contraescarpa del baluarte colateral, y foso del mismo.

Hemos citado esta disposicion por lo ingeniosa, no porque creamos deba aplicarse tal como se imaginó; pues acaso pueda colocarse mejor el espaldon ó pantalla, darle otras dimensiones, etc. (1).

---

(1) Véase el Apéndice *B*.

3.° *El empleo de numerosas casamatas cuesta muy caro.*

4.° *Las casamatas debilitan el valor del soldado.*

Sobre estas dos objeciones ya hemos manifestado nuestra opinion en el capítulo V.

5.° *El humo estancado delante de las cañoneras hace imposible en ocasiones el servicio de la artillería.*

Esta observacion la hace Mr. Blesson, del ejército prusiano, el cual reconoce que con una construccion bien entendida y chimeneas de ventilacion convenientemente dispuestas, puede evitarse que en el interior de las casamatas sofoque el humo á los artilleros, pero que en tiempos calmosos y en una atmósfera tranquila como suele estarlo la de los fosos de una plaza, el humo del cañon se estaciona de tal manera delante de las cañoneras, que á veces el producido por un solo disparo basta para cerrar estas, y pasan algunos minutos antes de que pueda distinguirse un objeto situado á veinte pasos de distancia. Si las casamatas solo reciben luz por aquella abertura, se quedan á oscuras cuando esto sucede, lo que hace difícil tambien la operacion de cargar las piezas. Además, dice el mismo autor, cuando dos cañoneras estén abiertas en los dos lados de un ángulo entrante para flanquear dos fosos, el fuego simultáneo por las mismas es imposible; porque la corriente de aire que sale de una de las cañoneras y que penetra violentamente en la otra, es demasiado fuerte para que fuerzas humanas puedan resistirla. Pero como esta corriente, añade Zastrow, no tiene accion sinó en el caso de dos ó mas cañoneras situadas del modo que hemos dicho, podria determinarse por la esperiencia cuál es el mínimun de la distancia á que deben colocarse; y tambien, añadimos nosotros, cuál es la abertura que deba tener el ángulo para que aquella no se verifique.

Estas observaciones nos parecen de interés y que deben tenerse muy presentes al formar proyectos de fortificacion, porque en el inconveniente citado influyen directamente, la situacion muy baja de las cañoneras, la profundidad y la anchura

del foso y la ventilacion de las casamatas, pues la corriente de aire que en ellas se establece, contribuirá á poner en movimiento la masa de humo que imaginamos suspendida delante de las cañoneras.

6.° *Es fácil penetrar por sorpresa en las casamatas por las cañoneras, y por aquellas en la plaza.*

Ciertamente que un descuido imperdonable siempre en el sitiado, y un arrojo grande del sitiador, pueden dar ocasion á que se realice la sorpresa; así es, que si bien una vigilancia ordinaria será siempre suficiente para evitar que un destacamento de soldados penetre por una abertura por donde apenas puede pasar un hombre á la vez, será conveniente, en tanto que no sea preciso romper el fuego, cerrar las cañoneras, con especialidad las bajas y que den al foso, con un ligero tabique, como dice Fallot, ó con una fuerte reja.

7.° *Las casamatas con cañoneras de mampostería llegan á ser inservibles.*

Porque, se dice, los proyectiles al golpear en las caras de las segundas, ó rebotan y penetran en las primeras, ó hacen saltar lajas de piedra que alcanzan á los artilleros; y si los proyectiles son de cañon, derribarán parte del parapeto ó del revestimiento de dichas caras, de modo que llenarán de escombros el vacío de la cañonera, inutilizándola.

La mayor exactitud en las punterías y el servicio cada vez mas activo en los sitios de las compañías de cazadores con sus terribles carabinas (1), dan mucha fuerza á la observacion que acabamos de hacer, y prueban la necesidad que ya hemos reconocido de cubrir las obras acasamatadas, ó al menos sus pisos inferiores, de los fuegos directos del enemigo, y tambien de revestir las superficies de las cañoneras con una materia

(1) En Sebastopol se organizaron compañías de tiradores de á 75 hombres, que se colocaban desde las cuatro de la mañana hasta las cinco de la tarde en pequeños abrigos delante de las trincheras.

mas elástica y por lo tanto menos quebradiza que la piedra ó el ladrillo. En los ejemplos de casamatas que hemos representado en las láminas III y IV, podemos observar las que proponen Penon, Bousmard, Haxo, Herrera-García, Merkes y otros autores, que tienen adosado un macizo de tierras en el cual penetra la cañonera de modo que la mayor parte de las caras y derrame de estas ó son de tierra, ó están revestidas de madera, cestones, etc.

Mandar dice que pueden revestirse con maderos sujetos por cinchos de hierro; Paixhans propuso encorazar de hierro toda la cañonera, y el Coronel Irizar construir esta de una manera particular. «En el parapeto interior, dice, se dejará »para cada cañonera un claro de cuatro piés, y siendo la an»chura de ella en el paramento esterior el mínimun que cor»responda al grueso del muro en que se construyen, se dis»pondrán verticales las caras; al plano del derrame desde su »interseccion en el paramento esterior se le hará pasar por »debajo de la línea de la rodillera á la distancia de un pié, y la »bóveda superior se construirá en arco muy rebajado. . . . . »se cerrará la cañonera (cuando el frente deba ser atacado) por »su parte interior con grandes lingotes de plomo asegurados »entre sí por barrones de hierro y con pernos, y de este modo »podrá reducirse al mínimun la boca de la cañonera.» «Como »el peso específico del plomo es, cuando menos, cinco veces »mayor que el de las mamposterías buenas de sillarejos, resulta »que con dos piés de espesor que tenga el revestimiento de »plomo que se ponga á las cañoneras por su parte interior, su »resistencia será próximamente igual á la de un muro de diez »piés; y aunque por la ductilidad del metal sea necesario hacer »alguna reduccion, siempre podrá considerarse que tiene cuan»do menos la de un muro de siete ú ocho piés de espesor.» «Como »todos estos lingotes forman un cuerpo por medio de los barro»nes de hierro asegurados con pernos, la masa total del reves»timiento de plomo presentará para su resistencia un peso

»próximame de 130 quintales, los cuales considero suficientes »para resistir la percusion de la artillería de 24, y con mas »razon pudiéndose afirmar por el interior con barrones fuertes »de hierro asegurados en el suelo y en muy fuertes escarpias »en el macizo de las paredes.» Verdad es que el coste de estos revestimientos no deja de ser de alguna consideracion; pero tambien es cierto que sus ventajas lo compensarán. Una de estas seria que el humo del disparo quedaria fuera de la casamata.

Pasley propone unas cañoneras algo semejantes á las que acabamos de describir.

En Alemania se pensó en hacer las superficies de la cañonera en escalones, cuyas caras fuesen unas paralelas y otras perpendiculares al eje de la abertura, de manera que por la direccion de estos planos, los proyectiles que en ellos rebotasen no irian á parar al interior de la casamata. No sabemos que la esperiencia haya comprobado la bondad de este invento, pero nos parece engorroso en la construccion é insuficiente contra las balas de cañon, que harán saltar las aristas de los escalones cuyos pedazos serian otros tantos proyectiles, y se vendrá á caer en uno de los inconvenientes que quieren evitarse.

El español Prosperi, á quien ya hemos citado en este escrito, discurrió un espediente ingenioso para cubrir á los artilleros, evitando la entrada de los proyectiles por la cañonera, y lo mismo la de los chispazos de piedra, **FIG. 3, LÁM. V.** El sólido *A* que gira sobre dos muñones y está compuesto de trozos de madera y cinchos de hierro, ha de ocupar la cavidad *A'*, cuando la cañonera esté abierta; en la argolla que tiene en la parte superior se sujeta una cadena *b* que por el otro estremo se ata á la joya del cañon, el cual al retroceder despues del disparo, levanta el sólido que cierra la cañonera. Al entrar el cañon en batería, vuelve aquel á su posicion natural en la cavidad *A'*.

Vemos, pues, que ni el raciocinio ni la esperiencia inducen á pensar que el uso de las mamposterías huecas para colocacion del artillado de las fortalezas, sea inútil ni mucho menos perjudicial; porque si bien algunos de los defectos que á su aplicacion se atribuyen, lo son en efecto, no es tanta su magnitud, ni son de todo punto irremediables.

De las casamatas para morteros que hasta con profusion emplean en sus fortalezas los ingenieros alemanes, dice Monsieur Mangin: «la sola ventaja que ofrecen es la de procurar abrigos á prueba de bomba á los morteros, á los pedreros y á sus sirvientes.» En verdad que, aun cuando esta fuera la *sola* ventaja que presentasen, valia bien la pena de admitirlas. Dúdalo, sin embargo, el autor citado, cuando añade que no es sin embargo esta ventaja de mucha consideracion, toda vez que aquellas piezas se colocan siempre en los puntos de la fortificacion menos espuestos al fuego de rebote y son por otra parte las que por su montaje están tambien menos espuestas á quedar desmontadas; de manera, dice, que el dinero que se invierta en construir estas casamatas pudiera emplearse mejor. Lo que nosotros dudamos es, que la fortificacion pueda emplear mejor su dinero que en servir de escudo á los hombres y á sus armas.

Bajo estas bóvedas que cubren á los morteros y pedreros, pueden muy bien colocarse los obuses de hierro, enterrados por la culata hasta los muñones é inclinados á los 45° del modo que se han servido en los ataques dirigidos contra Sebastopol. Estas piezas por su mayor alcance son, hasta cierto punto, superiores al mortero.

En cuanto llevamos espuesto sobre casamatas para artillería, nos hemos referido á las plazas y fortalezas terrestres; respecto de los fuertes de costa ó frentes de plaza que miran al mar, la opinion general se ha decidido hace muchos años por su aplicacion; lo cual se esplica por la necesidad de acumular enpoco terreno gran número de cañones con que oponerse á

la formidable artillería que en breve espacio conduce un buque de guerra; por la menor esposicion de que la insegura puntería de una batería flotante arruine los muros de frente ó acierte á introducir sus proyectiles por las cañoneras, y porque los fuegos rasantes son mas seguros y sus rebotes mas eficaces. Tambien en esta clase de obras es posible dejar abierto el fondo de las casamatas, no siendo presumibles los fuegos por la espalda; lo cual no impide que se deban cerrar sus golas para evitar un ataque por sorpresa en el caso de un desembarco.

Las casamatas para fusilería ó galerías aspilleradas, se emplean principalmente en la defensa baja de los fosos, situándolas, ya en la escarpa, ya en la contraescarpa de los mismos, ó para tomar de revés (estableciéndolas en el glácis) el acceso á las obras. Casi todos los defectos atribuidos á las casamatas para artillería se han hecho estensivos á estas por los autores mas opuestos á este género de construcciones, pero ninguno las ha anatematizado tan fuertemente como Noizet de Saint Paul. A las colocadas en los fosos, las califica de *absurdas*, y á las del glácis, de *ridículas*; porque, en su opinion, el enemigo no intentará la bajada al foso sin atacarlas por la espalda valiéndose de los globos de compresion, y despues de arruinadas, las ocupará, y desde allí y á cubierto de los fuegos de la plaza, apoyará con unas su marcha por el glácis, y con otras su bajada al foso.

El Mayor de ingenieros belga Laurillard Fallot, dice, por el contrario, que estas galerías contribuyen á la resistencia de una plaza porque facilitan mucho la defensa por la mina, y son tan buenas para oponerse á un ataque lento como á un ataque brusco; porque si el sitiador llega con efecto á romperlas con la esplosion de sus globos, no le serán muy útiles los escombros que amontone á su paso.

Para que el sitiador no pueda servirse de ellas, dado caso de que el sitiado se vea precisado á abandonarlas, bastará que

el muro de máscara que mira á la plaza sea todo lo mas delgado posible, y fácil por consiguiente de derribar con los cañones de aquella. Por esto conviene sostener las tierras de la contraescarpa con unos muros arqueados, entre los contrafuertes, que opongan su convexidad al empuje de las tierras, ó bien hacer el revestimiento con bóvedas en descarga; estos últimos, hasta permiten suprimir enteramente aquel muro, lo que se ha hecho en algunas fortalezas belgas.

Las galerías aspilleradas, especialmente las de escarpa que miran á la campaña, debilitan sin duda el cuerpo de muralla en que se construyen; entre otras razones, porque el muro que las cubre tiene limitado su espesor por la parte de longitud del fusil que penetra en él, supuesto el soldado en la posicion de apuntar.

Las de contraescarpa han sido mejor recibidas, y se han aplicado con tino en las construcciones alemanas modernas, y aun en Francia, con particularidad en las obras esteriores y destacadas, del mismo modo que antes lo habia hecho Coëhorn para la defensa de sus fosos y Duvigneau y Darçon en las medias lunas destacadas.

Noizet, al recordar que los alemanes han hecho uso de las galerías de revés detrás de las contraescarpas en las obras destacadas principalmente, dice que no puede menos de aprobar el cuidado que han puesto en desembarazarse de la obligacion de un flanqueo lejano; pero que no debe usarse esta clase de obra auxiliar sinó en casos escepcionales, y cuando no haya otro medio de conseguir flanqueos como suele ocurrir en los paises montañosos.

Este autor prefiere, para flanquear los fosos de las obras destacadas de poca estension, el uso de baluartillos, especie de grandes garitas, colocados en los ángulos salientes con casamatas para fusilería cubiertas por la cresta del camino cubierto ó borde del glácis.

CAPITULO VII.

Noticia de algunas plazas de guerra recientemente construidas ó modificadas, y de varios proyectos nuevos de fortificacion.

De cuanto llevamos espuesto en los capítulos anteriores puede inferirse, que nosotros, sin dar en absoluto la preferencia á los trazados alemanes en todas ocasiones y para todos los terrenos, opinamos que tienen grandes ventajas, entre algunos inconvenientes, siendo la primera y principal de aquellas la que resulta de emplear juiciosamente las mamposterías huecas.

Es admirable que tratándose de un elemento defensivo cuya reaparicion empezó á causar una revolucion en el arte de fortificar y que quizás está llamado á verificarla por completo, haya sido tan poco estudiado; y sin duda que la lentitud con que el arte progresa, se debe á la incertidumbre que se tiene

todavía acerca de la bondad de las casamatas, siendo así que, por ahora, no se conoce otra cosa que sea capaz de servir de amparo contra la accion poderosa de la artillería de nuestros tiempos.

Algunos ensayos se han hecho, es verdad, para estudiarlas; pero estos no han sido tantos ni tales que basten á tranquilizar los ánimos, recelosos con razon, pues es cosa de pensarlo mucho el decidirse á admitir un género de construccion en obras siempre costosas y de una importancia moral y material de primer órden. Por desgracia los gobiernos mas interesados, aquellos que rigen paises que por su situacion y por la índole de sus moradores son esencialmente militares, no se curan de conceder á las esperiencias en asuntos de guerra todo el dinero y el tiempo que ellas piden para dar resultados ciertos y seguros.

Acaso será tristemente preciso para lograr estos, que estalle una guerra europea, y que amontonemos sobre el tapete los datos adquiridos en el campo de batalla y los diarios de sitio recogidos en Francia ó en España, en Alemania ó en Inglaterra; acaso, repetimos, se necesitará todo esto para que las pasiones calmen, para que calle la voz de alarma del espíritu de nacionalidad, para que cese la severidad y la acrimonia en la crítica, y se sepa, por fin, hasta donde alcanzan realmente los medios del ataque, y tambien los recursos de la defensa; es decir, cuál es el valor de la fortificacion moderna.

Entre tanto sírvanos de disculpa por habernos empeñado en tratar asunto tan difícil con escasísimas fuerzas, el deseo de promover una saludable discusion, siquiera sea con pocos datos sobre materia de tanto interés para un militar y de mucho mayor para un ingeniero.

El ponderado defecto de la fortificacion abaluartada de presentar estensos y desnudos terraplenes, se quiso remediar, no con el uso, sinó con el abuso de las casamatas de mampostería; así vemos en las primeras construciones de este siglo en

Alemania, torres y mas torres, reductos y mas reductos, algunos de los cuales son tan reducidos, que á sus defensores les ha de faltar en ellos espacio en que moverse, aire que respirar; y aun ha de sucederles en un dia de combate, que una sola bomba que caiga en aquellos ruines patios será bastante para lastimar con su esplosion la obra, y hasta para inutilizarla por completo; y lo mismo decimos de ese empeño de acasamatarlo todo, de aspillerarlo todo, hasta las caras de las cañoneras (**FIG. 4, LÁM. V**) debilitando asi los muros de frente, y haciendo disculpables con tales exageraciones, porque la exageracion conduce siempre al error, la crítica comunmente severa de los ingenieros franceses.

Estos á su vez y acariciando la palabra **SISTEMA** que nosotros no hemos pronunciado siquiera porque no puede haber sistema en fortificacion, es decir, porque no puede haber un conjunto de reglas fijas, de principios invariables, de proyectos únicos, para desarrollar las obras de defensa cuando varian tanto las formas del terreno, su calidad y la índole y carácter de los hombres que lo habitan; acariciando, decimos, esta palabra, se resistieron á admitir, no ya todos, pero ni aun la mas pequeña parte de los principios generales que proclamaron aquellos como buenos, y llevaron las cinco líneas del frente abaluartado con sus revestimientos llenos y sus anchos y descubiertos terraplenes, á todas las posiciones, sean estas cuales fueren.

Pero hoy parece que se descubre en Europa una feliz tendencia á realizar lo que nosotros apetecemos, la fusion de las dos escuelas.

«La Europa (dice Mr. Zastrow en su *Historia de la fortificacion permanente*, tercera edicion), sabe á qué atenerse en punto á fortificaciones, y por eso sigue los principios de la escuela alemana. Pero esto no significa de ningun modo que el trazado abaluartado sea absolutamente inaplicable. Posee, por el contrario, con las mejoras de Choumara y del General Haxo, prin-

cipalmente con la del primero de estos ingenieros, muy buenas cualidades, y por consiguiente se utilizará todavía por los ingenieros alemanes bajo el imperio de ciertas circunstancias locales y de una manera parcial.»

«La escuela moderna francesa, dice el General Noizet, se distingue de la de nuestros predecesores en que no desprecia sistema alguno de fortificacion de una manera absoluta, en que *no quiere sistema esclusivo*, y en que admite todas las combinaciones que se hacen con discernimiento.»

Por eso vemos que en este país, si bien en pequeña escala, comienzan los ingenieros á hacer uso de las casamatas para la artillería y fusilería de sus fortalezas, de los cuarteles defensivos ó de las obras independientes, sin abandonar la forma abaluartada; diferenciándose en esto de los alemanes que han creido hasta hoy, como Montalembert, que la introduccion de los fuegos cubiertos exigia un cambio radical en el trazado de las obras.

Para convencerse de ello bastará que pasemos ligeramente revista á las principales plazas construidas ó modificadas despues de la paz de 1815, en Francia, en Austria, en Prusia y en otros varios puntos de la Confederacion Germánica.

COBLENTZA. La plaza de Coblentza, situada en un entrante que forman dos rios, el **MOSELA** y el **RHIN**, tiene la forma de un triángulo cuyo vértice oriental está precisamente en la confluencia de los dos rios y se llama **DEUTSCH-ECK** (ángulo aleman): el vértice del Norte se apoya en el primero de aquellos, y el del Sur en el segundo de los mismos. El lado del triángulo que une el Mosela con el Rhin, está cerrado por un recinto poligonal con salientes poco pronunciados; ocupan los entrantes grandes cuarteles acasamatados en unos frentes y en otros las caponeras acasamatadas segun Montalembert. Al frente de este lado y sobre las alturas de Hundsrück se halla el fuerte **ALEJANDRO** unido al recinto, y que defiende los aproches á la plaza. La traza de este fuerte es cuadran-

gular; sus dos lados mayores tienen 440 metros de longitud y los dos menores 390: tres de ellos están cerrados por frentes abaluartados con caponeras de dos órdenes de fuegos colocadas en el centro, que flanquean las caras de los baluartes, y los flancos de estos las caras de la caponera, á cuyo efecto tienen baterías bajas acasamatadas: las escarpas son destacadas y aspilleradas. El cuarto lado, ó sea el que mira á la plaza y sirve de gola á la fortaleza, tiene en su centro el gran reducto de aquella, que es una torre de Montalembert con dos órdenes de baterías. Sobre la orilla izquierda del Mosela se destacan un pequeño fuerte y tres flechas que cierran otros tantos caminos que van á reunirse al puente de Coblentza; y sobre la derecha del Rhin, y en comunicacion con la plaza por un puente de barcas, se levanta sobre una roca la ciudadela de **EHRENBREITSTEIN**, 130 metros mas alta que la superficie del agua. Su planta es triangular; y el lado que mira al Norte y que es el mas abordable, está cerrado por un frente abaluartado cubierto por contraguardias á quienes envuelve un camino cubierto; pero la contraguardia de la derecha tiene delante de sí una obra acasamatada para diez cañones, y una torre de tres pisos de Montalembert.

COLONIA. Plaza prusiana situada sobre la orilla izquierda del **RHIN** frente de **DEUTZ**, á cuya cabeza de puente se comunica por uno de barcas. La envuelve un antiguo recinto formado por una muralla guarnecida de torres, precedida de un foso; delante de este recinto hay otro moderno enlazado al primero por muros trasversales, de modo que el espacio que media entre uno y otro queda dividido en vários trozos y estos se defienden con caponeras y edificios acasamatados. El recinto moderno se compone de 14 frentes abaluartados en cuyo trazado no hay una marcada semejanza, porque se ha hecho depender aquel de los accidentes del terreno; en unos se ven las escarpas revestidas y en otros destacadas; unas cortinas son mas largas que las de Cormontaigne, otras mas cortas, etc.

Tambien se ven aquí fuertes destacados semejantes á los de Montalembert. La figura de estos fuertes es la de una gran luneta con traveses para evitar los rebotes, reducto interior ó torre acasamatada en la gola, y caponeras bajas para flanquear los fosos.

COMORN. Está situada en la confluencia del **DANUBIO** con el **VAAG.** En el ángulo agudo que forman estos dos rios está la antigua plaza, reducida y pobre de defensas, con dos cabezas de puente en la estremidad de los que servian para comunicar con la orilla opuesta de cada uno de aquellos. A unas tres mil varas del camino cubierto del frente que une á un rio con otro, se estiende la llamada *linea palatina*, que, apoyándose en el Danubio, toca en el Vaag y corre paralelamente por la orilla derecha de este hasta encontrar la antigua fortaleza: esta linea palatina está formada de frentes abaluartados con cuartel defensivo y torre acasamatada en la gola de cada baluarte. Sobre la márgen derecha del Danubio se construye una linea de obras defensivas que, abarcando una gran estension de terreno, convierten esta importante posicion militar en un gran campo atrincherado para sesenta mil hombres ó mas: esta linea de obras la forman várias torres y cuarteles de mamposteria acasamatados, envueltos por masas cubridoras y unidos por cortinas de tierra, llamadas *lineas de conexion*, bastantes para oponerse á los ataques que se dirijan por el terreno bajo y pantanoso que tienen á su frente. En la estremidad de esta linea que apoya sobre el Danubio en el punto mas distante de su encuentro con el Vaag, se construye la obra principal sobre la montaña llamada **SANDBERG** (montaña de arena): su planta es cuadrangular, y sus frentes abaluartados con reducidos flancos, y grandes caponeras acasamatadas en el centro de los lados.

GERMERSHEIM. Pequeña ciudad de Baviera y una de las plazas de la Confederacion establecida sobre la orilla izquierda del **RHIN** en su confluencia con **QUEICH**, en una eminencia

que se eleva 373 piés sobre el nivel del mar: forman su recinto una série de frentes trazados segun el método poligonal con revestimientos en descarga. Las caponeras flanqueantes están cubiertas por medias lunas; los claros de los fosos que estas dejan están cerrados por unas traversas que se enlazan con los reductos acasamatados establecidos en los ángulos entrantes; las contraescarpas están revestidas. Grandes cuarteles defensivos sirven de atrincheramientos interiores en la parte alta del recinto. Por toda la parte baja del mismo corre un muro aspillerado cubierto por una línea atenazada de tierras.

Fuera del recinto se vé un cordon de fuertes esteriores.

LINZ. Ciudad situada á la márgen derecha del **DANUBIO** á 100 kilómetros al OE. de **VIENA** y sesenta al E. de **PASSAU.** El terreno en que está asentada es muy accidentado, y sigue una pendiente general en el sentido de la corriente del rio. Las fortificaciones consisten en treinta y dos torres aisladas á distancia de 500 metros una de otra, y colocadas en contorno de la ciudad: la mas distante ocupa una altura á 3200 metros del centro de la poblacion, y la mas próxima lo está á 1200. Hemos dicho torres aisladas, pues, con efecto, no hay cortina alguna que las enlace. Dícese que está en la mente del gobierno la idea de enlazarlas, en caso de guerra, por un foso con camino cubierto estacado, y defensas accesórias.

Estas torres, llamadas **MAXIMILIANAS** del nombre de su inventor el Archiduque Maximiliano, son circulares. Su diámetro es de 36 metros en su base, y de 33^{m},50 en la parte superior. Su altura es de 10 metros. Están divididas en tres pisos; el inferior, subterráneo en parte, comprende los almacenes y depósito de provisiones; el del medio es para alojamiento de los 150 hombres de guarnicion; y el superior, provisto de cañoneras, sirve para la defensa y contiene dos obuses que se colocan indistintamente en aquellas: sobre la bóveda que cubre este último, está la plataforma con una batería de 11 cañones de 24, cubierta por un espaldon que, así como el foso

que rodea á la obra, es escéntrico á ella, es decir, ancho por la parte de la campaña y estrecho del lado de la ciudad.

Linz es verdaderamente, mas que una plaza de guerra, un gran campo atrincherado.

MAGUNCIA. En la márgen izquierda del **RHIN** y en comunicacion por un puente de barcas con el pueblo de **CASTEL** que se halla en la orilla derecha, está situada esta plaza. Los frentes de la gran cabeza de puente, así como los de las porciones meridional, occidental y septentrional del recinto de la plaza y los de la ciudadela, son abaluartados; estos últimos tienen fosos de agua, cubrecaras, doble camino cubierto y obras destacadas: al SO. se ven tres frentes atenazados. Sobre la orilla derecha del rio, que cierra el recinto, se destacan grandes cuarteles y baterías acasamatadas. Una línea de obras principales y que podemos llamar independientes, enlazadas por cortinas angulosas con foso y camino cubierto, forma un segundo recinto, y finalmente, vários fuertes destacados constituyen la tercera línea defensiva y convierten los contornos de la ciudad en un vasto campo atrincherado capaz de amparar á un grande ejército. Estas obras, fuertes poligonales ó lunetas, tienen reductos acasamatados de diversas formas; circulares, de herradura, en cruz, etc. La gola de algunas de ellas la cierra un reducto semicircular, en otros un simple cuartel defensivo. Esta línea de fuertes presenta una gran fuerza en el conjunto, y sus posiciones han sido perfectamente elegidas. La cabeza de puente de Castel se compone de cuatro frentes abaluartados, y cierra su gola un cuartel acasamatado.

RAMSTADT. Se halla en el Gran Ducado de **BADEN**, perteneciente á la Confederacion Germánica, á 30 kilómetros de **STRASBURGO** y 8 del **RHIN**, en cuyo rio vá á verter el **MURG**, que atraviesa la plaza. El terreno de las inmediaciones es poco accidentado, especialmente por la parte del Sur; alguna cosa se levanta hácia el NE. La fortificacion de esta plaza se compone de tres grandes fuertes y tres porciones de recinto ó líneas

de conexion que los enlazan, formándose de este modo una línea continua de defensa, ó sea un gran recinto. Hay además en los contornos, algunas obras menores destacadas.

Los tres fuertes son, digámoslo así, independientes ó construidos de modo que pueden bastarse á sí mismos, y hacer cada cual, aisladamente, una vigorosa resistencia. El mayor ó sea el LEOPOLDO, y el menor que llamaremos *A*, están situados á la márgen izquierda del Murg, y el tercero que nombraremos *B*, lo está á la derecha.

El primero tiene cuatro frentes; los dos del centro tienen, en los salientes, baluartes con pequeños flancos acasamatados en dos pisos; y las cortinas, provistas de blindages, están quebradas hácia el esterior formando ángulos muy obtusos ante cuyos vértices asientan las grandes caponeras acasamatadas; el tercer frente ó de la izquierda, tiene además un cubrecaras sobre la caponera, y el cuarto es una tenaza de ángulo muy obtuso; la contraescarpa del foso está revestida. Envuelve al fuerte un camino cubierto con pequeñas torres acasamatadas en las plazas de armas entrantes, y cierra su gola un muro aspillerado en el cual apoya un gran cuartel defensivo de planta próximamente semicircular, que sirve de reducto, con cuatro órdenes de fuegos; el bajo de fusilería, los dos siguientes para artillería en casamatas, y el superior en la plataforma para tirar á barbeta; está ceñido por un foso y glácis en contrapendiente.

El fuerte *B*, aunque mas pequeño, es semejante al anterior.

El fuerte *A*, situado en terreno bajo y fácil de inundar, está organizado de distinta manera. Consta de dos recintos, formado el primero con dos grandes baluartes unidos por una cortina angulosa, y en cuyo vértice, que mira á la campaña, se ha establecido un caballero ó través acasamatado que flanquea las alas ó caras de dicha cortina, las cuales están trazadas de modo que flanquean á su vez los fosos de los flancos de los baluartes. En estos flancos, que son retirados, hay dos órdenes de

fuegos cubiertos. El segundo recinto afecta la forma de una gran luneta revestida, de ángulo muy obtuso, con obras acasamatadas en los ángulos de espalda para flanquear sus caras y flancos, y las cuales sirven de reductos á los baluartes del primer recinto. En este segundo se ha dispuesto el parapeto con independencia de la escarpa.

Por último, en la gola del mismo hay dos grandes reductos acasamatados, y está además cerrado del lado del rio por un muro aspillerado.

Dos fosos de agua, con su glácis cada uno, envuelven al fuerte; y al pié del glácis mas lejano se han colocado dos lunetas avanzadas con sus reductos de mampostería.

Hemos dicho que hay tres porciones de recinto ó líneas de conexion:

1.ª La llamada *recinto superior* ó que une al fuerte Leopoldo con el fuerte *A*, se compone de dos cortinas angulosas reunidas por un baluarte con orejones y dobles flancos, el cual tiene en su centro un gran reducto acasamatado que forma cuerpo por medio de dos muros aspillerados con un cuartel, acasamatado tambien, en cuyos flancos termina de uno y otro lado un muro de gola que circuye la calle militar del cuerpo de plaza, y sirve de atrincheramiento contra el interior. En los salientes de las cortinas y del baluarte hay pequeños traveses acasamatados, y detrás de las porciones estremas de las primeras, cuarteles defensivos que forman recinto con el muro de gola.

2.ª El llamado *recinto medio* está formado por dos cortinas angulosas, un baluarte que las une, y dos semibaluartes que las terminan; aunque estos mas bien forman parte de los fuertes Leopoldo y *B*. La organizacion de estas obras, si no igual, es semejante á las de la línea ó recinto superior.

3.ª El llamado *recinto inferior*, se compone tambien de una cortina angulosa y dos semibaluartes con orejones, de manera que es una especie de hornabeque. En el ángulo en-

trante de la contraescarpa hay una luneta con su reducto de mampostería acasamatado. En este, como en los otros recintos, se ha establecido el muro de gola para la defensa contra el interior.

En general, los tres fuertes y las tres líneas de conexion de Ramstadt, por su organizacion particular pueden sostenerse con independencia aun en el caso de que el enemigo llegue á penetrar en la plaza.

POSEN. Plaza prusiana situada en un recodo muy pronunciado del rio **WARTA.** La poblacion se estiende por ambos lados del rio, siendo la porcion mayor la de la orilla izquierda. Hácia esta parte está el recinto y la ciudadela. Forman el primero cinco frentes poligonales, brizados los lados del polígono por ambos lados de la caponera central ó gran cuartel defensivo; y dispuestas estas brizuras perpendicularmente á las caras del revellin que cubre á aquella caponera, resultan sobre los ángulos del polígono unos caballeros en forma de baluartes: la cortina ó distancia entre las dos brizuras forma un ángulo muy obtuso hácia la campaña. Además de los dos órdenes de casamatas del gran cuartel (capaz de alojar mil hombres) hay baterías cubiertas en las brizuras ó flancos, y en los reductos de las plazas de armas entrantes y salientes.

Al norte de la ciudad y sobre una eminencia comprendida entre la orilla izquierda del rio y la del arroyo **POTINKA** está la ciudadela ó fuerte **VINIARI,** con frentes poligonales, de cuya especialidad nos hemos ocupado en el capítulo IV. La gola de la ciudadela está cerrada por dos grandes alas dispuestas en dientes de sierra armados de reductos de mampostería. En el punto en que las dos alas se reunen, está el gran cuartel defensivo con tres órdenes de casamatas, y su foso flanqueado por caponeras de tres y cuatro pisos.

A la derecha del Warta y separadas por el arroyo **CYBINA,** se levantan las dos alturas llamadas de los **REFORMADOS** y de **SAN ROQUE.** En cada una de ellas hay una obra independien-

te ó gran luneta, con su reducto de mampostería acasamatado. Dos pequeños frentes abaluartados enlazan estas dos obras, y otra línea de traza irregular une á cada una de ellas con la orilla del rio. Comunica la ciudadela con los dos puentes del Warta y del Potinka, al estremo de los cuales hay baterías acasamatadas.

VENECIA. Entre los vários fuertes sembrados á orillas de la laguna principal de esta antigua ciudadela del Adriático, los que dominan el canal de Malamoco, paso importante para penetrar en aquella, y los establecidos en la estremidad del puente que une el archipiélago con el continente, se distingue el de **SAN NICOLÁS DE LIDO.** Este se compone de un recinto de tierras de forma irregular y de unos 1600 metros de desarrollo, formado por dos frentes abaluartados al Sur y una gran línea de llares á lo largo de la costa. Su reducto interior es de mampostería con dos pisos acasamatados, y afecta la forma de un cuadrado con unas semitorres salientes en el medio de los lados. En el centro de las cortinas de los frentes del recinto, se adelantan sobre el foso unos cofres ó caponeras para barrer aquellos con artillería y fusilería; los muros de revestimiento de las caras de los baluartes se prolongan hasta encontrar la caponera, y están aspillerados desde su encuentro con estas hasta el ángulo de espalda de aquellos.

VERONA. Plaza austriaca en la **LOMBARDIA**, á caballo sobre una de las muchas revueltas que hace el rio **ADIGE** en su tortuoso curso. Su fortificacion consiste en dos porciones de recinto á cada lado del rio, y gran número de fuertes destacados, unos construidos y otros en construccion. A la derecha del Adige el terreno es llano, su recinto se compone de frentes abaluartados de grandes dimensiones (lado esterior de 450 á 500 metros); el perfil de las cortinas es el ordinario de las antiguas plazas con escarpa revestida: el de los baluartes es diferente, porque su escarpa es destacada, del género de las de Carnot, y forma orejon en los ángulos de espalda: hay baluartillos ó ca-

poneras (con casamatas para fusilería) en los salientes del polígono ó ángulos flanqueados. La contraescarpa está sin revestir, y delante del centro de las cortinas se la ha sustituido por un glácis en contrapendiente suave. No hay obras esteriores, ni tenaza, ni camino cubierto.

El recinto antiguo ó de la orilla izquierda del rio, está formado por largas cortinas flanqueadas por torres de pequeña dimension. Los estremos de esta linea no corresponden con los del recinto de la derecha del rio, sinó que hay dos porciones de este, una inferior y otra superior, que cierran, por decirlo así, el recinto total; la del inferior está protegida por el fuerte **SCHOLL**, gran cuartel defensivo envuelto por una luneta de tierras con su foso y glácis; y la superior se defiende por sí misma, porque allí forma el rio un entrante bastante pronunciado.

En la construcion de las obras destacadas é independientes, se han observado las reglas prescritas por la escuela alemana, es decir, establecimiento de reductos centrales de mampostería con dos ó mas pisos de casamatas, plataformas con artillería al descubierto, y envueltas de tierra; su traza depende de la configuracion del terreno en que el fuerte se levanta, y de su zona táctica.

ULM. Plaza á caballo sobre el **DANUBIO**, en la porcion de este rio que sirve de frontera entre la Baviera y el reino de Wurtemberg en la Confederacion. El terreno de la orilla izquierda que corresponde al Wurtemburg, es accidentado: el de la derecha es perfectamente llano. En la meseta de **MICHELSBERG**, al Norte de la poblacion, está la ciudadela de planta pentagonal, con la contraescarpa revestida y con casamatas en los salientes. El interior de la obra está dividido en tres partes por muros aspillerados que tienen un torreon en su mitad, el cual sirve de cuartel defensivo á cada una de ellas. Este cuartel tiene cuatro órdenes de fuegos.

De la ciudadela parten los dos recintos, el de la izquierda y

el de la derecha del Danubio, que por el otro estremo terminan en el mismo rio.

El de la izquierda lo componen una série de obras independientes cerradas, que ocupan los puntos mas culminantes del terreno, enlazadas por líneas de conexion ó cortinas. Dichas obras tienen la forma de grandes baluartes con dos órdenes de fuegos de fusilería en la escarpa; uno cubierto, ó sea en galería baja, y otro en el camino de rondas; al nivel de este hay una batería de morteros cubierta á su frente por un muro á que se adosa un macizo de tierras. La gola de estos baluartes está cerrada por un muro aspillerado hácia la plaza; en él se apoya un cuartel defensivo con cuatro órdenes de fuegos, fosos y caponeras para su flanqueo. Las líneas ó cortinas van de un ángulo de espalda á otro, pero están separadas de los baluartes por un foso, de modo que los flancos de aquellas obras no pueden batir el de la escarpa de las cortinas, sinó su terraplen; se flanquean los fosos por una caponera que tienen los baluartes. En las plazas de armas del camino cubierto se ven reductos acasamatados.

El recinto de la plaza á la derecha del rio, ó sea el de la parte que pertenece á Baviera, es una vasta cabeza de puente formada por cuatro frentes cuyo trazado se diferencia poco de el de los frentes del fuerte Leopoldo de Ramstadt.

Para convertir la plaza de Ulm en un gran campo atrincherado, una cadena de fuertes destacados ha de proteger el recinto continuo de la orilla izquierda, y seis de los mismos rodean la gran cabeza de puente; tienen estos la forma de lunetas unos, y otros la de redientes provistos de traveses acasamatados en el saliente; las escarpas son medio destacadas y el glácis en contrapendiente.

GRENOBLE. Plaza francesa situada en una llanura á izquierda del rio **ISERE**. El recinto se apoya en dos puntos de la orilla del rio, y la ciudadela ó Bastilla domina al OE. el terreno entre el **ISERE** y el **DRAGE**; al Norte, Sur y Este, los caminos

de Lyon, Cap y Chambery; dicho recinto se compone de vários frentes abaluartados con escarpas construidas en bóvedas en descarga, y tienen un órden de fuegos de fusilería; foso seco, cubrecaras de tierra con banqueta, unido á la tenaza: otro foso que puede llenarse de agua, contraescarpa revestida, media luna con flancos retirados, y camino cubierto. No hay reductos de mampostería en ninguna parte. La ciudadela, construida en terreno accidentado, ofrece la particularidad de la aplicacion que se ha hecho en ella, especialmente en su parte mas culminante, de las casamatas de Haxo; solo en la gran corona de su recinto alto, cubren 17 piezas de grueso calibre. Además se ven en la parte llamada recinto Rabot vários edificios militares destinados á alojamientos, almacenes, etc., de sólida mampostería y abovedados á prueba.

LYON. Plaza situada al SE. de la Francia en la confluencia de los rios **SAONA** y **RÓDANO.** Sus fortificaciones pueden considerarse divididas en tres partes; la de la orilla izquierda del Ródano en una estensa llanura; la de la península ó sea espacio comprendido entre ambos rios, en suelo ligeramente accidentado; y la de la derecha del Saona en terreno montañoso. Aquí, pues, así por lo moderno de las construcciones, como por las circunstancias topográficas, pueden estudiar los ingenieros de todos los paises el verdadero carácter de la fortificacion moderna francesa, y ver hasta qué punto admiten ó rechazan las reglas y principios de la escuela alemana.

Primera parte ú orilla izquierda del Ródano.—El rio sirve de recinto á la ciudad por esta parte. Hay nueve fuertes situados de modo que se protegen mútuamente y están unidos por cortinas de tierra con banqueta para infantería, escarpa de mampostería y anchos fosos: las cuales cortinas se desarrollan, ya en línea recta, ya en forma de tenaza ó de rediente; de este modo, los fuerte y las cortinas forman una estensa línea que por ambos estremos se apoya en la misma orilla del rio, cu-

yas aguas llenarán los fosos cuando el defensor lo juzgue conveniente.

En los fuertes predomina el trazado abaluartado; pero unas veces en sus recintos, como en los de Colombier, Villeurbane, Broteaux y Tète d'Or, otras en los reductos interiores como en los de estos tres últimos fuertes, el de la Motte y el de la Part Dieu, se observan frentes atenazados con casamatas para artillería en el entrante, ó se ve á este ocupado por caponeras acasamatadas en los flancos, semejantes á las usadas en Alemania. En todos ellos tambien son acasamatados los flancos de los baluartes. En el fuerte de la Vitriolerie y otros, un cuartel defensivo con tres ó cuatro órdenes de fuegos de fusilería sirve de atrincheramiento interior, ó del recinto de la obra ó del reducto si lo tiene. La mayor parte de las casamatas están abiertas por la gola. En cuanto al perfil, se encuentran en estos fuertes, revestimientos en descarga macizos, ó con bóvedas vacías y aspilleradas, escarpas destacadas con camino de rondas y fuegos de revés; en algunos hay contraescarpas aspilleradas. Vários baluartes ofensivos hácia el interior, prueban que en la organizacion de estos fuertes se ha tratado de prepararse á resistir un golpe de mano de la poblacion sublevada.

Segunda parte: entre el Ródano y el Saone; recinto continuo antiguo, y fuertes destacados.—El primero lo constituye un alto muro aspillerado y flanqueado por ocho pequeños baluartes, á 300 metros, término medio, de distancia uno de otro, y algunas medias lunas modernas. Todos los baluartes tienen flancos retirados, y algunos con casamatas para artillería con las que modernamente se ha procurado aumentar su fuerza, así como en otros prolongando los flancos y construyendo cuarteles en sus golas con espacios á prueba. Uno de estos baluartes, llamado de **ORLEANS**, tiene sus caras formadas por muros que cubren hasta tres órdenes de bóvedas para artillería y fusilería. En su ángulo flanqueado se ha retirado hácia el interior el parapeto de mampostería para obtener fuegos en capital.

Los fuertes destacados son el de **MONTESSUY** y el de **CALUIRE.** Su figura es cuadrangular, y sus frentes abaluartados con escarpas aspilleradas independientes desde cierta altura, foso y camino cubierto. Las puertas de entrada están cubiertas por una plaza de armas con reducto de mampostería. Un cuartel defensivo con tres órdenes de fuegos, mas el del terrado, y rodeado de un macizo de tierras, ocupa próximamente el centro de estos fuertes.

Al pié del glácis del frente Norte del Montessuy, hay una pequeña luneta irregular de mampostería con una casamata para cañon en cada flanco; su gola está cerrada por un muro aspillerado. A 150 metros próximamente sobre la capital de este, hay otra luneta con su cuartel defensivo y con fuegos de revés para fusilería en las contraescarpas.

Tercera parte.—Al Oeste de la poblacion, ó sea á la orilla derecha del Saona y en terreno montañoso, hay un recinto continuo que termina en su estremidad Oeste en el fuerte **LOYASSE** en terreno muy accidentado, y por el Este en la orilla del rio: al Norte del fuerte Loyasse y sobre una altura que domina al barrio llamado de **VAISE,** está el fuerte de este nombre. Al Sudoeste de la poblacion y sobre una eminencia, está el fuerte destacado de **SANTA IRENE,** y siguiendo esta misma direccion y á 1200 metros de este fuerte, está el de **SANTA FÉ.** Estas son las obras principales que cubren el recinto llamado de **FOURVIERES.**

Este es de moderna construccion, pues solo para las cortinas se han aprovechado trozos de muralla del recinto antiguo; está formado por seis baluartes enlazados por cortinas trazadas ya en líneas rectas, ya angulosas, habiendo hecho un estudio detenido y oportuno del terreno, que ya hemos dicho es accidentado, para plegar las líneas de la fortificacion. El cuarto de estos baluartes, el segundo, y el semibaluarte primero á contar desde la parte mas baja del rio, son, propiamente hablando, unas grandes baterías acasamatadas, pues por

todo su perímetro corren dos órdenes de bóvedas normales al muro de frente. Las superiores son casamatas para artillería; en los demas baluartes, los revestimientos son generalmente en descarga.

El fuerte **VAISE** es de traza irregular por la necesidad de seguir las sinuosidades del terreno en que está asentado: del lado del Oeste presenta un muro recto defendido por una galería baja abierta en la contraescarpa.

El fuerte **LOYASSE** tiene tres frentes abaluartados de traza irregular; se ven en estos várias casamatas para artillería en los flancos y caras.

El fuerte **SANTA IRENE** viene á tener la forma de una luneta con escarpa á medio destacar, cuya gola es abaluartada; y en su cortina está el cuartel defensivo con sus pisos á prueba; en los ángulos de espalda de la luneta hay dos obras flanqueantes que los alemanes llamarian caponeras bajas, con casamatas para barrer el foso de los flancos y caras con artillería y fusilería: estas reducidas obras se componen de dos pequeños lados perpendiculares respectivamente al flanco y á la cara que flanquean, unidos por un muro recto con aspilleras y matacanes. Por detrás de la contraescarpa de esta luneta, corre una galería aspillerada.

El fuerte **SANTA FÉ** afecta la figura de un cuadrilátero cuyos dos lados Norte y Sur son abaluartados, con casamatas para artillería en los flancos; de los otros dos lados, el del Oeste tiene la forma de una tenaza de ángulo muy obtuso, ocupado su entrante por una caponera con dos órdenes de fuegos acasamatados, el inferior para fusilería, y el superior para fusilería en las caras y para artillería en los flancos; disposicion semejante á la de los frentes poligonales.

PARIS. Las grandes fortificaciones de la populosa capital de Francia, situada en el espacioso valle del **SENA**, se componen de un gran recinto que envuelve la ciudad y de un cordon de fuertes destacados.

Forman el recinto, de mas de ocho leguas francesas de perímetro, noventa y cuatro frentes trazados sobre los cinco lados desiguales de un pentágono irregular. Estos frentes son todos conformes al trazado de Cormontaigne, con escarpas revestidas, pero sin camino cubierto, sin fuegos acasamatados ni obras ó defensas de otra especie. Las contraescarpas sin revestir y coronadas de un glácis. El perfil es variable en los distintos frentes, porque así lo exigian las ondulaciones del terreno; y en donde por las dimensiones de estas no ha sido posible desenfilar de otra manera los terraplenes del recinto, se han levantado traveses en capital ó hácia los ángulos de espalda; pero la sola circunstancia de que la mayor parte de estos frentes están sobre una misma recta, hace que sean irrebotables casi todas sus líneas.

Los 16 fuertes destacados á unos 2000 metros, término medio del recinto, forman la segunda cintura defensiva y protegen otros mas pequeños que cubren líneas importantes como los canales de **SAINT DENIS** y de **L'OURGE**, ú ocupan posiciones ventajosas como las de **ROSNY** y **FONTENAY**.

Dichos 16 fuertes, que protegen una línea de once leguas, se han trazado con sujecion á los principios de la fortificacion abaluartada. Todos ellos son reductos de cuatro á cinco lados, y en estos se encuentran los frentes de Vauban y Cormontaigne, con anchos terraplenes, escarpas revestidas hasta 35 piés de altura sobre el fondo del foso, contraescarpa de mampostería, y glácis. No tienen obras esteriores; únicamente sobre los frentes atacables de algunos de ellos, se han levantado, para proteger las salidas, redientes ó medias lunas ó coronas, y aun reductos de mampostería, pero sin emplazamiento para artillería á cubierto. Los hay formados por muros con aspilleras en dos pisos.

En estas construcciones se ha hecho poco aprecio de las casamatas defensivas y de las galerías aspilleradas. Se ven, sin embargo, empleadas las primeras en los flancos de los frentes

atacables de los fuertes de la **BRICHE** y de **ROSNY**, y las segundas en el primero de estos, en el del **ESTE** y en el llamado de **MONT-VALERIEN.**

Las que se encuentran en dos ó mas cortinas en todos los fuertes, son las casamatas sin objeto ofensivo, es decir, las que podemos llamar de refugio.

En el interior de los mismos hay cuarteles, y algunos, como los del fuerte **CHARENTON**, son á prueba de bomba.

Los baluartes, en general, son tan pequeños, especialmente en los fuertes cuadrangulares, que toda idea de atrincheramiento en ellos parece imposible.

Esta reseña, por ligera que sea, nos hace ver en las nuevas construcciones alemanas, frentes abaluartados, fuegos dominantes, obras esteriores cubriendo el cuerpo de plaza, casamatas de Haxo, etc., y en las plazas francesas, escarpas destacadas, casamatas de mampostería, caponeras bajas en los fosos, y frentes atenazados ó poligonales; aunque todo ello empleado con cierta reserva y como con desconfianza.

Pero dijimos en la introduccion, que otros paises de Europa, y aun de América, acogieron y aplicaron los principios establecidos ó recordados por Montalembert; pues aun en estos se observa que no los toman en absoluto, como tampoco los de la escuela francesa, sinó que hacen aplicacion de unos y de otros segun los casos y las circunstancias locales.

El cuerpo de ingenieros ruso, dice Emile Maurice en su *Essai sur la fortification moderne*, no se distingue de el de los prusianos y de los alemanes en general por ninguna especialidad. Pudiera decirse, segun la opinion de Mr. Tansky, oficial polaco que escribió una obra titulada *Sistema militar de la Rusia*, que los ingenieros de este pais consideran defectuosos los trazados de Vauban y de Cormontaigne, y que prefieren á los preceptos de estos maestros del arte los sistemas alemanes. Sin embargo, el Coronel de ingenieros ruso Teliakoffsky en su escelente *Manual de fortificacion permanente*, dice que, en jus-

ticia, el sistema abaluartado debe considerarse como el trazado normal; pero entre los elementos de la fortificacion moderna comprende las casamatas, las torres defensivas y los edificios á prueba.

En las fortificaciones de **CUONSTADT** encontramos abundantes casamatas de mampostería, pero vemos tambien allí la ciudadela **KRONSCHOLFS** y el fuerte **RISBANK** de planta abaluartada.

En Modlin, plaza notable llamada hoy Novo-Georgiewsk, se vé un gran cuartel defensivo cuyo perímetro no es menor de dos mil ciento sesenta metros, que puede alojar treinta mil hombres, y que tiene en unas partes dos, y en otras tres pisos de casamatas para artillería; pero este cuartel-reducto está envuelto por dos recintos cuyos frentes son, unos abaluartados y otros atenazados, provistos aquellos y estos de casamatas.

Torres semejantes á las de Montalembert, han construido los rusos en **KIEFF**, **ALAND** y **ALEJANDROPOL** en donde forman línea de defensa.

En Holanda, desde que apareció el renombrado Coëhorn que no fué partidario esclusivo de ningun género de trazados, se ven construcciones de forma abaluartada fácilmente adaptable, segun hemos dicho, á un terreno bajo como el de aquel país; pero admitidas en ellas las casamatas para artillería, los muros aislados, y aun las obras independientes como son las que constituyen las fortificaciones de **GRONINGUE** que se deben á aquel ingeniero.

En nuestros tiempos los ingenieros holandeses que mas se han distinguido son, el Capitan W. F. Camp, y el Coronel J. G. Merkes partidario del trazado abaluartado, pero apreciador de los principios de la escuela alemana que se propone aplicar para corregir los defectos de aquel.

En Bélgica se verifica un verdadero cambio en el arte de fortificar las plazas; no porque se abandone el trazado abaluartado, base de todas sus fortalezas, sinó por las oportunas mo-

dificaciones que han introducido en él los ingenieros en las obras nuevas que dirigen. Así es, que se ha aplicado con cuidado (dice el Comandante Albear), construyéndolo sobre grandes lados de polígono para obtener baluartes desahogados y capaces de reductos interiores; no se ha perdido de vista la eficacia de la defensa subterránea, tampoco la necesidad de buenos abrigos acasamatados que casi todas las plazas poseen, y se ha hecho un uso prudente de las galerías aspilleradas y de los fuegos de revés.

En este país no se dá, como en Alemania, una preferencia casi esclusiva á las ideas de Montalembert y de Carnot; pero quizás los belgas se han mantenido en el justo medio de su buena aplicacion, no conviniendo tal vez tanto á su carácter cuanto al aleman tales principios y elementos de defensa.

La plaza de **DIEST**, por ejemplo, situada sobre el **DEMER** á diez leguas de Amberes y otras diez de Lieja, es nueva, y su posicion interesantísima. El recinto se compone al OE. de dos frentes abaluartados ordinarios sin obras esteriores, al Este de tres, y al Norte, que abraza un espacio equivalente á cuatro frentes de Cormontaigne, por aprovechar el antiguo recinto de la ciudad, se ven dos grandes alas que forman tenaza ó ángulo entrante, y tres lados que los forman salientes. Para el flanqueo de estos lados se han establecido, en dos de los salientes, caponeras con flancos acasamatados, y fuegos cubiertos de fusil en sus caras. A la parte Sur está la ciudadela, pentágono de forma abaluartada, en el que se ven atrincheramientos interiores á continuacion de las cortinas; no hay medias lunas, pero sí camino cubierto con reductos en las plazas de armas entrantes y salientes.

En la union de la parte Este del recinto con la ciudadela, hay una caponera acasamatada.

El rio **DEMER** y el riachuelo **ZWARTEBECK** suministran aguas á los fosos del recinto y puede inundar el terreno esterior de los tres fuertes del Este, con cuyo objeto hay construidas es-

Fig. 1.

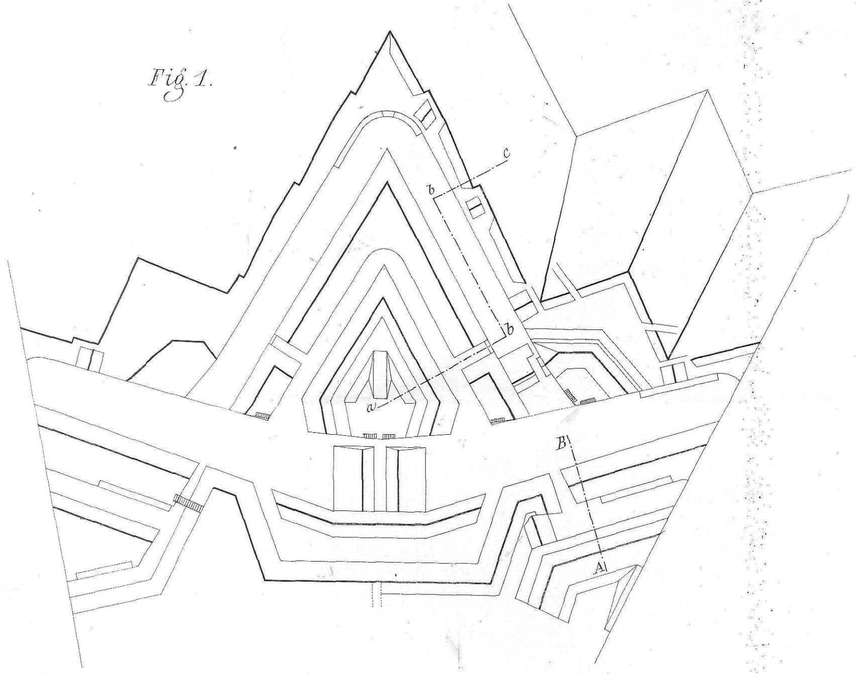
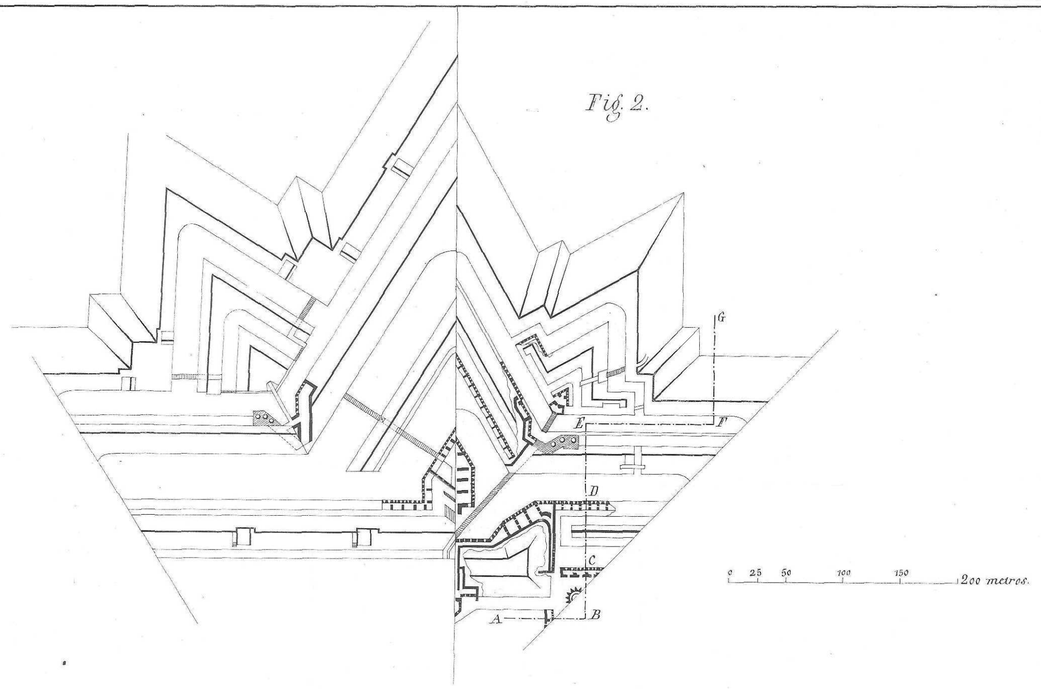
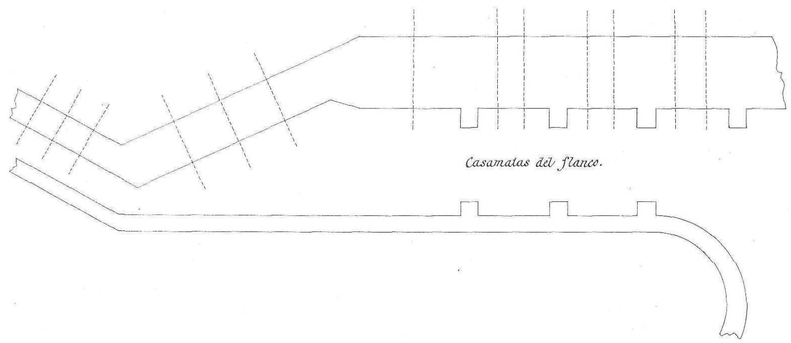
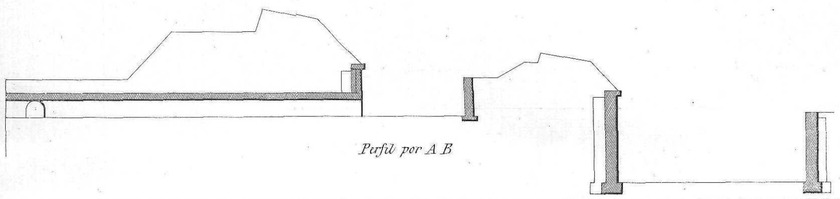


Fig. 2.

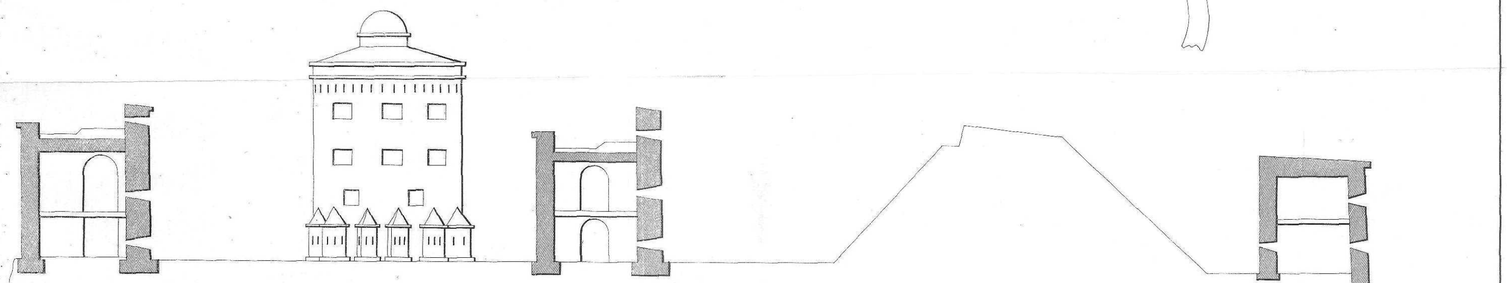




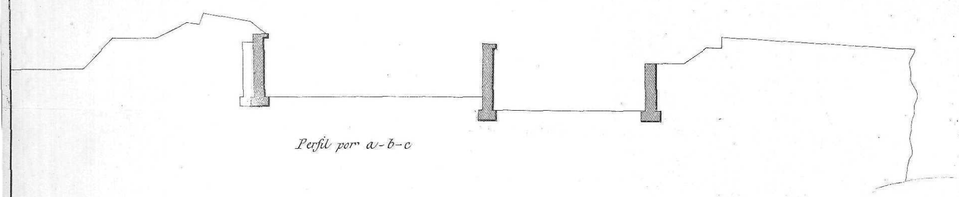
Casamatas del flanco.



Perfil por A B



Perfil por A B C D E F G



Perfil por a-b-c

0 20 40 60 80 100. metros.

Escala para el plano.

0 5 10 15 20 25 metros.

Escala para los perfiles.

0 2 4 6 8 10 20 metros.

Escala para los perfiles de la fig. 2.

clusas de inundacion en paraje conveniente, y protegidas por las obras de la plaza.

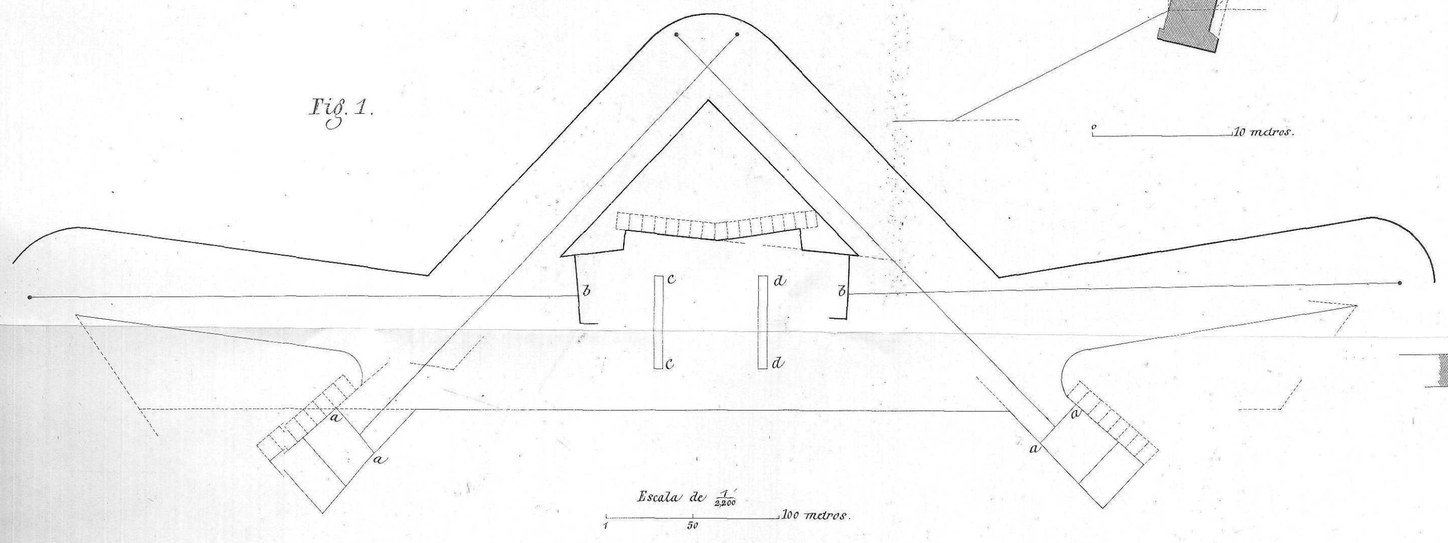
A un tiro de fusil de la misma y delante del frente atenazado, se levanta sobre una colina el fuerte **LEOPOLDO**. Su figura es circular: lo forman dos recintos concéntricos con dos pisos cada uno sin contar el terraplen, y fosos profundos y secos; el interior, ó sea el reducto de la obra, tiene en su piso inferior los almacenes, y el superior es una galería aspillerada dividida en nichos; desde la gola de este reducto parten dos alas formando un ángulo entrante, que van á unirse al recinto esterior, y en cada una de ellas hay una batería acasamatada: toman, las dos, de revés los alojamientos en el glácis de la plaza por aquel lado estremo.

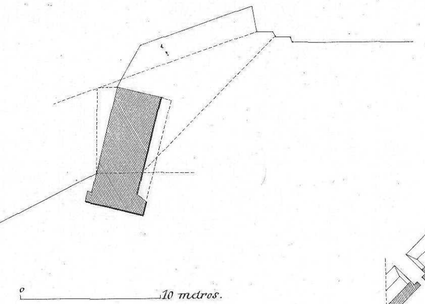
La ciudadela de **GANTE**, obra notable concluida en 1830, es un pentágono regular; sus frentes son de Cormontaigne, pero tienen sus revestimientos en bóvedas en descarga, y los flancos acasamatados. Las golas de los baluartes y las cortinas, están ocupadas por un edificio corrido á prueba con dos pisos. Las obras esteriores son: medias lunas con sus reductos, plazas de armas circulares atrincheradas, camino cubierto, y cubrecaras de tierra en los baluartes.

En Inglaterra, á juzgar por las fortificaciones de **PORTSMOUTH, GOSPORT Y PLYMOUTH** parece que hasta hoy se han mirado con predileccion los principios de la escuela francesa; pero en sus plazas marítimas, así del continente como las de **MALTA, CORFÚ**, etc., pueden verse las casamatas empleadas hasta con abundancia. Los fuertes de costa son, unos abaluardos pero con fuegos cubiertos, otros reductos de mampostería acasamatados y de planta cuadrangular, otros semejantes á las de Montalembert, y otros, en fin, los llamados torres **MARTELLO**, con dos pisos de casamatas.

CHATHAM, gran establecimiento militar inmediato á Lóndres, está rodeado por un cordon de fuertes destacados: allí pueden verse, ó el fuerte **PITT** abaluartado, ó el fuerte

Fig. 1.





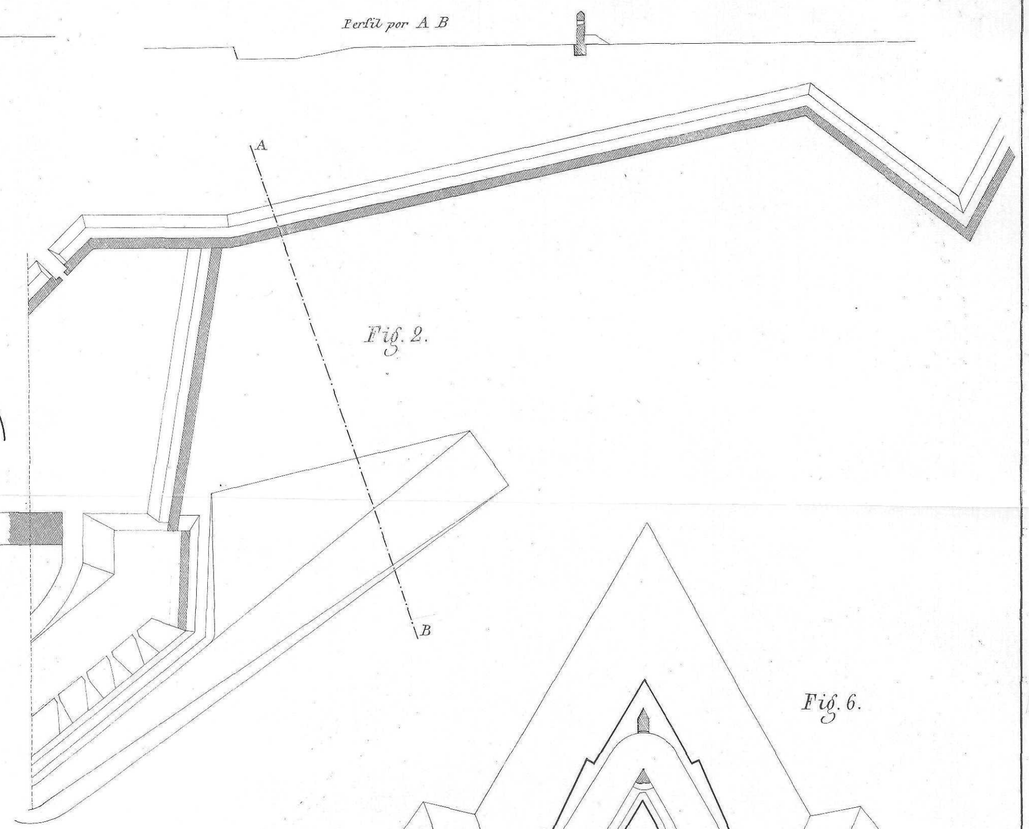


Fig. 2.

Fig. 3.

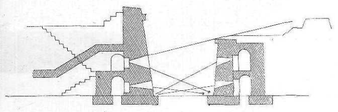


Fig. 4.

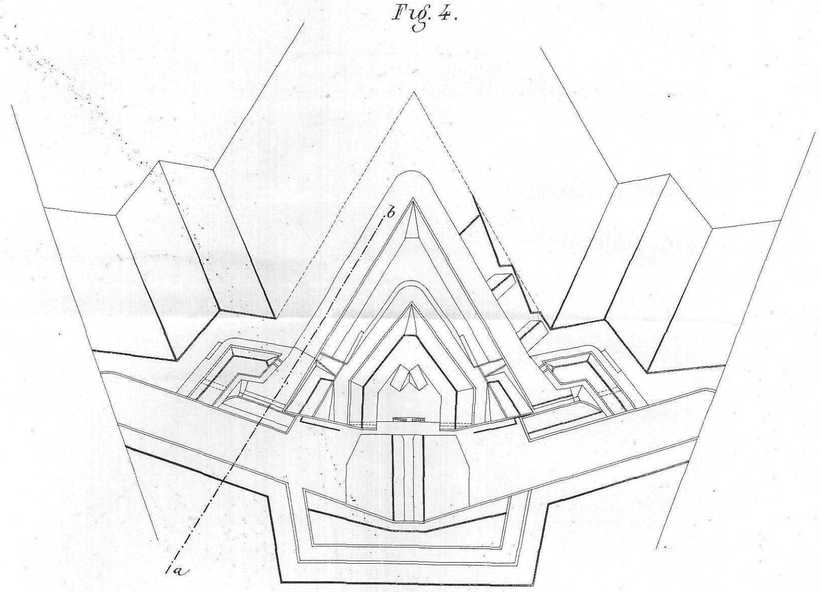
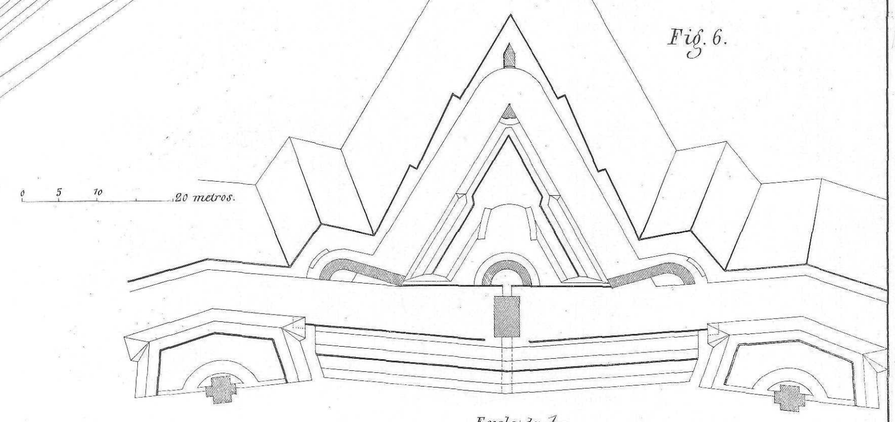


Fig. 6.



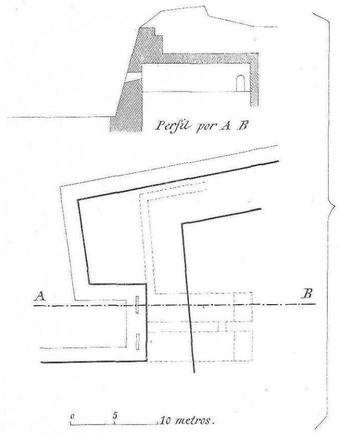


Fig. 7.

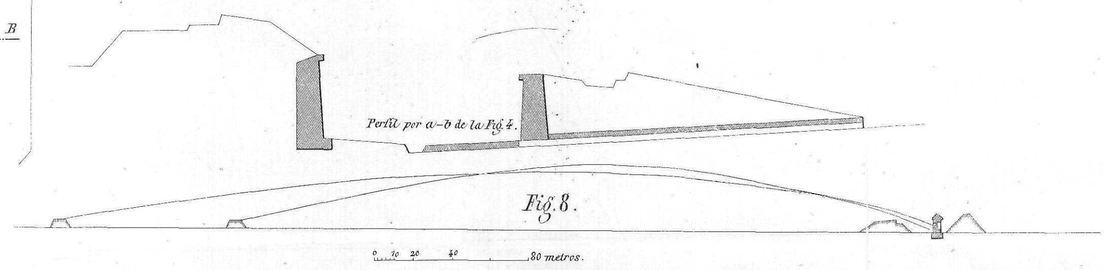
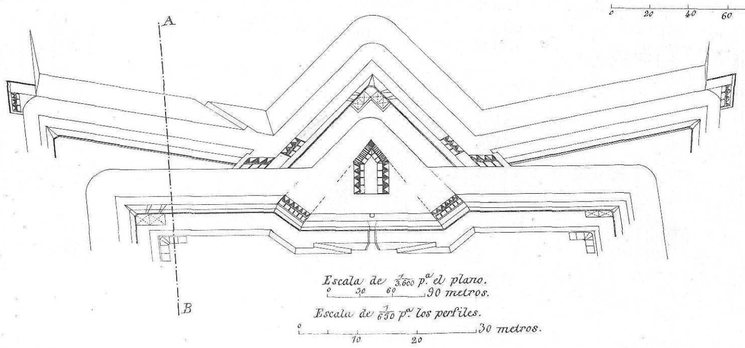
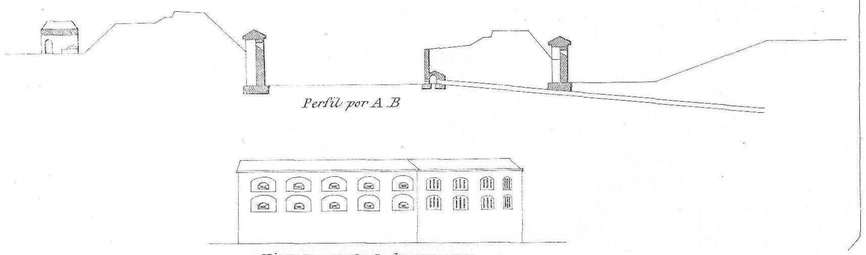


Fig. 8.





Vista de costado de la caponera.

Fig. 5.

CLARENCE, gran torre defensiva cuadrangular, de vários pisos con artillería acasamatada.

En Cerdeña se ha mirado con mucho aprecio al trazado abaluartado moderno; buena prueba de ello ofrece la plaza de **GÉNOVA**, cuya magnitud y posicion la elevan á la categoría de primer órden, con sus dos recintos y sus fuertes esteriores y destacados; pero en los mas recientemente construidos de estos últimos, vemos campear los principios de la escuela alemana, especialmente los fuegos cubiertos; aunque estos tambien se encuentran en la ciudadela de Alejandría, en el mismo país, levantada hace mas de dos siglos.

En Dinamarca, en Suecia y en Noruega, dice Zastrow, las fortalezas construidas en los tiempos modernos, pertenecen á la escuela alemana.

En los Estados-Unidos, se conserva en las modernas construcciones la forma abaluartada, pero se admite tambien la alemana; y en todas ellas se hace uso de las mamposterías huecas. «Los fuertes sobre las costas,» dice el Coronel de ingenieros D. Juan Muñoz en su *Memoria sobre el sistema defensivo de aquellos estados*, «son reciente y sólidamente construi»dos, y, segun su importancia, de mayor ó menor estension, »desarrollándose en baluartes, ángulos entrantes y salientes, »curvas circulares, ó simples rectas adaptadas al terreno de »la situacion. Por lo general, tienen baterías acasamatadas, »bien ventiladas. . . . . »edificaciones á prueba, etc.»

La fortaleza de **ADAMS**, la principal y de mayor fuerza intrínseca de la República, situada á la entrada de la rada de **NARRAGANSETT** en un istmo formado por el canal y una ensenada interior cuya parte opuesta ocupa la poblacion de New-Port, tiene la forma de un pentágono; su trazado es abaluartado; dos de los lados miran al canal, uno á la ensenada y los otros dos á tierra. Los dos primeros tienen bajo sus terraplenes bóvedas rebajadas para casamatas y almacenes; el tercero,

Fig. 1.

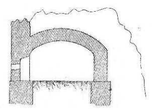


Fig. 2.

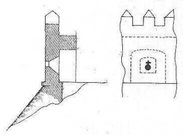


Fig. 3.

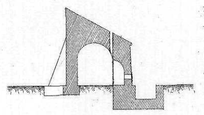


Fig. 3.'

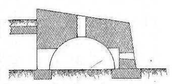


Fig. 4.

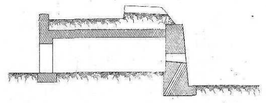


Fig. 5.

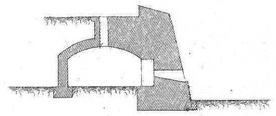


Fig. 6.

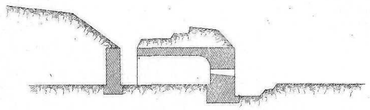


Fig. 7.

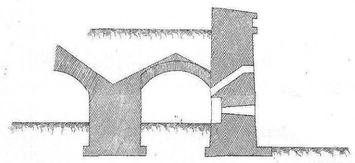


Fig. 8.

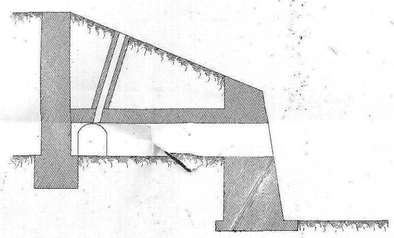


Fig. 9.

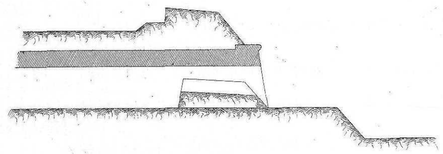


Fig. 10.

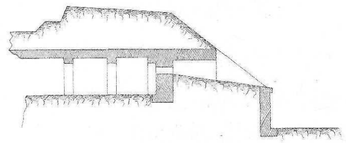


Fig. 11.

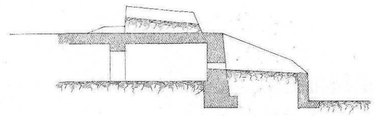


Fig. 12.

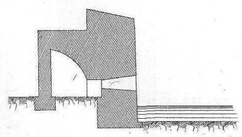


Fig. 12.'

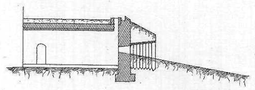


Fig. 13.

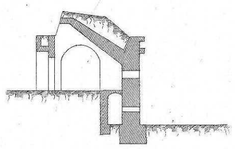


Fig. 14.

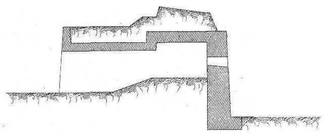


Fig. 15.

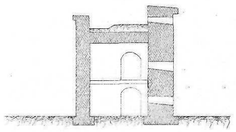


Fig. 16.

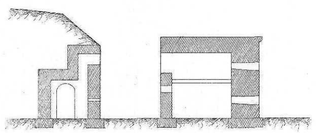


Fig. 17.

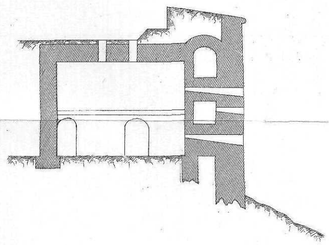


Fig. 18.

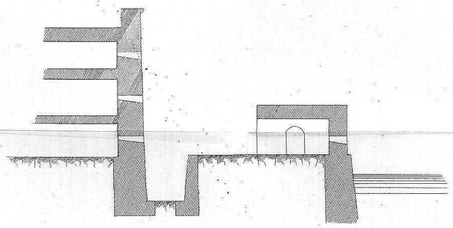


Fig. 19.

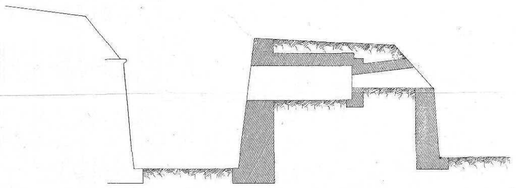


Fig. 20.

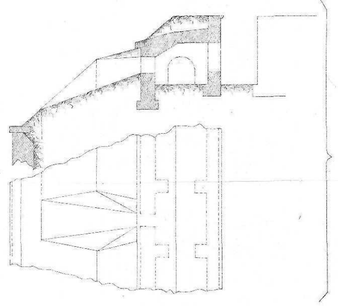


Fig. 21.

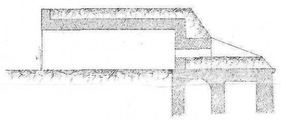


Fig. 22.

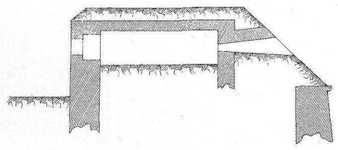


Fig. 23.

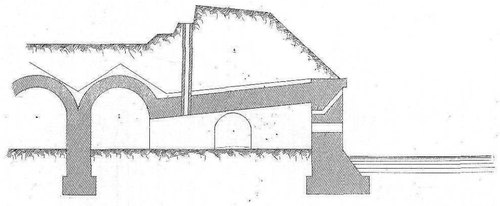


Fig. 24.

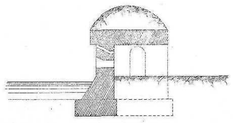


Fig. 24.ª

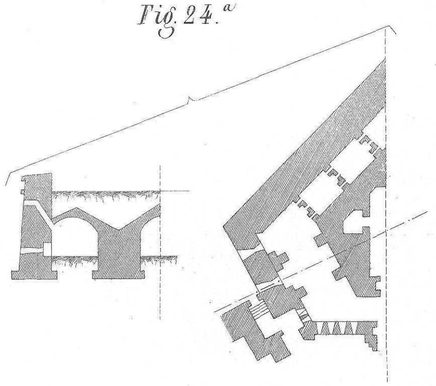
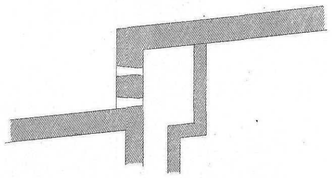


Fig. 24.ᵇ



Escala de $\frac{1}{500}$ particular de las Figs. 24ª y 24.ᵇ

3 2 1 0 3 6 9 12 metros.

Escala de $\frac{1}{500}$

5 0 5 10 20 metros.

el cuarto y el quinto, tienen tenazas con flancos acasamatados; detrás de los dos últimos, y separada de ellos por un foso, hay una segunda muralla ó atrincheramiento; para flanquear y defender aquel, hay una casamata en el ángulo entrante que forma su contraescarpa, y galería aspillerada á lo largo de la misma.

En la parte de tierra y á distancia de un tiro de cañon de la fortaleza, se construye un fuerte con reducto interior acasamatado.

En España, la ordinaria penuria del Tesoro, debida á las especiales y desfavorables circunstancias en que se ha hallado la nacion desde principios del siglo, no ha permitido levantar obras nuevas de fortificacion permanente que pudieran, digámoslo así, imprimir carácter al método preferido por nuestros ingenieros; sin embargo, las obras de la fortaleza de Isabel II en Mahon que se halla en curso de ejecucion, y las de uno de los frentes del Norte recientemente construido en la plaza de Manila en Filipinas, las del Ferrol, las de Tarifa, etc., demuestran que, sin desechar las reglas establecidas por nuestros antiguos maestros respecto de la fortificacion abaluartada, que aquí, como en todas partes segun dijimos ya, llegó á considerarse como la mejor y tal vez como la única admisible, se hacen oportunas aplicaciones de los medios de defensa recordados mas bien que inventados por Montalembert, especialmente de las casamatas para artillería de que tambien nuestros antepasados hicieron grande aprecio, como lo publican algunas antiguas plazas del continente y los castillos del Morro en la Habana y en San Juan de Puerto-Rico.

Si de las obras de defensa ejecutadas pasamos á las proyectadas, ó en otros términos, si de la fortificacion *práctica* pasamos á la *teórica*, hallaremos tambien manifiesta la tendencia á apoderarse de lo que tienen de bueno las dos escuelas dominantes.

Nos convenceremos de ello recordando algunos de los pro-

Fig. 25.

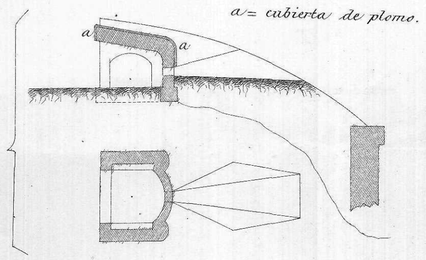


Fig. 26.

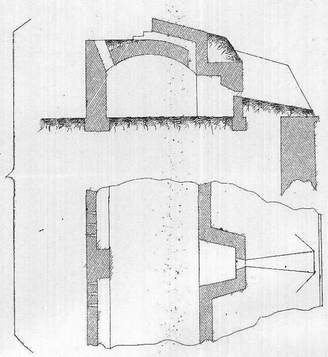


Fig. 27.

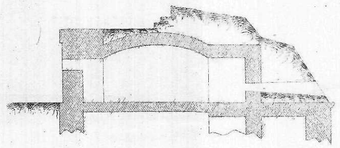


Fig. 27'.

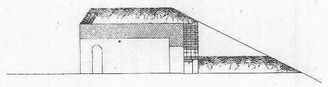


Fig. 27".

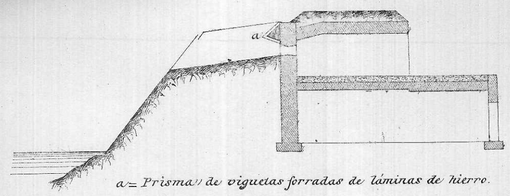


Fig. 28.

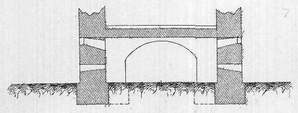


Fig. 29.

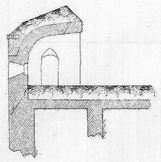


Fig. 30.

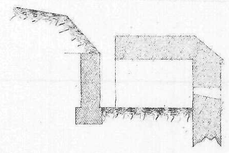


Fig. 31.

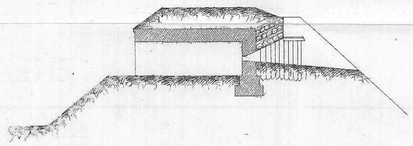


Fig. 32.

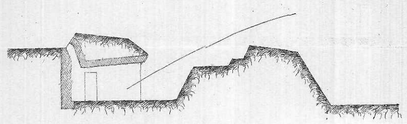


Fig. 33.

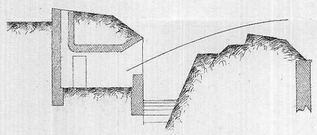


Fig. 34.

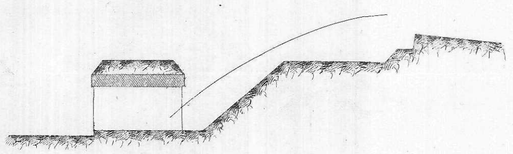


Fig. 35.

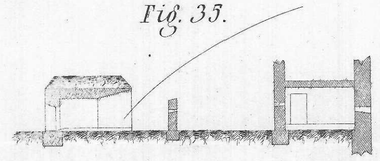


Fig. 36.

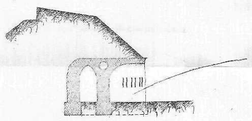


Fig. 37.

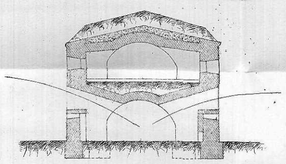


Fig. 38.

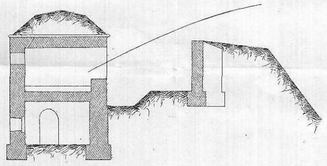


Fig. 39.

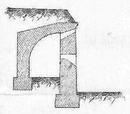


Fig. 40.



Fig. 41.

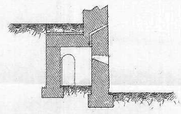


Fig. 42.

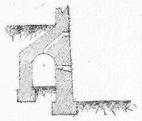


Fig. 43.

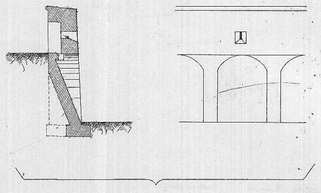


Fig. 44.

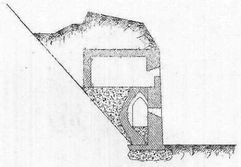


Fig. 45.

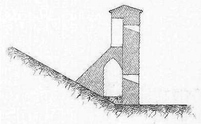
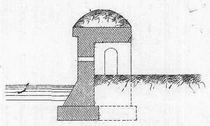


Fig. 46.



Escala de $\frac{1}{300}$

3 2 1 0 3 6 9 12 metros.

Litografia de Ingenieros.

yectos mas ó menos felices presentados por hombres estudiosos de todas las naciones, sinó para analizar sus detalles, al menos para ver cuál es, en general, la forma y condiciones de aquellos que mas se han distinguido y alcanzado cierta reputacion, como aplicaciones útiles de la idea que procuramos desenvolver en este escrito.

J. G. W. Merkes, Mayor de ingenieros y ayudante de campo de S. M. el Rey de los Paises-Bajos, ha presentado cuatro proyectos de fortificacion; solamente nos ocuparemos del último de ellos, porque no se diferencia esencialmente de los otros tres (1). FIG. 5, LÁM. V.

El pensamiento que le sirvió de guia para imaginar sus trazados, nos lo esplica en estas palabras: «He aquí, dice, los caminos ordinarios por los cuales ó sobre los cuales el sitiador debe avanzar para llegar á su objeto: nos hemos preparado á recibirle por ellos, y aun deseamos que no elija otros.» El maestro que toma por modelo es el famoso Cöehorn, cuyo método de fortificacion, bien conocido, tenia por objetos principales los de *cubrir y flanquear*, hacer obras grandes y propias para favorecer la reunion y maniobra de las tropas sitiadas, obligar al sitiador á hacer grandes esfuerzos y ejecutar grandes trabajos antes de apoderarse de las obras avanzadas, y procurar la dificultad de abrir brecha en el cuerpo de plaza envolviéndolo con obras enteramente de tierra.

Con los trazados, pues, de Cöehorn á la vista, con su propio pensamiento fijo en la mente y comprendiendo toda la preponderancia que han dado al ataque las nuevas armas de fuego y la manera de servirlas, Merkes modifica y corrige aquellos trazados «de la misma manera», dice, «que hoy si viviera, los modificaria y corregiria su autor.»

Concede Merkes un gran valor á la reunion de las ventajas

(1) *Examen raisonné des progrès et de l'état actuel de la fortification permanente*, par J. G. W. Merkes.—Traduit de l'holandais.—Paris: 1845.

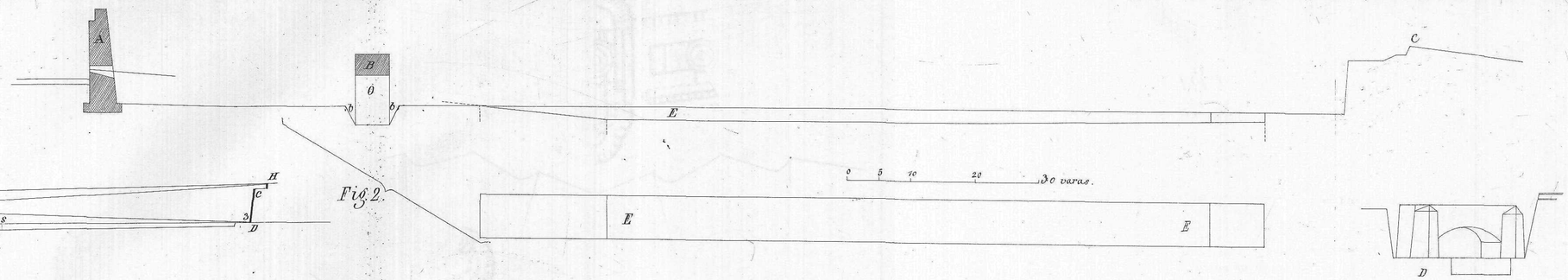


Fig. 1.

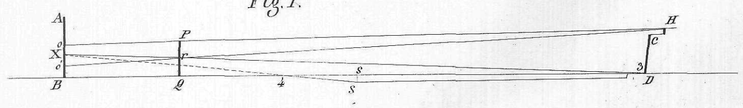


Fig. 2.

Fig. 3.

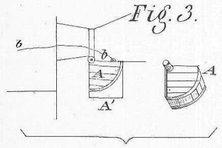


Fig. 4.

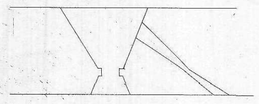


Fig. 5.

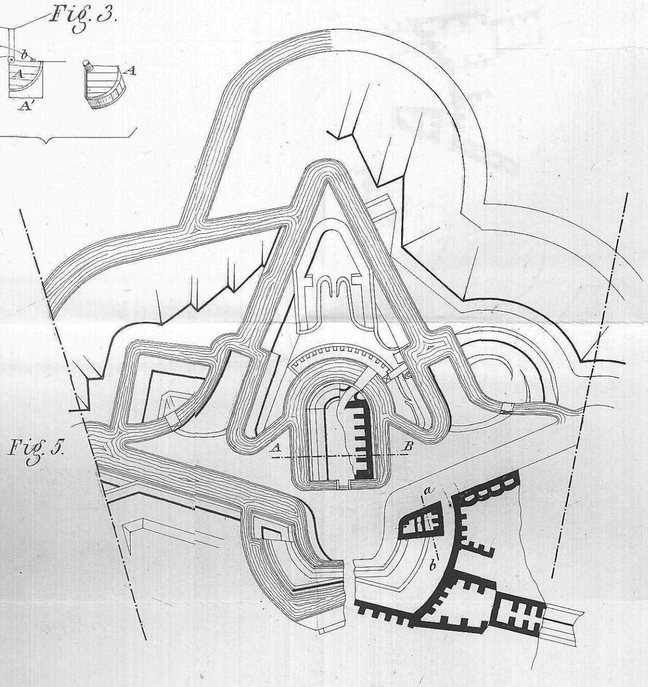


Fig. 6.

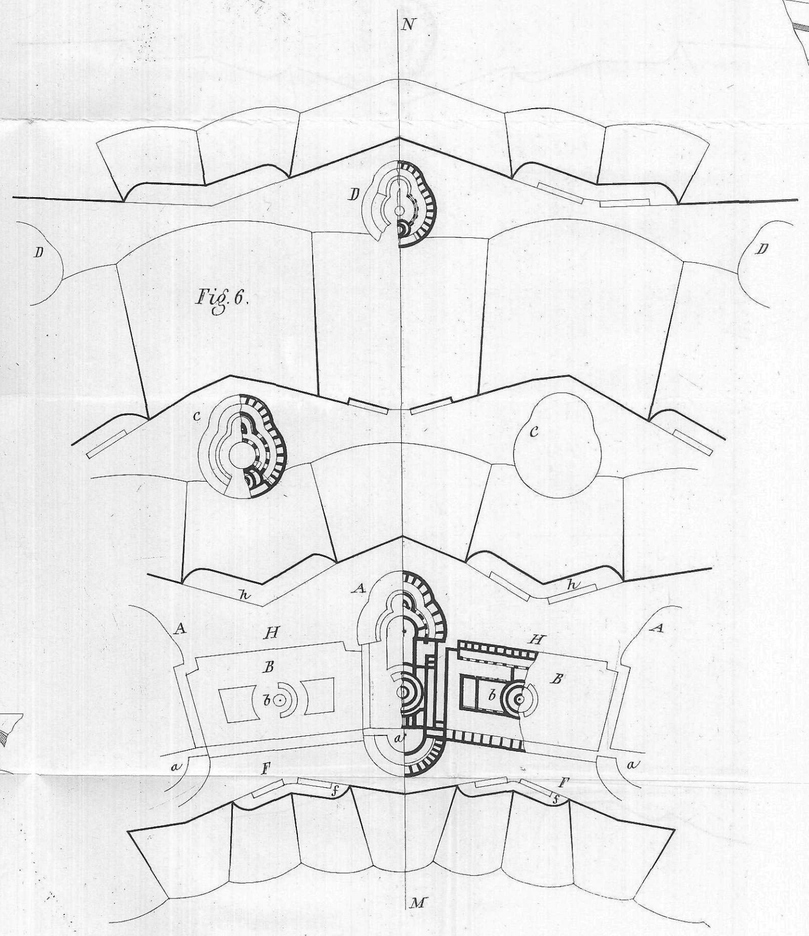
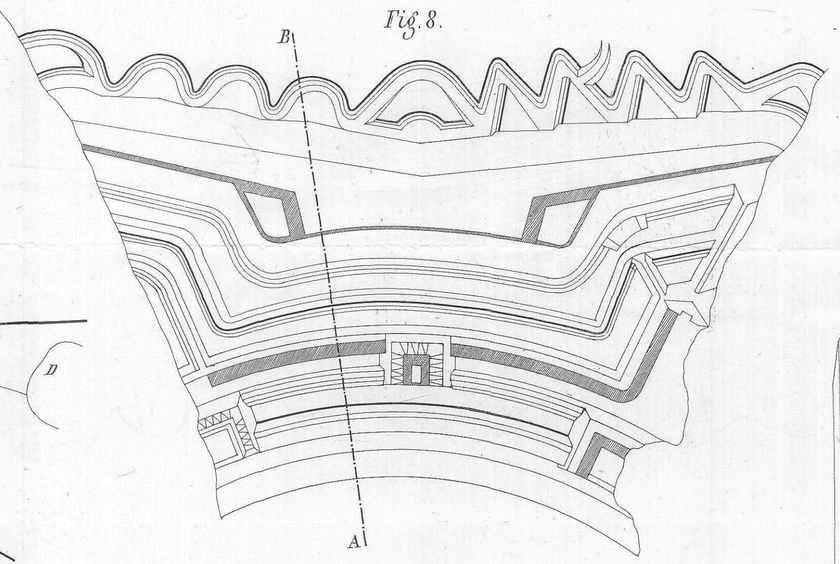


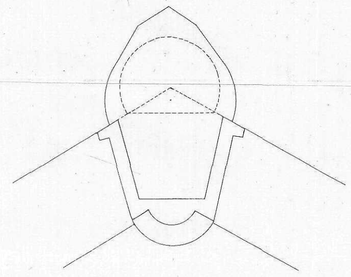
Fig. 8.

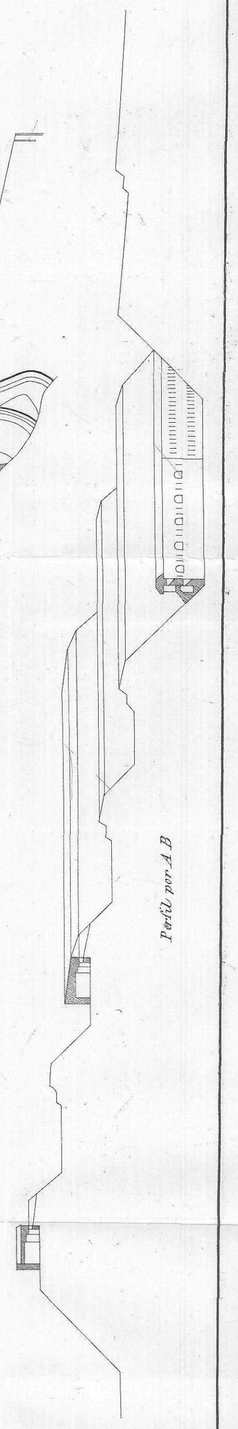


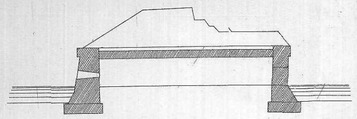
Escala del plano.
0 50 100 200 300 pies ingleses.

0 100 200 pies ingleses.

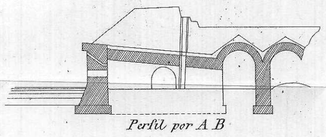
Fig. 7.







Perfil por a—b

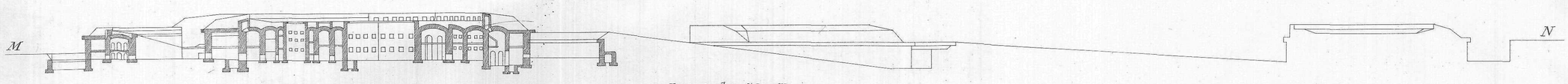


Perfil por A B

Escala de los perfiles $\frac{1}{500}$.
0 5 10 15 20 metros.

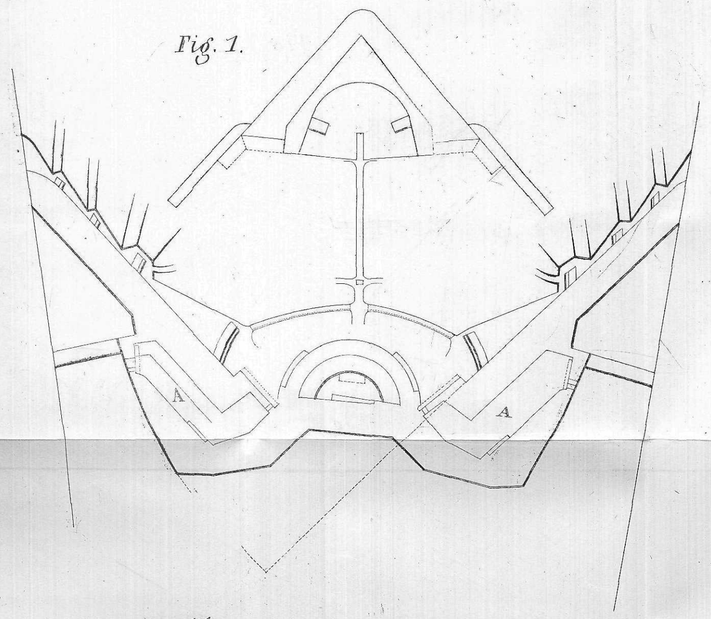
Escala del plano $\frac{1}{2500}$.
50 0 50 metros.

Escala de $\frac{1}{2,000}$ p.s el plano.
0 50 100 metros.



Escala de $\frac{1}{1050}$ p.s el perfil.
0 20 40 metros.

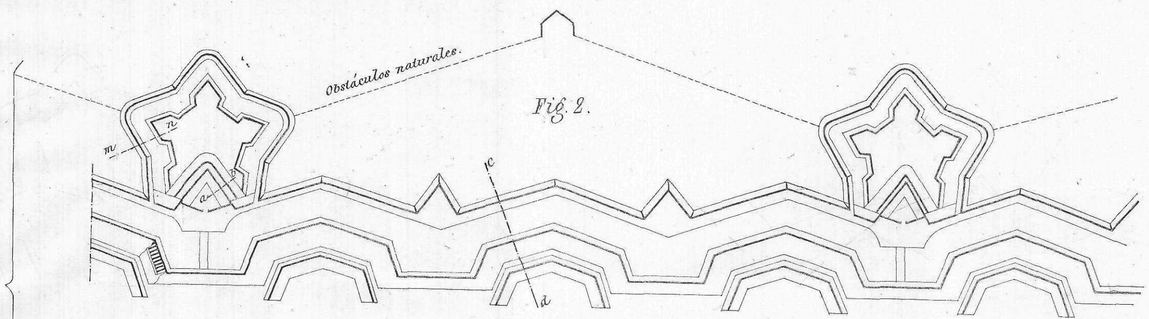
Fig. 1.

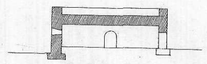


Escala de $\frac{1}{5000}$

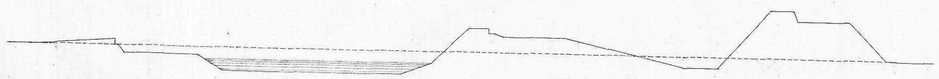
0 50 100 150 200 250 metros.

Fig. 2.





Perfil por b–a



Perfil por c–d



Perfil por m–n

Escala de $\frac{1}{10000}$ p.ª el plano.

0 50 100 200 300 400 500 metros.

Escala de $\frac{1}{1000}$ p.ª c d, m n y plano de la torre y r s perfil.

0 5 10 20 30 40 50 metros.

Escala de $\frac{1}{200}$ p.ª b–a

0 5 10 15 20 25 metros.

Fig. 2.ª

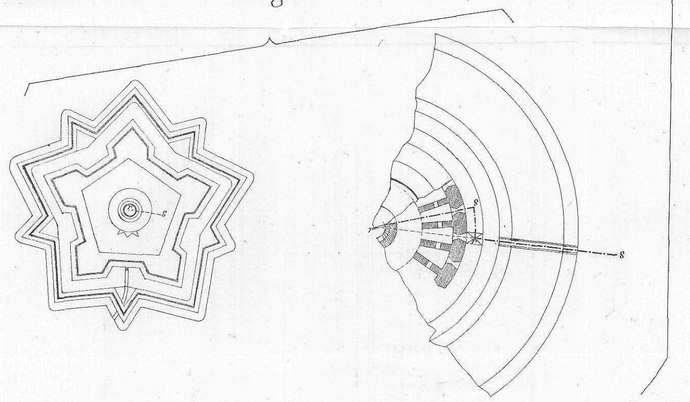


Fig. 3.

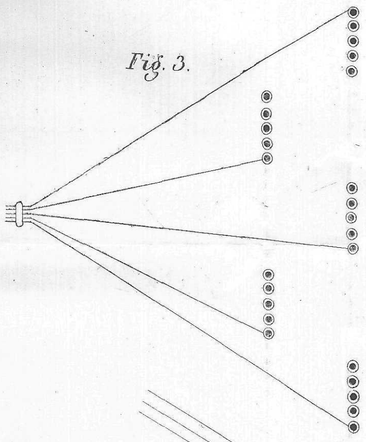


Fig. 4.

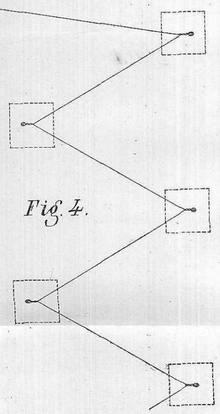
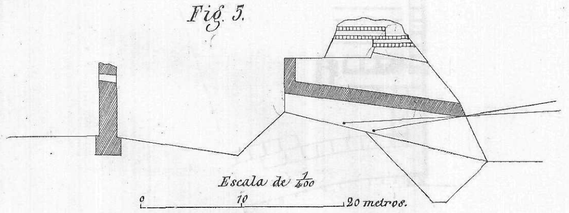
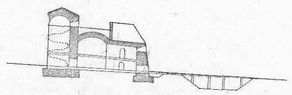


Fig. 5.



Escala de $\frac{1}{500}$

0 10 20 metros.



Perfil por r–s

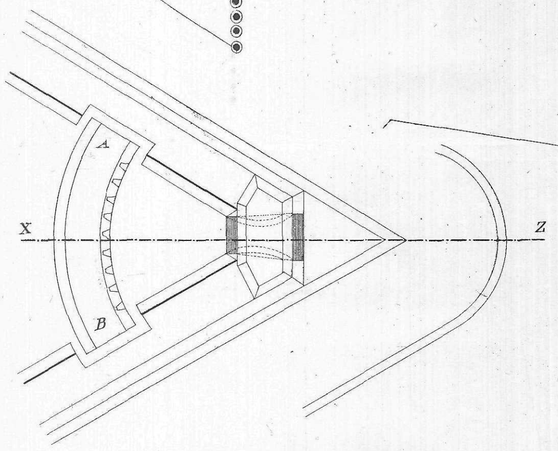
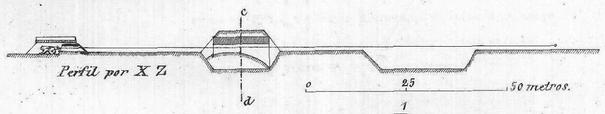


Fig. 7.



Corte por c–d



Perfil por X Z

0 25 50 metros.

$\frac{1}{1000}$

Escala de $\frac{1}{2000}$

0 50 100 metros.

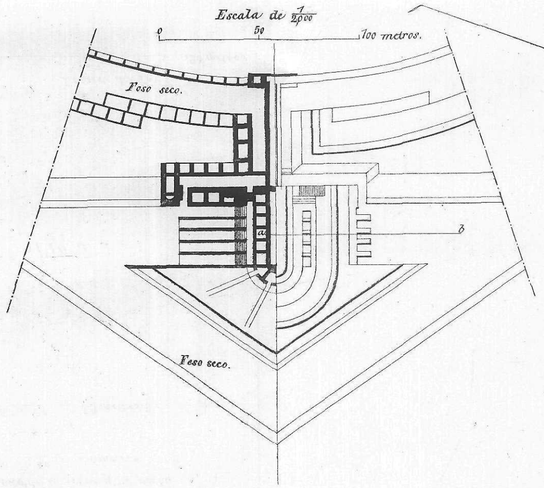
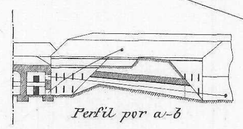


Fig. 6.



Perfil por a–b

Escala de $\frac{1}{1000}$

0 25 50 metros.

respectivas de los fosos secos y de los fosos llenos de agua para asegurar y facilitar las comunicaciones y procurar plazas de armas y refugios espaciosos á la guarnicion, y tambien á la introduccion de buenas y sólidas casamatas.

Para construir estas y los cuarteles defensivos que cierran la gola de sus baluartes y la gran caponera ó reducto acasamatado de la media luna, sin aumentar por ello el coste de la fábrica, suprime el revestimiento de mampostería de la tenaza, el de la gola de la media luna y de los reductos, y aun el de la contraescarpa que le parece inútil en vista de la anchura que da á los fosos: establece tambien muros aspillerados con arcadas cubiertas á prueba que el enemigo no podrá arruinar sinó empleando toda la potencia de su artillería, y coloca una galería esterior por debajo del camino cubierto, desde la cual pueda destruirse el alojamiento del sitiador en este, y sus baterías de brecha y contrabaterías.

El principio fecundo de la independencia entre la direccion de los parapetos y la magistral de las escarpas, le proporciona un medio para evitar el rebote, redondeando los salientes, y quebrando las largas *líneas* que se dirigen á la campaña.

El establecimiento del gran reducto acasamatado de la media luna, que no es otra cosa que la gran caponera central del método poligonal, le permite aumentar la longitud del frente hasta 400 metros, y le proporciona una abundante cantidad de fuegos para defender las capitales de los salientes.

Por último, en esas casamatas, en esos muros aspillerados, en esos flancos curvos, en ese gran saliente de la media luna, en esa independencia de los parapetos, en esas baterías en capital, en esos grandes cuarteles defensivos, etc., vemos una oportuna combinacion de los elementos de defensa proclamados por la escuela alemana, y que, oportunamente aplicados al método de Coëhorn, corrigen en este frente abaluartado los dos grandes defectos que segun manifestamos en el capítulo III, no han hecho desaparecer de él los ingenieros franceses.

J. Madeleine, Capitan retirado y antiguo discípulo de la escuela Politécnica de Paris, publicó en 1844 su Memoria titulada *Defectos de los actuales frentes abaluartados en uso*: y en ella aparece un proyecto de nuevos frentes. Procuremos nosotros indagar el pensamiento que le dominaba al proponer una variacion bastante radical en la manera de fortificar las plazas. «Las caras de los baluartes», dice en su escrito, «deben defender »los aproches de la media luna, oponerse á los trabajos de co»ronamiento del camino cubierto de estas obras y á la cons»truccion de las baterías de brecha y contrabaterías, etc.; mas »para que dichas caras puedan hacer esto, es menester que »tengan direcciones determinadas. Ahora bien, la capital de »la media luna es perpendicular en el centro del lado esterior, »y es fija la inclinacion de sus alas; por consiguiente los ángulos »que forman las caras de los baluastes con las de la media luna »y por consiguiente con el lado esterior, deberian ser próxi»mamente invariables para todos los polígonos indistinta»mente. . . . . »adoptando para el ángulo flanqueado de los baluartes una »abertura constante, la misma para todos los polígonos, la mas »pequeña que pueda prácticamente admitirse (70° por ejemplo) »suprimiendo la media luna, y estableciendo flancos bastante »estensos que procuren entrantes inaccesibles entre los baluar»tes, será fácil obtener, con la artillería, fuegos numerosos de »revés y muy terribles contra los trabajos del coronamiento »del camino cubierto, y contra las baterías de brecha de los »baluartes. Esta es *la base*, el *fundamento* de nuestro sistema.»

«La esperiencia prueba», dice en otro lugar, «que por sus re»botes y sus tiros horizontales y verticales el sitiador consigue »arruinar en parte los parapetos de la plaza, desmontar las »piezas y hacer insostenibles las caras de las obras. . . . . »Para que la defensa próxima pueda ser lo que debe, para que »la artillería y los defensores tengan y conserven su valor es »menester, *ante todo*, procurarles abrigos». . . . . .

La **FIG. 1, LÁM. VI**, nos presenta, aunque ligeramente, el proyecto consecuencia de estas observaciones; en él los baluartes de Vauban puede decirse que han desaparecido; los entrantes son muy pronunciados, porque lo son los salientes, de manera que mas bien se aproxima su traza al método atenazado. El frente que corresponde en el plano que elegimos á un polígono de veinte lados (lo mismo que para uno de diez y que para la línea recta), tiene de longitud 500 metros; los ángulos flanqueados son de 70°; la parte saliente de los fosos está defendida por los grandes flancos de cortina, y los entrantes por galerías aspilleradas adosadas á las contraescarpas, las mismas que tambien impiden la bajada al foso y el alojamiento en las brechas, y apoyan las reacciones ofensivas; la gran plaza de armas en el fondo del entrante, está provista de una larga galería abovedada para la reunion á cubierto de las tropas. Esta plaza de armas está cubierta en sus estremidades por dos grandes traveses batidos por los reductos *A A*, y que toman, como estos, de revés las brechas. El camino cubierto, no rebotable, tiene una palizada en las partes salientes. La pequeña media luna avanzada no tiene camino cubierto.

El cuerpo de plaza está especialmente reservado á la artillería, y á la fusilería las obras esteriores.

En la gola de los baluartes, ó grandes salientes, se han de establecer atrincheramientos con revestimientos de mampostería (1).

Vemos, pues, que Madeleine varía la traza de las obras del recinto, y adoptando las casamatas representadas en el perfil 27'

(1) Madeleine propone el uso de un sencillo aparato para regar abundantemente el terreno del glácis, de modo que se hagan sus tierras fangosas y poco á propósito para construir con ellas espaldones ni avanzar con trabajos de zapa.

Tambien quiere emplear unos volantes, colocándolos en la gola de los baluartes, en las plazas de armas y en los reductos, para inundar de proyectiles los trabajos del sitiador. En ocho minutos, dice, un solo volante puede lanzar sobre la paralela mas próxima, 960 proyectiles.

LÁMINA IV, para el cuerpo de plaza y las galerías cubiertas en la gran plaza de armas y en los grandes traveses, etc., hace que desaparezca la desnudez en los terraplenes; en una palabra, trasforma de una manera radical la forma y condiciones de los frentes abaluartados, sin recurrir al empleo esclusivo de las obras de mamposteria acasamatadas.

Sin empeñarnos en hacer el análisis de este proyecto, que creemos utilizable en localidades determinadas para fortificar plazas, diremos solamente que, para espacios pequeños, su aplicacion debe ser inconveniente por sus grandes entrantes que robarian mucho terreno, pues solo retirando notablemente las cortinas pueden conseguirse los grandes flancos que son su principal elemento.

D. José Herrera García, Coronel de ingenieros español y autor de tres proyectos ó maneras de fortificar, es uno de los militares que en estos últimos tiempos se han ocupado mas en el estudio de este difícil arte, y ha merecido que los resultados de sus curiosas investigaciones é invenciones ingeniosas, se vean acogidos con aprecio y premiados con justicia dentro y y fuera de nuestro país (1).

De los tres proyectos indicados, solo haremos aquí mencion del segundo, porque, sin embargo de sus grandes medios para resistir los ataques lejanos, su mismo autor reconoce con modestia que el primero de ellos está *recargado de elementos que ocasionan un aumento de gastos considerable, y una ofuscacion en el vigor de la defensa sobre el periodo nuevamente creado*, es decir, el que empieza despues de abiertas las brechas en el cuerpo de plaza; y porque el tercero está, por decirlo así, fundado totalmente en los principios de la fortificacion llamada alemana.

---

(2) Herrera García: *Sobre el restablecimiento del equilibrio de fuerzas entre el ataque y defensa de las plazas fuertes.*—Madrid, 1838.
Id. id. *Teoría analítica de la fortificacion permanente.*—Id., 1846.
Id. id. *Exámen comparado del estado actual del arte de fortificar.*—Id., 1853.

El referido segundo proyecto se vé representado en la **FIGURA 6, LÁM. V**, y para recordar el pensamiento que dominaba á su autor al proponerlo, trasladaremos sus mismas palabras:

«El perfecto estado en que se encuentra hoy la artillería, »el multiplicado y ventajoso uso que se hace de ella en los sitios, »y los adelantos hechos por Vauban en la táctica particular del »ataque, obligan á consideraciones mas estensas que las tenidas »hasta ahora para organizar y disponer las fortificaciones de las »plazas; el arte, en consecuencia de todo ello, ha debido espe»rimentar una revolucion mas completa para poder llegar á »conseguir el objeto deseado, y esta revolucion ha debido »cimentarse en las máximas siguientes:

1.ª »Proteccion y facilidad al sitiado para desarrollar y es»tablecer sus líneas de batalla en las direcciones que mas le »convengan, á fin de obrar á cubierto y con ventajas tácticas »sobre el enemigo en todos los períodos del sitio.

2.ª »Preservativos contra los destructores efectos de la ar»tillería, suficientes para evitar las ruinas de las obras, antes de haber llenado cumplidamente sus objetos.

3.ª »Organizaciones convenientes para cubrir de los medios »destructores del ataque el personal y material de la defensa, »ya se hallen en servicio, ya en reposo.

4.ª »Disposiciones ventajosas para oponerse vigorosamente »á cada período del ataque.

5.ª »Libertad, desembarazo y seguridad en las comunica»ciones entre todas las partes elementales de la fortificacion, »para obtener toda la agilidad, actividad y vigor que exige la »táctica particular de la defensa.

»Satisfechas estas circunstancias, resultarán indudable»mente á favor del sitiado todas las ventajas que pueden desear»se, y la defensa no podrá menos de adquirir su antiguo as»cendiente y vigor.

»Estos ventajosos resultados se conseguirán siempre que

»subordinemos completamente el órden de la fortificacion á »los principios que siguen:

1.° »Un sistema completo de fortificacion, ha de componer- »se de combinaciones eficaces de los cuatro elementos siguien- »tes: primero; masas cubridoras: segundo; casamatas, gale- »rías aspilleradas y blindajes: tercero; edificios suficientes á »prueba de bomba: cuarto; disposiciones relativas á la seguri- »dad y facilidad de las comunicaciones y de la guerra subterrá- »nea, etc. . . . . .

»Las plazas de guerra consideradas bajo un aspecto pura- »mente militar, tienen dos objetos capitales, que son: el de cu- »brir las fronteras de un Estado, y el de favorecer las opera- »ciones del ejército en campaña; pero ni es necesario para »conseguir estos objetos que las plazas ofrezcan un mismo gra- »do de energía á la defensa particular de los puestos que ocu- »pan, ni para alcanzar este resultado seria preciso emplear »unas mismas obras de fortificacion en cada punto, porque la »situacion y circunstancias topográficas del terreno sobre que »se establecen, ofrecen muchas veces ventajas que permiten »simplificaciones considerables de obras y grandes economías »en los gastos, sin debilitar la defensa general del Estado ni »la particular del punto. Estas interesantes ventajas no pueden »aprovecharse en toda su estension si los sistemas de fortifica- »cion no se prestan fácilmente á todos los casos de aquella es- »pecie que pueden ocurrir en la práctica, haciéndose aplica- »bles á todos los terrenos y ofreciendo siempre á la defensa un »vigor proporcionado á la importancia del punto que cubren »y á los gastos que se originan de su ejecucion. Los sistemas »que conocemos hasta el dia presentan muchos embarazos pa- »ra satisfacer cumplidamente á aquellas dos condiciones: la »continuidad de sus recintos ó envolturas y las grandes dimen- »siones de sus obras son obstáculos insuperables en muchos »casos para satisfacer á la primera, así como la insuficiencia »de sus valores defensivos para puntos de grande interés, y lo

»escesivo de sus costos, respecto á los de mediana importan»cia, los hacen igualmente desventajosos para la segunda.»

»De aquí la necesidad unas veces de suprimir obras, dejan»do completamente estenuado el sistema, ó de adicionar otras »en los casos contrarios, como son los antefosos y antecaminos »cubiertos, las flechas y lunetas, los hornabeques y coronas, »cuyos valores defensivos dependen de las relaciones mas ó »menos íntimas en que las circunstancias particulares permi»ten establecerlas con las obras elementales del sistema á que »se adaptan, y con la naturaleza y topografía del terreno en »que se sitúan. Entre todas las obras adicionales han mereci»do generalmente mayor aprecio las lunetas destacadas cuando »sus posiciones, dimensiones y relieves pueden relacionarse »convenientemente para obligar al enemigo á atacarlas indus»trialmente antes de verificar su paso por el glácis, estando »flanqueados y bien batidos sus fosos por los fuegos del camino »cubierto del frente de la plaza que cubren; y teniendo sus co»municaciones fáciles y seguras, pues que estas condiciones, y »las circunstancias de acomodarse fácilmente estas obras á »todas las localidades y maniobras de las salidas, de no influir »la pérdida de una de ellas muy considerablemente en el todo »de la defensa, y de ser tambien poco costosas, las hacen muy »dignas de preferencia sobre todas las demás de su especie; »mas, sin embargo, esta y todas las otras obras adicionales que »se han inventado y usado hasta el dia, adolecen de los mismos »vicios capitales que los sistemas á quienes se han adaptado, »respecto á la falta de relacion de sus líneas de fuego con los »principios fundamentales de la táctica general, para oponer»se enérgicamente contra los primeros órdenes de batalla y »marchas del ataque, y en virtud tambien de la falta de pre»servativos contra los efectos desastrosos de los fuegos verti»cales; por cuyas razones no pueden prestar á la defensa todo »el auxilio que se ha pretendido de ellas, ni aun ventajas pro»porcionadas á sus grandes gastos. Por esta consideracion se ha

»abandonado, hace mucho tiempo, el uso que con tanta pro»fusion como poco discernimiento se hacia en principios del »siglo xvii de los hornabeques y coronas como obras esteriores »al recinto de las plazas, etc. . . . . .»

Examinando el plano, observaremos en él: 1.° El recinto principal formado por las **TORRES TAJAMADAS** *AA* con sus torreones curvos *aa* en la gola, y por las cortinas *BB* que tienen en su centro los reductos *bb*; mas los dos fosos *HH* y *FF* con sus glácises, sus plazas de armas *hh* y *ff* y su galería de contraescarpa el primero de ellos: 2.° A 180 varas de este recinto, se hallan dos líneas á la distancia de 200 varas, de obras activas *CC* y *DD* que llama el autor **LUNETAS TAJAMADAS**, con sus fosos y glácises generales, sus plazas de armas en los ángulos reentrantes de las contraescarpas, y galerías aspilleradas bajo las mismas, que baten de revés, el glácis general de la línea de obras anterior. El pérfil *MN* en capital, da á conocer los relieves y la composicion de una torre tajamada. Las lunetas tienen una organizacion análoga.

Este proyecto corresponde á la fortificacion para puntos primordiales del mayor interés y consideracion, sobre polígonos de veinte ó mas lados: para los de segundo órden ó tratándose de polígonos de menor número de lados, puede suprimirse, segun el autor, la segunda línea de obras activas, es decir, la mas separada del recinto, y aun tratándose de puntos de tercer órden ó de polígonos inferiores al de doce lados, queda solo el cuerpo de plaza cuyo glácis general irá entonces á morir en el plano de situacion de la plaza.

El lado del polígono defensivo, que se supone es siempre el que une los centros de las obras activas mas salientes, es de 320 á 350 varas. En todos los polígonos inferiores al de veinte lados, y para evitar que en las cabezas de las obras tajamadas se formen ángulos muertos, se sustituye la curva que forma aquella por tangentes determinadas (**FIG. 7**).

El carácter de esta fortificacion se aproxima mas al de la

fortificacion llamada alemana; pero en ella encontramos, sin embargo, reducida á 320 varas la longitud del lado esterior, á causa de que, análogamente al método abaluartado y en oposicion al poligonal, las obras principales de defensa activa están colocadas en los ángulos del polígono, en el emplazamiento de los baluartes. Asi en estas obras como en las lunetas tajamadas, juega la artillería sobre sus terraplenes descubiertos; y aunque el espacio es relativamente estrecho en cada una y escaso por consiguiente el número de cañones que admite, como son várias las que descubren, alcanzan y cruzan sus fuegos sobre cada una de las posiciones del sitiador, la accion de la plaza contra los ataques lejanos es poderosa; la de las casamatas, una gran parte por lo menos se reserva para el ataque próximo. Por la organizacion del cuerpo de plaza cuya defensa está dispuesta tanto para el interior como para el esterior, se infiere que la plaza no debe rendirse aunque el enemigo penetre en ella. «Con los defensores de Zaragoza», dice Mr. Fergusson, «este seria en realidad el momento de principiar el sitio.»

En la aplicacion de este trazado al terreno, creemos ver que, sin disfrutar de tanta flexibilidad como los métodos empleados en Alemania, no presentará la rigidez, si nos es permitido espresarnos asi, que para terrenos accidentados ofrece la fortificacion llamada francesa; y eso que, en nuestro concepto, las torres tajamadas del recinto están algo próximas, las cortinas demasiado recargadas, y se descubre cierta necesidad de conservar la simetría entre todas las partes del conjunto, para que no decaiga su valor defensivo.

Mr. James Fergusson, miembro del Instituto Real de Lóndres, propone otro método para fortificar las plazas, que se diferencia bastante de los conocidos. Las obras de defensa deben, segun este autor, permitir fáciles salidas al sitiado y batir siempre de frente al sitiador. Mr. Fergusson necesita grandes terraplenes, y vá á procurarse tierras abriendo gran-

des fosos, ya secos, ya para llenarlos de agua; pero como esta última clase de fosos dificultan las comunicaciones entre la plaza y las obras esteriores, empieza por abandonar estas. Propone, pues, que el foso tenga 60 piés ingleses de profundidad y 200 de ancho; la escavacion producirá la suficiente cantidad de tierras para formar un terraplen de 400 á 500 piés de anchura en la base, y de 80 de altura máxima. Este gran terraplen lo divide en sentido de su longitud en cuatro ó cinco secciones que resultan de 80 á 100 piés de base, y los cuales del interior al esterior se dominan respectivamente unos 14 á 15 piés. Los planos de fuegos de los parapetos que corren á lo largo de estos cinco recintos, descubren la cresta esterior del glácis, el cual oculta al sitiador el terraplen mas bajo que llama **FALSA BRAGA**, y el que solo entra en accion cuando el enemigo viene á coronar la contraescarpa del foso. En cuanto á la planta de las obras, la magistral del modelo presentado por el autor en la esposicion de Lóndres era circular, pero esta puede variar sin dificultad y adaptarse á la configuracion del suelo segun las localidades, lo que se comprende fácilmente examinando la **FIG. 8, LÁM. V.**

Cuando el foso es de agua, no hay revestimiento de mampostería en ninguno de los recintos, y aquel se flanquea por dobles caponeras que avanzan hasta su mitad desde la falsa braga.

Si el foso es seco, corre por delante de la falsa braga un muro á la Carnot, de traza abaluartada, con flancos acasamatados.

En un frente de 360 yardas fortificado de esta manera, pueden colocarse hasta 1000 piezas de artillería, suponiéndolas con intérvalos de veinte pasos.

Con los proyectiles huecos modernos, dice el Coronel Adams, parece que ha de ser fácil conseguir con fuegos horizontales la destruccion del terraplen de 18 piés de un frente abaluartado, pero atendiendo á la forma circular del trazado de Mr. Fer-

gusson, aquellos proyectiles no podrian rebotar con facilidad, y además su accion directa tendria que vencer la resistencia que opone un terraplen de 100 ó mas piés de base. Un medio quedaria para atacar estos frentes, el de los morteros, es decir, un bombardeo; mas para evitar sus efectos, el autor se propone amparar sus cañones bajo las casamatas de Haxo; de este modo las baterias del sitiador en el gran blanco que se les presenta, no descubren un solo metro de mamposteria.

Por mas que veamos aquí los grandes macizos de tierra considerados oportunamente como el primer elemento de resistencia pasiva, nos parece este género de construccion de aplicacion difícil en la mayor parte de los casos por la gran masa de tierras que exige, el espacio que ocupa, y lo costoso de la construccion y entretenimiento de unas obras que tienen mucho de fortificacion pasagera.

El *Journal de l'armée* belga, publicó en 1856 un proyecto de ensanche para la plaza de **AMBERES**, presentado bajo el nombre de Mr. Keller; y con este motivo establece una série de principios generales de defensa que, en su concepto, debieran servir de base á la fortificacion de los grandes centros ó ejes estratégicos, y presenta en su consecuencia un proyecto de **PLAZA MODELO. (FIG. 2, LÁM. VI).**

La série de principios generales que establece, pueden reasumirse de este modo:

1.° El recinto de las plazas de gran desarrollo, ha de construirse, siempre que sea posible, segun el trazado abaluartado; con frentes de 600 metros de lado esterior, y flancos acasamatados con sus mamposterías cubiertas por un espaldon de tierras.

2.° La artillería en esta clase de plazas, debe organizarse bajo unas bases mas amplias que las admitidas hasta hoy por los ingenieros.

3.° La única manera de defender eficazmente una brecha ó de rechazar un asalto, es la de caer en masas compactas so-

bre las tropas asaltantes, en el momento en que estas se precipitan en el terraplen de la obra.

4.° La guarnicion de estas plazas debe, siempre que se pueda, estar alojada detrás de las obras y no espuesta al fuego enemigo, para tenerla siempre disponible, y bajo la vigilancia de sus oficiales.

5.° Como las medias lunas tienen el defecto de presentar un gran sector privado de fuegos, y de no recibir de la plaza sinó un flanqueo lejano é incompleto, pueden reemplazarse por **FUERTES APLICADOS** al recinto, espaciados de modo que se crucen sus fuegos de artillería, es decir, á unos 1800 metros, y provistos de un rediente acasamatado en la gola.

6.° Cuando un recinto de plaza está precedido de un ancho foso de agua, no hay necesidad de revestir las escarpas.

7.° Las grandes plazas deben ofrecer al ejército activo un campo de batalla ventajoso, es decir, un campo atrincherado en el cual pueda aceptar ó rehusar la batalla.

8.° La estension de este debe estar en relacion con la fuerza del ejército encargado de defenderlo.

9.° Se ha de formar con fuertes destacados que crucen sus fuegos de artillería, y que tengan un reducto interior ó torre reducto acasamatada.

Segun estos principios, la fortificacion de la plaza modelo está ligeramente dibujada en la citada figura.

Se supone un terreno en el que se encuentra el agua á 2 metros de la superficie.

Las torres que han de cerrar el campo (distantes 2400 á 3000 metros de los ángulos flanqueados del recinto) están representadas en la **FIG. 2, LÁM. VI.**

En este proyecto hay tres cosas que observar:

1.ª La ingeniosa disposicion de las **OBRAS APLICADAS** en sustitucion de las esteriores, que es una idea que ofrece novedad y que podrá en nuestro concepto utilizarse con gran ventaja, si bien reclama para su aplicacion, que los fuertes estén

en línea recta, ó por lo menos que el polígono sobre que se construyan sea de gran número de lados, pues de otro modo estas obras no podrian verse para flanquearse, ni batir el terreno intermedio en su parte próxima al recinto.

2.ª Las casamatas de los flancos de los baluartes, las de los reductos de las obras aplicadas, las torres de las destacadas, y aun aquella supresion de las obras esteriores y la constitucion del campo, dan al proyecto cierto carácter aleman.

Y 3.ª La esclusion de todo trazado como no sea el abaluartado, que así vemos en el recinto de la plaza como en las obras aplicadas y en las destacadas, lo que parece indicar una marcada preferencia por lo que se llama fortificacion francesa.

Todo bien considerado, pudiéramos decir de la **PLAZA MODELO** lo que hemos dicho de los **SISTEMAS**; que no existen, que no son una verdad; basta para esto considerar la estension de terreno que abrazarán la plaza y su campo, é imaginarse la variedad de formas y circunstancias que concurrirán en los puntos que será preciso ocupar con las obras, y de aquí el poco criterio y á veces la imposibilidad de aplicar en ellos los frentes iguales y de forma determinada y única.

Despues de estos ejemplos, pudiéramos citar otros varios en los cuales descubre el ingeniero el afan de sus autores de aprovecharse de todo lo que puede creerse utilizable para la defensa, ya provenga de este ó del otro pais, de esta escuela ó de aquella (1); y no seria el menos notable que describiéramos de los que reunen estas ventajas, el ingenioso trazado propuesto para fortificar á Barcelona por los estudiosos y entendidos oficiales del Cuerpo que han tenido esta comision; pero, aunque con sentimiento, renunciamos por mas de un motivo, á la satisfaccion que tendriamos en darlo á conocer.

Y ya que hemos hablado aunque ligeramente de los nuevos proyectos para fortificar *sobre* tierra, digamos algo de la de-

(1) Véase el Apéndice *C*.

fensa subterránea, trayendo á la memoria el notable proyecto del Coronel Verdú, oficial de ingenieros español, que puede estudiarse detalladamente en su obra *Nuevas minas de guerra.*

Ya hemos dicho en el capítulo III, que con la invencion de los globos de compresion y pozos sin atraque, se habia dado tal energía al ataque contra los trabajos de mina, que los ingenieros modernos han creido necesario reducir la defensa subterránea á ciertos límites, desechando el inmenso desarrollo que antes se daba á la construccion de galerías principales, de comunicacion, envolventes, ramales, etc.; pues bien, el Coronel Verdú ha hallado el medio de escusarlas completamente, sin hacer perder su verdadera importancia á la defensa por la mina.

Este medio es muy sencillo; determinada de antemano, y por consecuencia de la defensa, la situacion particular y recíproca de los hornillos desde la distancia presumible de la primera paralela hasta el interior de la plaza, en vez de marchar á dichos puntos ó posiciones por caminos horinzontales y subterráneos, se baja á ellos por unos pozos verticales de 7 ú 8 piés de profundidad. Para comunicar el fuego despues de establecidas las cajas de pólvora en las cámaras abiertas en el fondo de aquellas, se enlaza uno de los cabos del cebo de mina que entra en las pólvoras (porque el otro se deja en comunicacion con la tierra) á la estremidad de un conductor metálico aislado y cubierto de gutta-percha, que á través del atraque sube hasta cerca de la superficie del suelo y vá á buscar, siempre enterrado á una profundidad mayor que la ordinaria de las trincheras pero siguiendo una direccion cualquiera, el polo correspondiente de un aparato electro-motor de que se sirve el sitiado, y el cual se coloca en un paraje cualquiera, pero seguro, en el interior de la plaza. La distancia á que pueden llevarse los hornillos es indeterminada, porque, el autor citado, á la corriente continua y directa del aparato, ha sustituido otra inducida de chispas interrumpidas sumamente

enérgica, combinando al efecto la pila de un solo elemento de Bunsen, con un multiplicador de corriente de induccion.

Para volar simultáneamente cada tres, cuatro ó mayor número de hornillos, aunque estén colocados á distintas profundidades, basta un solo alambre conductor. (**VÉANSE LAS FIGURAS 3 Y 4.**)

La sencillez de este procedimiento salta á la vista, con solo considerar que han desaparecido todas las construcciones subterráneas que absorben un material y un tiempo crecidos, pues los pozos son de construccion muy pronta como ahora diremos.

Las ventajas, despues de la sencillez, son notables; pues no debiendo caminar el minador subterráneamente (lo que produce una gran economía de tiempo y de dinero) (1), y siendo ilimitada como ha demostrado la esperiencia la distancia á que llega la accion de la pila, se puede utilizar la defensa por la mina desde el primer período del sitio, por el efecto moral y material causado al enemigo por las esplosiones combinadas y sucesivas de vários hornillos dispuestos bajo sus mismas posiciones; circunstancia importantísima para la defensa de la plaza, pues se trata de una época de sitio en que el sitiador ejecuta sus trabajos con rapidez y escaso riesgo, porque entonces se halla todavía fuera del alcance eficaz de la artillería de aquella, y las salidas de la guarnicion no pueden verificarse sinó á favor del asombro y confusion producidos en el campo enemigo por las primeras esplosiones.

Conforme adelanten los trabajos del ataque, la defensa por los hornillos se hará como con las minas ordinarias, aunque el número de aquellos será por este medio mucho mayor, por lo mismo que su establecimiento es mucho mas sencillo. «Del »mismo modo, dice el autor del procedimiento, se acomoda

(1) Un aparato de induccion de los del autor, completo, no escede de 600 reales vellon. El conductor eléctrico puede valuarse en 15 reales cada 2000 varas.

»este sistema de hornillos á todos los trazados, puesto que su »carácter esencial es el no tener ninguno, ó ser arbitrario, y »apropiado tan solo á las circunstancias de tiempo, pólvora y »material disponibles en la plaza.»

Hemos dicho que los hornillos se establecen con facilidad. En efecto; estos pueden ser de construccion permanente, ó de ejecucion rápida. Los primeros se disponen abriendo pozos de la profundidad conveniente, y construyendo en su fondo cámaras de mampostería de forma cúbica, esférica ó simplemente abovedada en la parte superior. La boca del pozo se mantiene cubierta para ocultar su posicion al enemigo. La esperiencia ha demostrado que calculando tres dias de trabajo respecto á una profundidad de 18 á 20 piés, que corresponde á un piso inferior de fuegos, y empleando hombres ejercitados, bastan sesenta minadores é igual número de sirvientes para construir en un mes trescientos hornillos de esta clase; de modo que la construccion de tales pozos permanentes puede retardarse hasta un mes antes de la embestidura de la plaza. Los segundos hornillos, ó sean los de ejecucion rápida, solo se colocan á 8 ó 10 piés de profundidad. Si el terreno lo exige, se abren pequeños pozos y se revisten de madera; sinó, se abren taladros verticales ó inclinados por medio de barrenas artesianas, y con otra particular y articulada se escava en el fondo la cámara. En el espacio de dos ó tres noches pueden construirse ciento ó doscientos hornillos de esta especie, hasta mas allá de la tercera peralela.

De todo lo espuesto en los capítulos anteriores, del exámen de las fortalezas construidas de cuarenta años á esta parte, y de los proyectos de defensa que han visto la luz pública, se deduce claramente que, en rigor, ya no existe lo que vulgarmente se llama *sistema* de fortificacion.

Y así debia de ser; pues si para el estudio de la estrategia no pueden darse sinó principios político-militares que el raciocinio apoyado en la esperiencia ha formulado, y de cuya oportuna observancia depende el buen éxito de la guerra, tampoco para el de la fortificacion pueden suponerse como constantes sinó los principios de arquitectura militar, en que se combinan los de construccion con los de defensa, y cuya feliz ó desacertada aplicacion al terreno, debe decidir del saber ó del descrédito de un ingeniero militar.

Ábrase enhorabuena amplia discusion sobre si la artillería de las plazas, en todos ó solo en determinados casos debe de estar al descubierto ó bajo bóvedas á prueba; y una vez admitidas las casamatas ó los blindajes llamados permanentes, ó las galerías aspilleradas, que se estudien sus formas, sus dimensiones en todos sentidos, su resistencia con toda clase de materiales y á todo género de percusiones; que se analice la conveniencia de que esta y no otra sea la forma de las cañoneras, ya miren á la campaña, ya se dirijan de flanco ó de revés. Que se someta á un detenido exámen la cuestion de si en algunas ocasiones, (especialmente cuando los fosos son de agua), pueden dejarse las tierras sin revestir, ó conviene anteponerlas una escarpa destacada; y en el caso de haber revestimientos, cómo deben ser estos, si sólidos ó en descarga; que se medite sobre la estension, distancias y espesores de las contraguardias ó masas cubridoras; que se determine si en la construccion de las plazas debe predominar el elemento activo ó el pasivo; si es ó no útil el establecimiento de campos atrincherados permanentes, ya aislados, ya colocados bajo la proteccion de las plazas; si deben ser grandes como los alemanes, ó pequeños como los de Vauban, etc., etc.; pues el querer resolver *ex cátedra* que la disposicion relativa de todas las líneas de la fortificacion ha de ser en todos casos la misma, que sus magnitudes han de ser poco menos que invariables, que los relieves deben fijarse en tanto, ni una pulgada mas ni una pulgada menos, aunque para ello sea necesario combinar multitud de planos para desenfilar las obras, que en cada una de estas ha de montarse un número fijo de cañones, etc.; en una palabra, el querer presentar **MODELOS** y **SISTEMAS**, es y será siempre, á nuestro modo de ver, un desacierto, cualquiera que sea la escuela que tales principios establezca, siquiera lo haga con determinadas escepciones.

RESUMEN.

La fortificacion moderna, sin poderse fácilmente definir, arranca en las publicaciones de Montalembert.

Los principios establecidos por este hombre ilustre se apoyan en ideas que no son una novedad; sus proyectos eran dignos de estudio y discusion, y no merecian el desden y hasta la repugnancia con que los recibieron y aun los miran los ingenieros franceses.

Las diferencias que existen entre las dos escuelas dominantes hoy en el mundo militar, la francesa y la alemana, y que proceden de la distinta manera con que aprecia cada una los pensamientos emitidos por aquel General, deben desaparecer si el arte de fortificar las plazas ha de llegar á perfeccionarse,

y recobrar su antigua importancia, teniendo en cuenta la energía siempre creciente de los medios de ataque.

Faltando, como falta, la sancion de la esperiencia, es de temer que dicha perfeccion no se alcance hasta tanto que la guerra venga á decidir si la razon está en Francia ó en Alemania, ó si es posible, lo que parece probable, que se encuentre la resolucion del problema en la combinacion acertada de los principios establecidos por los ingenieros de uno y otro pais.

En las modernas construcciones y en los proyectos nuevos de fortificacion, se descubre esa tendencia de las escuelas á acercarse y á confundirse.

España, por su situacion y condiciones, y en vista del desarrollo que las naciones mas adelantadas de Europa dan al elemento militar, se halla en el caso de acudir á engrandecer el suyo de una manera que esté en justa proporcion con su fuerza y sus aspiraciones; y para ello puede y debe de aprovecharse de todas las ideas útiles, propias ó estrañas, y de las lecciones de la esperiencia, que acaso se dispone á mostrarnos de nuevo las páginas de hierro en donde su mano escribe.

APÉNDICES.

APÉNDICES.[1]

A.

Entre las pruebas verificadas en Francia con los nuevos cañones rayados, merece aquí especial mencion la siguiente:

Una batería armada de cañones ordinarios del calibre de 24, se colocó á 22 metros de un muro; y otra batería, en la que se montaron cañones rayados de á 12, se situó á 63 metros de otro muro que se hallaba en iguales condiciones que el primero.

---

(1) Como esta Memoria fué presentada á concurso en marzo del año pasado de 1859, hemos creido que no seria inoportuno hacer algunas ligeras adiciones, por que entonces no pudimos incluir las noticias que, ahora al imprimirla, tenemos relativas á las nuevas esperiencias con cañones rayados, ni conociamos la obra publicada recientemente en Bélgica por Mr. Piron, titulada *Fortificacion ecléctica*.

El resultado fué que los cañones rayados, á pesar de estar á una distancia casi tres veces mayor del blanco, emplearon menos tiempo en hacer brecha en este que los cañones de 24. Los proyectiles de los primeros penetraron en el muro hasta una profundidad de 15 centímetros, y produjeron con su esplosion un embudo considerable.

Durante la reciente campaña de Italia, y hallándose los franceses cerca de Valenza, pusieron en cierta ocasion en batería 12 piezas rayadas colocándolas fuera del alcance de los cañones de á 12 austriacos; y con dicha batería imposibilitaron la continuacion de los trabajos de defensa que estos hacian, arruinando las obras de tierra á una distancia de 2500 metros.

El Teniente Coronel de Artillería del ejército bávaro J. Schmælzl en su escrito sobre cañones rayados, nos dice, refiriéndose á unas esperiencias verificadas en 1854 en Inglaterra, que la fuerza de percusion del proyectil de un cañon Armstrong de cinco libras (bala á la que el inventor adaptó una punta de hierro ó acero en vez de la espoleta de percusion) fué tal, que á 1500 yardas (1372 metros) atravesó un blanco de tres piés (0,^{m}90) de espesor formado por seis tablones unidos de olmo.

El proyectil prolongado del cañon rayado de á 12 del mismo autor, atravesó á 800 yardas (730 metros) un blanco ó parapeto de encina de 9 piés (2^{m},7) de espesor.

Y por último, el proyectil del cañon de 32 del propio sistema que los anteriores, rompió en parte una de las placas de hierro de la batería flotante Trusty, agujereó el blanco, y pasó por encima del puente del buque.

Los cañones de Mr. Whitworth, ensayados recientemente en Southport (Inglaterra), han dado, segun el *Manchester guardian*, los alcances totales siguientes:

Cañones.	Elevacion.	Carga.	Alcances. *Yardas.*
De á 3..	35	8 *onzas.*	9.164
	id.	id.	9.688
De á 12. .	10	21 *onzas.*	4.120
De á 80. .	10	12 *libras.*	4.730

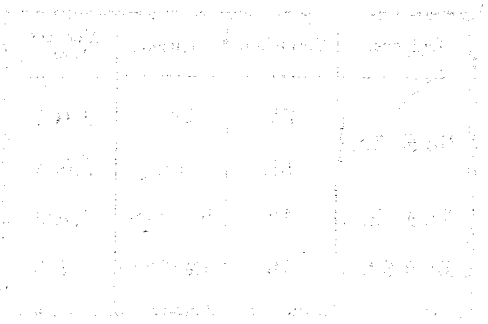
El rifle inventado por este mismo autor, pone á una distancia de 500 yardas (468 metros próximamente) todos sus proyectiles en un blanco cuyo radio sea de ocho pulgadas.

El cañon rayado de hierro colado, español, calibre de 32 fundido en Trubia, ha dado, segun las esperiencias verificadas en Gijon en 1859, grandes resultados. Por una elevacion de 15° 30′ y con una carga de 4 kilógramos, se obtuvieron alcances totales de 6000 metros.

Con los de bronce rayados, tambien españoles, de los calibres de 4 y de á 12, se han logrado punterías y alcances escelentes; como ha podido observarse en Africa durante nuestra última gloriosa campaña.

Con el primero de estos cañones, que alcanza 3000 varas, se sabe que á esta distancia sus probabilidades de acierto son de ½.

Con el de á 12 se alcanza á 4500 metros.



B.

A fines del año último de 1859, llegó á nuestras manos un libro titulado *Fortificacion ecléctica*, escrito por el Capitan de ingenieros belga Mr. F. P. J. Piron. El autor, creyendo como nosotros insuficientes hoy los llamados *sistemas* de fortificacion, y necesaria la adopcion de otros trazados en virtud del nuevo poder del ataque, dice que el arte de la defensa debe de resolver dos cuestiones: 1.ª *Proteger las plazas contra los fuegos curvos y el tiro á rebote*, y 2.ª *Conservar sus fuegos hasta la estincion de los demas recursos de la defensa.*

Para lograr esto admite en principio el uso de las casamatas para la defensa de los fosos; y á fin de conservar la artillería que en ellas coloca, ampara el muro de máscara de las

mismas anteponiéndolas un cubrecaras en el cual abre unas cañoneras-túneles en la forma que manifiesta la **FIG. 5, LÁM. VI.** Es pensamiento que ocurrió ya al ingeniero español D. Sebastian Hurtado, como hemos referido en la pág. 109.

«Estas cañoneras-túneles» dice el Capitan Piron, «que sirven para el tiro y tambien para facilitar las salidas del sitiado, han de tener sus pilas de mampostería que sostengan la bóveda ó bien unas barras de hierro (*rails*) ó piezas de madera sobre las cuales ha de descansar el macizo de tierras del cubrecaras. La altura de estos pasos será, á lo menos, de 2 metros, y su longitud se arreglará por la separacion de la metralla, que sugun Heusschen, es el décimo de la distancia medida hasta la boca de la pieza. . . . . .
Su bóveda debe de inclinarse de modo que intercepte los tiros procedentes de la contraescarpa. . . . . .
. . . . . Un foso pequeño abierto bajo la entrada esterior de la bóveda, sirve para recibir los escombros que pueda producir el cañon enemigo.»

La aplicacion de este elemento de defensa, proporciona al autor el medio de evitar en los trazados atenazados los sectores privados de fuegos que se forman en los entrantes y en los salientes; con este objeto hace uso de unas baterías circulares *A B*, **FIG. 7, LÁM. VI,** cuyos cañones dirigen todos sus puntérias á través de una sola cañonera-túnel, establecida en el saliente, como indica la figura, ó bien en el entrante si es una tenaza.

C.

El citado Mr. Piron, además de las cañoneras-túneles se propone introducir en la fortificacion los que él llama otros nuevos elementos, y son, las **BATERÍAS-TRINCHERAS** y los revestimientos de **PIEDRA SECA.**

Las primeras han de establecerse en la masa de tierras de los parapetos, los que quiere sean de mucho mayor espesor que el ordinario, y las abre en estos por medio de la zapa doble, haciendo tantas de estas como piezas de artillería se hayan de colocar; los dados ó macizos de tierra que resulten entre zapa y zapa, hacen de traveses y sostienen los elementos del blindaje. Los revestimientos de piedra seca reunen, segun el autor, las condiciones de estabilidad, duracion y economía.

«La fortificacion de los polígonos, dice Mr. Piron, puede presentar las combinaciones del trazado atenazado, del trazado poligonal, y aun del trazado abaluartado, reunidos bajo un solo método general, al que llamaremos **MÉTODO DE LAS TRASVERSALES.**»

No vamos á dar aquí razon de él porque puede estudiarse en su obra, cuya lectura recomendamos; por mas que en los proyectos que nos ofrece no veamos resuelto el problema de la *mejor* defensa. Bastará á nuestro propósito el dar á conocer uno de ellos. (Véase la **FIG. 6**, de la **LÁM. VI**, que representa el frente del lado de un decágono.)

FIN.

INDICE.

		Páginas.
INTRODUCCION.		9
CAPÍTULO I.....	*Montalembert.—Sus proyectos*. . . .	17
CAPÍTULO II.....	*Poca novedad de las ideas de Montalembert*.	29
CAPÍTULO III....	*Fortificacion moderna llamada francesa*.	41
CAPÍTULO IV....	*Fortificacion moderna llamada alemana*.	59
CAPÍTULO V.....	*Reflexiones sobre los dos métodos generales de fortificar*.	67
CAPÍTULO VI....	*Casamatas*.	95
CAPÍTULO VII...	*Noticia de algunas plazas de guerra recientemente construidas ó modificadas, y de vários proyectos nuevos de fortificacion*.	119
APÉNDICES.....	*A*.	167
	B.	171
	C.	173

TABLE.

Pages.

ERRATAS.

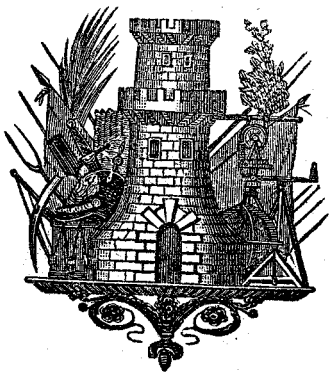
Página.	*Linea.*	*Dice.*	*Debe decir.*
12	18	observecion.	observacion
23	20	fuertes.	frentes
23	23	fuerte.	frente
33	21	en la fig. 14.	en la fig. 2ª
53	2	perdidos.	perdido
63	23 y 24	todos lados.	todas partes
83	14 y 15	6.52.1450.	6.521,450
		5.28.1500.	5.281,500
88 y 89	34 y 1	deben.	debe
110	2	*HO*.	*HO'*
120	última	construciones.	construcciones
139	6	**CUONSTADT**.	**CRONSTADT**
140	33	puede.	pueden
156	29	fig. 2.	fig. 2ª

MINAS MILITARES

POR

el Comandante graduado de Infantería, Capitan del Cuerpo de Ingenieros,

DON LEOPOLDO SCHEIDNAGEL.



MADRID:
IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS.

1860.

INTRODUCCION.

Las minas militares son á no dudar uno de los ramos mas difíciles é importantes que abraza la profesion del Ingeniero. Basta estudiar el papel que juegan en el ataque y defensa de las plazas, para conocer que si bien el sitiador tiene de su parte las ventajas inmensas de posicion, número y material de guerra, las pierde muy pronto desde el momento en que el sitiado le obliga á una guerra subterránea, con todas las probabilidades de éxito por su lado. La defensa logra entonces una gran superioridad: ¡qué consecuencias de tanta consideracion, no puede traer una resistencia prolongada solo á veces por un tiempo comparativamente corto, para el resultado de una campaña, y hasta para la salud de la pátria!

Las plazas de guerra jugarán siempre el papel principal en la defensa de los Estados, si se hallan dispuestas conforme á los principios invariables de la estrategia, que determinan las posiciones propias para contener una invasion, concurriendo todas á la defensa general. A nosotros en este punto, nos falta mucho que hacer: las fortificaciones abundan en todas partes, menos quizás donde son indispensables. Verdad es que nuestras plazas de guerra datan de épocas remotas, y que estas no pueden construirse todos los dias; pero tiempo era ya que los recursos de la nacion se dedicasen en lo posible á una empresa tan digna, y que la defensa de nuestra pátria no estribase en la casualidad, ó en tratados que mañana pudieran faltar, sino sobre bases permanentes que nos hagan respetar del esterior, y que nos conduzcan á ocupar el lugar que nos corresponde por nuestras tradiciones, posicion topográfica, y riqueza propia.

En un trabajo anterior, al tratar de la defensa de las costas, sentamos algunas de las principales opiniones acerca de la utilidad y conveniencia del establecimiento de las plazas de guerra. Conocemos que en muchos puntos, y en España tambien, se discute por hombres de saber y de esperiencia la necesidad de las fortificaciones, y que grandes Capitanes como Turena, el Mariscal de Berwich, Federico el Grande y Napoleon, han sentado que las plazas fuertes son el premio de los combates. Pero es preciso no olvidar, que los numerosos resultados que dieron las batallas de Jena, de Marengo y de Waterloo, y en tiempo de Felipe V, las de Villaviciosa y Zaragoza, dependieron de la buena direccion dada á las masas, y de la viciosa situacion de las plazas de guerra. Las fortificaciones están íntimamente enlazadas con la estrategia: si se olvidan los principios de esta, las plazas pierden toda su fuerza.

Examinando con cuidado todos los escritos publicados acerca de tan árdua cuestion, fácil será probar que lo mismo Vauban que Jomini, Paixans que Napoleon, que Federico el Gran-

de, etc., concuerdan en que la defensa pasiva es perniciosa, y que la activa es la única que puede salvar el país de una invasion. Las operaciones activas exigen plazas de un gran desarrollo, cuyo número fijarán las fuerzas militares y recursos de la nacion: su situacion, la estrategia; y su forma y clase, la táctica.

Dejemos esta corta digresion, para entrar de lleno en el asunto principal de nuestra Memoria.

El medio sin duda mas eficaz para restablecer el equilibrio entre el ataque y la defensa, estriba en las operaciones de minas defensivas. Los sitios de Candía por los turcos en 1669, y el de Schweidnitz en 1759 por Federico de Prusia, son ejemplos en grande escala de lo que llevamos dicho. Nuestras guerras de Flandes; los sitios de Ostende por los españoles á principios del siglo XVII; el de Fuenterrabía por Condé en 1638; el de Maëstricht por el Príncipe d'Orange en 1676; el de Ber-op-Zoom en 1748, y otros muchos de épocas mas recientes, como los de Zaragoza, Ciudad-Rodrigo, Badajoz, Silistria y Sebastopol, nos hacen conocer que resultados tan dignos de estudio se han logrado por los medios poderosos que ofrecen las minas militares, tanto para el ataque como para la defensa.

Dejando á un lado los métodos seguidos en la guerra subterránea antes de la invencion de la pólvora, las campañas de Italia en 1503, nos presentan á Pedro Navarro como el primero que supo aplicar al ataque, los efectos destructores de los hornillos de mina. Demasiado conocidos para que entremos en detallar los incidentes de este célebre acontecimiento, que tuvo lugar en el castillo del *Ovo*, en Nápoles, lo indicamos solamente para recordar el verdadero orígen de las minas modernas.

La historia militar del siglo XV y principio del siglo XVI, nos manifiesta la superioridad que alcanzó el ataque por el empleo de las minas; pero pronto se conoció la influencia inmensa que podria reportar su aplicacion á la defensa, y desde los

primeros humazos de que se hizo uso, hasta la adopcion de grandes hornillos defensivos, solo hubo un paso, pero con ventajosas condiciones para el sitiado. Para aumentar el campo de accion de la defensa, se propusieron luego diferentes sistemas de contra-minas para volar los caballeros de trinchera, contra-baterías y baterías de brecha. Las esperiencias de Belidor, vinieron despues á contrarestar los primeros resultados de las minas defensivas; pero estas á su vez se modificaron, pudiendo ejercer su accion á distancias considerables. Varios son los sistemas de contra-minas que se conocen hoy dia, y entre los mas notables citaremos los de Goulon, Vallière, Mesgrigny, Delorme, Cormontaigne, Rugi, Mouzé, Dubuat y Marescot.

Nuestro trabajo se reduce á dar una descripcion completa del estado actual de los métodos seguidos para la construccion de toda clase de galerías, pozos y hornillos, sus cargas, sistemas de inflamacion, etc., etc., valiéndonos de los datos que hemos adquirido de las Escuelas prácticas de Chatham y regimentales de Francia, terminando este importante asunto, por una breve reseña de los resultados obtenidos hasta hoy sobre las demoliciones por la mina.

PRIMERA PARTE.

Operaciones prácticas de minas.

Todos conocemos lo que son galerías, ramales y pozos, cuyas dimensiones principales son las siguientes:

1	Gran galería.	2^m,00 altura. . .	2^m,10 de ancho.
2	Galería principal. . .	de 1^m,85 á 2^m,00	1^m,00 id.
3	Id. ordinaria.	de 1^m,38 á 1^m,50	1^m,00 id.
4	Gran ramal.	1^m,00	0^m,80 id.
5	Pequeño ramal. . . .	0^m,80	0^m,65 id.
6	Ramal de combate. . .	0^m,70	0^m,00 id.
7	Pozo de una galería principal ú ordinaria	»	1^m,32 id.
8	Id. de un gran ramal.	»	1^m,04 id.
9	Id. de un ramal pequeño.	»	0^m,87 id.
10	Id. á la Boule.	»	0^m,80 id.

Las galerías y ramales de un sistema permanente de minas, se construyen de mampostería, dándoles la forma de una bóveda sostenida por sus piés derechos. En los demas casos se usan encofrados de madera, cuando la naturaleza del terreno lo exige.

Las galerías núm. 1 se aplican á las bajadas al foso, y para el paso de la artillería.

Las galerías núm. 2 sirven igualmente como bajadas al foso, y para el paso de la infantería.

Las galerías núm. 3 se ejecutan en todas las circunstancias que se requiere facilidad y prontitud en los trabajos.

Los pozos, que son las escavaciones verticales que se emprenden para desembocar luego en galería ó en ramal, su anchura interior depende de la naturaleza de cada caso particular.

Los pozos á la Boule, y los ramales á la Holandesa, son de una grande aplicacion, y mas adelante daremos sus detalles.

Los bastidores para el revestimiento de galerías, en terrenos movedizos ó blandos, tienen las siguientes dimensiones:

	Durmiente.	Montante.	Cumbrera.
Gran galería..	$0^m,17$ por $0^m,14$	$0^m,17$ por $0^m,17$	$0^m,17$ por $0^m,20$
Galería principal.....	$0^m,13$ por $0^m,10$	$0^m,13$ por $0^m,13$	$0^m,13$ por $0^m,16$
Id. ordinaria.	$0^m,11$ por $0^m,09$	$0^m,11$ por $0^m,11$	$0^m,11$ por $0^m,16$
Gran ramal...	$0^m,09$ por $0^m,08$	$0^m,09$ por $0^m,09$	$0^m,09$ por $0^m,11$
Id. pequeño...	$0^m,08$ por $0^m,08$	$0^m,08$ por $0^m,08$	$0^m,08$ por $0^m,10$

Las piezas de los bastidores se ensamblan á simple espiga de $0^m,03$ á $0^m,04$ de profundidad. Las maderas comunmente usadas son el olmo y la encina; pero segun sea su resistencia, y la clase del terreno en que se trabaja, las escuadrías varian, aunque en general no se separan de las que dejamos sentadas.

El encofrado se forma despues por planchas de $1^m,10$ á $1^m,20$ de longitud, y de $0^m,20$ á $0^m,30$ de ancho, por $0^m,03$ á $0^m,04$ de espesor. Sin embargo se dá algunas veces un poco menos de grueso á las planchas de los lados, que el indicado antes, para las que constituyen el cielo de la galería.

Los bastidores se unen entre sí por listones de $1^m,10$ á $1^m,20$ de longitud, de $0^m,06$ á $0^m,07$ de ancho, y de $0^m,02$ á $0^m,03$ de espesor.

Las cuñas que se requieren para la construccion de los pozos y galerías, se cortan de un paralelepípedo rectángulo de base cuadrada de $0^m,10$ á $0^m,12$ de lado, y de $0^m,20$ á $0^m,25$ de alto, que dá dos prismas triangulares exactamente iguales.

En Chatham se usa otro sistema de bastidores muy sencillos, fig. 1.ª, lám. I, en que la cumbrera y el durmiente son simétricos, siendo sus dimensiones de $0^m,23$ de ancho por $0^m,05$ de grueso. Su solidez no parece á propósito para las grandes galerías, pero sí ofrece ventajas para las comunicaciones secundarias. Entraremos en mayores pormenores, al tratar de la construccion de galerías.

El revestimiento de los pozos ordinarios de $1^m,32$ y de $1^m,04$ de luz, se lleva á efecto por medio de marcos y planchas de madera. Los primeros son unidos, ó con orejas, y sus dimensiones cuando de encina ú olmo, las que siguen:

Marco unido de. . .	$0^m,12$ por $0^m,12$	Pozos de $1^m,32$ de luz.
Id. con orejas. . . .	$0^m,15$ por $0^m,15$	
Id. unido.	$0^m,10$ por $0^m,10$	Pozos de $1^m,04$ de luz.
Id. con orejas. . . .	$0^m,13$ por $0^m,13$	

Las tablas del encofrado tienen las mismas dimensiones que ya hemos indicado para las galerías.

Las piezas de los marcos unidos se unen á caja y espiga, ó á media madera, y á tercio de madera en los otros. Debe procurarse que las espigas sean cortas y que encajen perfectamente, á fin de que sea lo mas exacta posible la union de las soleras y cabezales del marco.

La fuerza de las brigadas empleadas ordinariamente para la construccion de galerías y pozos, suele variar entre 6 y 4 minadores, cuya cantidad de trabajo por hora, manifestaremos en su lugar.

Construccion de los pozos de mina.

Para la construccion de un pozo de mina, se requieren:

2 Zapapicos.
2 Palas.
1 Cuerda.
1 Nivel de albañil.
1 Cadena ó cinta graduada.
1 Mazo de mano.
2 Carretones.
1 Torno.
2 Carretoncillos de minador.
1 Aparato ventilador.
1 Escala de cuerda.
Espuertas, canastos y caja herrada (en los pozos grandes) para trasportar y subir las tierras.

Se empieza por disponer las dos soleras, suponiendo que se trabaja en buen terreno, y en seguida se empalman los cabezales á tercio de madera, si estos enrasan con los estremos de las piezas anteriores; ó bien á media madera, si se forma un marco con orejas con salidas de $0^m,40$ á $0^m,50$ para los grandes pozos, y de $0^m,30$ á $0^m,40$ para los demas. Se hacen penetrar luego en el suelo las tablas del encofrado, y se dá principio á la escavacion, situando sucesivamente los marcos á la distancia conveniente. Para esto es preciso determinar los intérvalos que deben separar los marcos entre sí, y en los cuales se comprende el espesor de uno de ellos. El cálculo se hace del modo siguiente:

Conocida la profundidad del pozo, y suponiendo que sea de $6^m,50$, se restarán las cantidades que vamos á indicar:

1.ª—Altura del bastidor de la galería que se propone construir en el fondo. . . . . sea esta $1^m,46$

2.ª—Espesor del encofrado del cielo en el primer intérvalo de la galería. . . . . $0^m,04$

3.ª—Espacio para facilitar el asiento del encofrado anterior. . . . . $0^m,04$

4.ª—Espesor del marco inmediatamente superior á la entrada de la galería. . . . . $0^m,12$

Se obtendrá así el dato $4^m,85$, con el cual puede operarse de dos modos distintos: primero, arreglando los intérvalos de manera que se aproximen en lo posible á $1^m,00$, lo que nos daria cinco de $0^m,97$ cada uno, no comprendiendo el último que será de $1^m,66$: segundo, adoptando $1^m,00$ para todos los intérvalos, disminuyendo convenientemente la altura del penúltimo, que resultará en el caso presente de $0^m,85$. Este último sistema es el mas sencillo y el mas pronto, pues permite la colocacion de muchos marcos, antes de haberse hecho una nivelacion exacta.

El asiento del primer marco con orejas, exige en general muchas precauciones y cuidados, que se detallan en nuestro *Manual*: pero puede seguirse otro método en la construccion del pozo, que además de ser fácil, presenta una exactitud suficiente para los de cortas dimensiones y pozos á la Boule. Se dispone el marco superior ensamblado, próximamente en la situacion que deba ocupar: se traza sobre el terreno su proyeccion, y se quita, para preparar á la vez el asiento de todas sus piezas, despues de lo cual se pone de nuevo el marco, y se empieza la escavacion. La operacion es mas rápida aun, asentando el marco de una vez; pero entonces los intérvalos no pueden calcularse, sinó despues de terminada la posicion de aquel.

La colocacion de los marcos unidos y de las tablas del encofrado, no ofrecen dificultad alguna, aunque es preciso esmero en el trabajo.

En Inglaterra se construyen los pozos de mina, tomando primeramente dos listones de la longitud de las soleras del marco superior, y colocándolos paralelamente entre sí, á la distancia estrema del rectángulo de la escavacion. Se empieza esta hasta una profundidad de unos $0^m,60$ á $0^m,70$, y se sitúa despues el marco con orejas. Se continúa en seguida el pozo hasta llegar al punto en que deba prepararse el primer marco unido, cuidando que las dimensiones sean iguales á las marcadas en un principio sobre el terreno. Dispuesto dicho marco se une con el de entrada por listones que se clavan á uno y otro, y se hace bajar el órden de tablas correspondientes, sosteniéndolas por cuñas.

La construccion de los demas intérvalos se sigue del mismo modo.

Los terrenos malos exigen el empleo de un marco provisional, que conteniendo las tierras, permita la colocacion de los marcos estables bajo las reglas fijadas para estos trabajos.

Los pozos á la Boule tienen, como hemos dicho en su lugar, $0^m,80$ de ancho, y su encofrado se forma por marcos de tablas de $0^m,25$ á $0^m,30$ de profundidad. Se construyen análogamente á los anteriores, solo que no se emplean tablas para su revestimiento, cuyas veces hacen los mismos marcos, sea colocándolos juntos, sea espaciados, segun la naturaleza del terreno en que se opera.

En Francia se ha propuesto hace pocos años, un nuevo sistema de pozos de ataque que vamos á describir. Se sabe que estos se practican en general en el fondo de una trinchera, de una zapa simple, ó sobre el flanco del sólido de esplosion de un hornillo. En el caso en que el techo de las escuchas esté por debajo del glácis á una profundidad media de $7^m,50$, y que su altura esterior fuera de $1^m,57$, el fondo de un pozo de ataque de $4^m,00$, se encontrará á $1^m,00$ por lo menos por encima de dichas galerías. Admitiendo una carga de 300 kilógramos de pólvora para el pozo, su centro se hallará á $1^m,50$ del estradós

de las contraminas indicadas. Si la distancia del pozo de ataque al eje de la escucha no es mayor de $3^m,00$, la del centro de la carga no escederá de $2^m,50$, menor que la altura del pozo, y por consiguiente el efecto de la esplosion para destruir los trabajos del sitiado, será satisfactorio.

Para evitar los inconvenientes que ofrece la construccion de los pozos ordinarios en mal terreno, y con el fin de lograr un sistema general que se adapte á toda clase de circunstancias, se sustituyen los marcos unidos de que ya hemos hablado, por otros circulares de $1^m,00$ á $1^m,33$ de altura, y de un diámetro interior de $0^m,80$, en que el espesor de las planchas ó tablas que se clavan á los marcos tienen $0^m,027$ de espesor. La fig. 2.ª nos representa un pozo construido por esta clase de bastidores. Cada uno de estos se baja á medida que adelanta la escavacion; y para que conserven su sobreposicion, llevan cuatro taladros que se corresponden, y por los cuales se pasan fuertes clavijas. Para permitir la colocacion de la carga en uno de los flancos del pozo, cuando así se crea conveniente hacerlo, el último bastidor tiene una compuerta movible de $0^m,50$ á $0^m,60$ de alto, como nos representa la fig. 2.ª, lám. I. El peso total de cada bastidor completo es de unos 100 kilógramos. Los marcos se hacen de madera de encina de $0^m,08$ de espesor, y de cuatro piezas de la forma y dimensiones de la fig. 3.ª lám. I.

Las ventajas que presenta este método son: primera, sencillez en la ejecucion; segunda, evitarse todo ruido escepto el que produce la escavacion; tercera, su aplicacion á toda especie de terrenos; y cuarta, seguridad completa para el minador en su trabajo.

Galerías y ramales.

Para la ejecucion de las galerías, pueden emplearse los bastidores cuyas piezas hemos ya indicado, ó bien otros com-

puestos solamente de dos montantes y su cumbrera. Suponga-mos el caso de que se quiera entrar en galería desde el fondo de un pozo, y que el terreno obligue á revestir las paredes y techos. Se empieza por preparar unos listones que nos marquen la altura y ancho de la escavacion que se va á emprender, comprendiéndose además el espesor de las tablas del encofrado. Fija ya la direccion de la galería, se dá principio á la escavacion hasta unos $0^m,40$ á $0^m,50$ de profundidad, y cuyas dimensiones permitan la colocacion del primer bastidor con un órden de tablas de encofrado. Para ello se disponen los dos montantes, que se clavan en el suelo perfectamente á plomo (en el caso que no se haga uso de batientes), ó bien sobre la solera (si el bastidor es completo) y de manera que se apoyen en el último marco sentado en la construccion del pozo, clavando aquellos en seguida por medio de listones á las piezas laterales del penúltimo marco. Falta solo despues la colocacion de la cumbrera, para el primer caso. Se continúa en seguida la escavacion hasta el punto que nos marque el primer intérvalo, en donde se sitúa un piquete á nivel con otro en la entrada de la galería, si esta debe ser horizontal, ó de una altura que señale la inclinacion ó declive que quiera darse. Se pasa luego á sentar el segundo marco, de modo que enrase su solera con la cabeza del piquete anterior, y dando á los montantes la misma longitud que á los de entrada. Las tablas del encofrado, se hacen correr luego como en los pozos. La colocacion de los demas bastidores es sencilla, establecidos convenientemente los dos primeros.

Cuando el terreno es malo ó muy flojo, se emplean falsos bastidores, y hasta es preciso algunas veces usar puntales para impedir los desmoronamientos.

Cuando la profundidad de una galería no deba ser grande, conviene en muchas ocasiones evitar la construccion de un pozo, empezando aquella bajo un talud que nunca sobrepase del 1 : 2. La disposicion de los bastidores puede ser la misma

que para las galerías horizontales: es decir, en sentido perpendicular al eje, tomando la precaucion al pasar al tramo de á nivel, de sostener la cumbrera de entrada de este último por dos pares de montantes, unos verticales y oblícuos los otros, para resistir los empuges de las tierras.

El caso que dejamos espuesto trae consigo ciertas medidas, que dictan la naturaleza misma del trabajo, y que se hallan especificadas en los Manuales.

Los cambios de direccion horizontales en las galerías son á ángulo recto, ó bien oblícuos. De una galería puede pasarse á otra, conservándose ó no el mismo nivel, en cuyo último caso se llama resalto al paso.

Los cambios de direccion pueden efectuarse haciendo que la galería se prolongue mas allá del punto donde empieza la nueva direccion, ó bien que la galería de partida se termine en el nuevo cambio.

En terrenos flojos, se hacen necesarios los bastidores oblícuos, en todo cambio que no sea recto.

Cuando se varía de una galería para entrar en otra mayor, se coloca el primer bastidor de esta junto al último de la primera, y de modo que sus soleras estén en el mismo plano horizontal; pero si el paso fuese un resalto, entonces se sitúan á nivel las superficies inferiores de las cumbreras, quedando marcado aquel, por la diferencia de altura de los montantes.

En los cambios de direccion puede ser preciso tambien variar la naturaleza de la galería, y la altura del resalto se determina luego por la condicion de que la cumbrera de la nueva se sitúe lo mas alto posible, sin impedir la introduccion de las tablas de su cielo, por debajo del encofrado de la primera galería. Si por ejemplo se tratara de cambiar la direccion de una galería de tercera clase, pasando á un ramal de primera, se restarian de $1^{m},50$ las cantidades siguientes:

1.ª—Altura interior del bastidor del ramal. 1m,00
2.ª—Id. de la cumbrera de id. 0m,11
3.ª—Espesor de las tablas del techo. 0m,04
4.ª—Juego necesario para introducir estas. 0m,05

La altura del resalto será, pues, de 0m,30.

La determinacion de los intérvalos en toda clase de galerías y ramales, así como la distribucion de las pendientes, se hallan especificados en nuestro *Manual*.

Vamos á entrar en algunos detalles interesantes sobre los ramales á la holandesa, y sistema inglés con bastidores de tablas, para la construccion de galerías y pozos.

Los ramales á la holandesa se forman con tablas que reemplazan los encofrados ordinarios, y cuyas dimensiones son de 0m,25 á 0m,30 de ancho, por 0m,03 á 0m,04 de espesor.

Se aplican en general á los ramales de 0m,80 de altura, por 0m,65 de luz. Las piezas del bastidor se empalman á caja y espiga, recta ú oblícua segun los casos. En Francia se sigue la regla de que los montantes en un ramal en pendiente, queden siempre perpendiculares á su suelo ó piso.

El sistema inglés ya enunciado, fué introducido en la Escuela práctica de Chatham por el General Pasley. Las dimensiones de los bastidores (fig. 1.ª, lám. I) las hemos indicado en un principio: veamos su aplicacion. Para construir un pozo, cuando su escavacion llega á unos 0m,30 de profundidad, se coloca el primer bastidor, sentando uno de los cabezales en su posicion, é introduciendo luego las espigas de las soleras. Hecho esto se trae el otro cabezal, procurando que se ajusten bien todas las piezas, desmontando el terreno lo preciso, y lo menos que sea posible. Se sigue despues la escavacion, y se dispone el segundo bastidor como antes, continuándose de esta manera hasta llegar al fondo del pozo. Si el terreno presenta cierta consistencia, los bastidores se separan á intérvalos de 1m,00 á 1m,20.

Para entrar en galería desde el fondo de un pozo, en un terreno malo, se quita primero la tabla mas inferior del lado de la direccion de aquella, habiendo colocado antes un bastidor ordinario que marque la entrada de la galería. Entonces sin peligro alguno se van separando las tablas necesarias, y se empieza la escavacion, sosteniéndose las tierras por un método exactamente análogo al que hemos descrito, colocando una tabla batiente, despues los montantes, y en seguida la cumbrera. Como para los pozos, si el terreno es regular, se dejan claros entre los bastidores; pero en la generalidad de los casos será conveniente encofrar el techo ó cielo de la galería.

Para las galerías de primera y segunda clase se usan bastidores de mayor fuerza, en que los montantes no tienen espigas en su parte inferior, y los cuales se mantienen en su posicion como representa la fig. 4.ª, lám. I. Además los bastidores se afirman al terreno por fuertes piquetes que atraviesan los montantes, á unos $\frac{2}{3}$ de su altura. El falso bastidor que se emplea en los terrenos malos, se construye muy sencillamente, empleando la disposicion que nos indica la fig. 5.ª, lám. I.

Los cambios de direccion oblícuos se ejecutan con suma facilidad, como da un ejemplo la fig. 6.ª, lám. I, sucediendo otro tanto con los rectos, que nos esplican suficientemente las figuras 7.ª y 8.ª, lám. I.

Segun las esperiencias hechas en Chatham, la velocidad en el trabajo es para las grandes galerías de $0^m,30$ por hora, y en las galerías ordinarias y en los ramales de $0^m,45$ en el mismo tiempo.

En dicha escuela se han ensayado otras formas de bastidores, que reseñaremos brevemente. La primera consiste en un batiente que en uno de sus estremos recibe un montante á $\frac{1}{3}$ de madera, y en el otro una espiga para recibir el segundo montante. La cumbrera se ensambla á $\frac{1}{3}$ de madera con los estremos superiores de los largeros. (Fig. 9.ª, lám. I).

Para su colocacion en obra, se sienta el batiente *A*, y se fija en seguida perpendicularmente el montante *B*. Luego se encaja la cumbrera *D* del lado de este montante, que se hace entrar tambien en la espiga de la pieza *C*. Esta quedará inclinada, y poco á poco con un mazo se la hace resbalar, hasta que su caja reciba la espiga *n*, que se asegura por medio de dos pequeños dados *a*, *a*.

Esta disposicion de bastidores, ofrece el inconveniente que sus piezas no pueden reemplazarse mútuamente.

En la segunda forma ensayada, los montantes se apoyan en el cabezal y solera, que llevan unos rebajos en el sentido de su anchura, dispuestos para recibir aquellos. Los bastidores son mas sencillos que los anteriores, y se fijan al terreno por piquetes que se clavan á la mitad de la altura de los montantes.

Los ramales llamados de combate tienen 0^m,60 de luz, por 0^m,70 de altura. El encofrado se verifica por bastidores á la holandesa en general, y presentan una gran resistencia á la esplosion de los hornillos. Algunas veces se construyen estas comunicaciones en el interior de una galería que se trata de conservar, rellenando el espacio intermedio con piedras, sacos de tierra, tepes, etc.

Las galerías al descubierto se emprenden en el fondo de una trinchera, en toda especie de terrenos; y sus revestimientos, relleno, etc., se detallan en nuestro *Manual*, como tambien las galerías hechas de mampostería.

PARTE SEGUNDA.

Hornillos de mina.

Se distinguen diferentes especies de hornillos:

Los hornillos ordinarios.
Id. recargados.
Id. menos cargados.
Id. humazos.
Id. contra-pozos.
Id. contra-pozos humazos.
Y petardos.

Cuando se dá fuego á una carga de pólvora colocada á una profundidad cualquiera por debajo de la superficie del suelo, los efectos de su esplosion dependen del número de kilógramos de pólvora empleada, del número de metros á que se ha enterrado, y de la naturaleza del terreno en que obra el hornillo.

Todos conocemos lo que se entiende por línea de menor resistencia, sólido de esplosion, radio de rotura, etc.

Antes de determinar las cargas para cada clase de hornillos, vamos á manifestar los fenómenos principales que deben tenerse presente para la resolucion de tan difícil problema. Cuando se inflama un hornillo, la pólvora se transforma en gases que producen á su alrededor un vacío esférico, sin ningun efecto esterior si la carga es débil; pero si esta es de alguna consideracion, se obtiene una escavacion cuyas condiciones varian, y que en general tiene por base un círculo en la superficie del terreno.

Tres periodos distintos se suceden ordinariamente en el juego de un hornillo:

1.° La combustion de la pólvora produce gases que comprimen interiormente las tierras, hasta que su resistencia contraresta la accion espansiva de aquellos

2.° La combustion sigue su marcha, se engendran nuevos gases, comprimen de nuevo el terreno, hasta que llega el momento que se abren una salida al esterior.

3.° La dilatacion de los gases se ejerce con todo su vigor, dando lugar á una fuerza viva que arroja las tierras, y forma el sólido de esplosion.

Dos puntos hay que considerar en la esplosion de los hornillos de mina: primero, la fuerza absoluta ó tension de los gases de la inflamacion, y segundo, la resistencia del medio, que es el obstáculo principal que tiene que vencer la accion del hornillo.

La primera se ha estimado por Robins	á	1.000	atmósferas.
Bernouilli.	á	10.000	id.
Enler.	á	5.000	id.
Gay-Lussac.	á	4.500	id.
Rumfort.	á	54.000	id.
La artillería en Francia.	á	29.000	id.
Y Gosselin.	á	27.704	id.

Sin embargo de lo poco acordes de estos datos, se pueden admitir para las esperiencias de minas, dos hipótesis que, aunque incompletas, llenan suficientemente el objeto: primera, que los volúmenes de los gases de la esplosion se desarrollan en capas esféricas y concéntricas; y segunda, que durante la combustion de la carga, los gases conservan una temperatura media constante.

Si llamamos pues r el radio de la esfera límite de los gases, alrededor del centro de la carga;

D la densidad ó el peso de un metro cúbico de pólvora;

P la fuerza absoluta de esta por metro superficial;

Y p la tension de los gases, igual á la resistencia del terreno, tendremos que los volúmenes de la carga y de la esfera cuyo radio es r se representarán por

$$\frac{C}{D} \text{ y } \frac{4}{3}\pi r^3;$$

y como estos están en razon inversa de las tensiones P y p tendremos

$$\frac{C}{D}\times P=\frac{4}{3}\pi r^3\times p,$$

y el radio de compresion máximo será

$$r^3=\frac{3.C\times P}{4\pi.D\times p}.$$

Por una série de consideraciones matemáticas, Mr. Gosselin, de quien tomamos estos datos, llega fácilmente á establecer que la accion de los gases de la esplosion se ejerce en sentido de un diámetro de la esfera de compresion, que tiende á separar á esta en dos hemisferios, y cuyo valor es el producto de la unidad de presion, por la superficie de un círculo máximo. La resistencia á dicho esfuerzo, se encuentra en la elasticidad del medio en que se halla el hornillo, hasta que aquella no pueda contrarestar la espansion de los gases, en cuyo caso tendrá lugar la rotura.

El radio del límite de rotura se espresará por el radio de

compresion, variable entre *cero* y r, y por la funcion

$$\sqrt{1+\frac{p}{T}},$$

constante para un mismo terreno, y en que p es la resistencia del medio á la penetracion, y T el coeficiente de su tenacidad.

Los radios de compresion y el límite de rotura, guardan la misma relacion durante todo el período de la inflamacion de la carga, variando solamente para terrenos distintos.

Las observaciones anteriores se refieren al caso en que la accion de la pólvora se ejerce interiormente en el medio en que se encuentra colocada, y si el radio de rotura límite es menor que la línea de menor resistencia, los efectos de la esplosion no aparecerán al esterior. Pero supongamos ahora que sucede lo contrario; entonces obtendremos un sólido de esplosion, cuya forma variará segun sea la relacion que exista entre dicho radio, y la línea de menor resistencia. Vamos á aclarar este punto importantísimo. Hemos dicho ya que la inflamacion de la carga no es instantánea: en un principio, los gases comprimen el terreno hasta que el radio de compresion venga á ser igual al radio de rotura, y en seguida los nuevos gases que se van formando, dan lugar á una nueva esfera de compresion, y á otro radio de rotura, igual al radio de esta esfera por

$$\sqrt{1+\frac{p}{T}}.$$

La esfera de rotura correspondiente, cortará el plano superior del terreno segun un círculo que fijará el tronco del cono susceptible de abrirse, y dar paso á los gases. Esto mismo se irá repitiendo sucesivamente, dando orígen á otras esferas de compresion hasta que habiéndose inflamado del todo la carga, se logre un radio de compresion, igual al radio de rotura máximo por la funcion constante $\sqrt{1+\frac{p}{T}}$.

Durante el último período de la combustion, los gases contenidos en la última esfera de compresion, buscando su equilibrio con la tension de la atmósfera, ejercen su accion por un lado contra el fondo de la esfera anterior, y del otro contra los bordes de la escavacion producida, resultando un sólido de esplosion, cuya seccion por el eje es un cono invertido, y en que las generatrices son tangentes á la esfera máxima de compresion, y al círculo base sobre el terreno de dicho sólido.

Al tratar de los hornillos ordinarios, indicaremos las formas que han asignado al sólido de esplosion diferentes autores.

Tratemos ahora de ver qué relacion existe entre el radio de rotura y el de compresion, que hemos representado por la espresion $\sqrt{1+\frac{p}{T}}$. Se puede determinar con facilidad, tomando el radio de la esfera de compresion máxima, en funciones de la linea de menor resistencia h, y de su relacion n y n', con los radios superior é inferior del sólido de esplosion, este último medido horizontalmente á la altura del centro de las pólvoras. La espresion general será

$$\frac{\sqrt{1+n^2}\times\sqrt{1+(n-n')}.}{n'}$$

Existe un hecho admitido al menos entre todos los minadores, y es que en un terreno ordinario cuando el radio de la base superior del sólido de esplosion es igual á la línea de menor resistencia, el radio de la base inferior es la mitad.

Sustituyendo, pues, por n y n' sus valores para este caso particular, tendremos que la fórmula anterior se convertirá en

$$\sqrt{10}=3{,}162.$$

que nos fijará la relacion entre los radios conjugados de rotura y compresion, para toda clase de hornillos que jueguen en un medio de la naturaleza acabada de mencionar.

Fácil es tambien con estos datos, el construir gráficamente toda especie de sólidos de esplosion en terreno ordinario, que nos harán conocer que cuando el radio de compresion de la

carga de un hornillo, sea igual á la línea de menor resistencia, el radio superior de la base será triple. A estos hornillos se les ha dado el nombre de globos de compresion. Igualmente podrán trazarse los hornillos menos cargados, en que n es mayor de $\frac{1}{2}$ y menor de 1. En los humazos, $n=0$, y n' será igual á $\frac{1}{2}$. En el caso que $n=n'$ el sólido seria cilíndrico.

Sentadas estas bases, pasemos á calcular las cargas para cada hornillo, y en toda clase de terrenos.

Hornillos ordinarios.

La forma que se atribuye á los sólidos de esplosion de los hornillos ordinarios, es muy variable. Vauban suponia que era la de un cono recto, cuyo vértice estuviera en el centro de la carga: Megrigny, la de un cono truncado: Lefebre, el cono adoptado por Vauban, pero aumentándole $\frac{1}{4}$ de su volúmen: Vallière, la de un parabolóide, cuyo focus fuera el centro del hornillo: y por último, Muller, el sólido anterior, truncado por un plano perpendicular á la línea de menor resistencia.

Los valores respectivos de dichos volúmenes serán, llamando h la línea de menor restistencia:

para el 1.°. . . . . $1{,}05h^3$
2.°. . . . . $1{,}83h^3$
3.°. . . . . $1{,}20h^3$
4.°. . . . . $1{,}90h^3$
y 5.°. . . . . $1{,}84h^3$

Las diferencias que estos resultados presentan son muy cortas, y hoy dia se admite para el sólido de esplosion de los hornillos de que tratamos, la forma tronco-cónica cuya altura sea la línea de menor resistencia, esta misma el radio de su base superior, y su mitad, para el radio de la base inferior. De manera que la espresion

$$\frac{11}{6}h^3$$

nos dará el volúmen de tierras que deban levantarse por la esplosion del hornillo.

Para las cargas rige tambien la regla, que para hornillos semejantes en un mismo medio: aquellas son proporcionales á los cubos de las líneas de menor resistencia. Varios son los métodos por los cuales puede encontrarse desde luego la carga que deba adoptarse para lograr un hornillo ordinario: Primero, se espresa la línea de menor resistencia en piés; se halla el cubo de este número; se separa la última cifra de la derecha, y se obtiene así en libras la carga: Segundo, se toma en metros la línea de menor resistencia, se busca el cubo, y el producto de este por 1,454 nos dará en kilógramos la carga pedida. Las dos reglas citadas sirven para los terrenos ordinarios. Tercero, cuando los terrenos son de diversa clase ó naturaleza, se determinan las cargas con mucha aproximacion, multiplicando el cubo de la línea de menor resistencia en metros por

1,50	para	medios	ordinarios.
1,75	»	»	de arena fuerte.
2,00	»	»	de tierra mezclada de piedra.
2,25	»	»	de arcilla y toba.
2,50	»	»	de mampostería, de mediana consistencia.
3,00	»	»	de buena mampostería nueva.
3,50	»	»	id. id. antigua.
4,00	»	»	id. id. romana muy sólida.

Si se quieren datos mas delicados, es conveniente entonces emplear antes hornillos de prueba, que nos den el valor de k de la fórmula

$$C=\frac{11}{6}\,h^3\times k.$$

Mr. Gosselin en su interesante trabajo sobre minas, establece la siguiente fórmula general para las cargas de toda especie de hornillos:

$$C=h^3\left(L(1+n^2)\sqrt{1+n^2}+k\left(\sqrt{1+n^2}-1\right)^2\right) \quad (1)$$

C es la carga.

n la relacion que existe entre el radio superior de la base del sólido de esplosion, y la línea de menor resistencia h.

L y h son valores numéricos, que varian para cada caso particular, y cuyas espresiones manifiestan las ecuaciones siguientes:

$$L=\tfrac{4}{3}\frac{\pi Dp}{\mu^3 P} \quad \text{y} \quad h=\frac{\pi\varepsilon Dp}{2\mu^3 P} \text{ en que}$$

D densidad de la pólvora.

p tension igual y contraria á la resistencia del terreno.

P fuerza absoluta de la pólvora.

μ relacion constante, que ya hemos determinado antes, entre los radios conjugados de rotura y de compresion.

ε coeficiente numérico constante para toda clase de hornillos y de medios.

Se sabe que los sólidos de esplosion en un mismo terreno, son proporcionales á los cubos de sus líneas de menor resistencia, y por esperiencias delicadas en medios ordinarios, que se necesitan 176 libras de pólvora á 12 piés de profundidad para cuando $n=1$, ó á 3,660 piés, para $n=3$ ó sea un hornillo recargado. Numerosas pruebas han fijado igualmente, que una carga que produce un humazo bajo una línea h, de menor resistencia, dá un sólido de esplosion ordinario si aquella se coloca á $\frac{1}{4}\ h$. Con estos datos, y tomando la relacion 14,28 que existe entre los piés y libras, con los metros y kilógramos,

$$\frac{C}{h^3} \text{ será igual } 14{,}28\ \frac{C\ \text{libras}}{h^3\ \text{piés}},$$

y sustituyendo en la fórmula general los valores de $C_{\text{libras}}=176$ y de $h_{\text{piés}}=12$, tendremos

$$C=1{,}45\ h^3,$$

que es próximamente la regla que se sigue en Francia para hallar el valor de C, y que hemos marcado anteriormente.

Para los globos de compresion, haciendo una operacion

igual á la anterior, nos resultará

$$C=30{,}25\ h^3,$$

y para los humazos

$$C=0{,}280\ h^3,$$

que es un poco mayor de la que encontraremos luego.

Si ahora hacemos en la espresion general

$$n=1 \text{ y } \frac{C}{h^3}=1{,}50,$$

se transformará en

$$1{,}50=2{,}828\ L+0{,}171\ N,$$

en donde despejando L

$$L=0{,}530-0{,}060\ N.$$

Cuando

$$n=3, \text{ y } \frac{C}{h^3}=30{,}25,$$

la fórmula citada se convertirá en

$$30{,}25=31{,}623\ L+4{,}676\ N, \text{ y}$$

$$L=0{,}957-0{,}148\ N,$$

y por consiguiente

$$L=0{,}24 \text{ y } N=4{,}85.$$

Sustituyendo por L y h sus espresiones numéricas, en la ecuacion general de la carga (1) hallaremos

$$\frac{C}{h^3}=0{,}24\ (1+n^2)\sqrt{1+n^2}+4{,}85\left(\sqrt{1+n^2}-1\right)^2,$$

para toda naturaleza de hornillos en terrenos ordinarios.

Haciendo $n=0$, la carga para los humazos, será

$$C=0{,}24\ h^3.$$

Para los hornillos á cielo abierto, la fórmula general de las cargas, se transformará en

$$C=LR^3$$

ó bien

$$C=0{,}24\ R^3,$$

en que R es el rádio superior del sólido de esplosion, y cuya profundidad será igual al radio de compresion $r=\frac{R}{\mu}$.

Comparando los resultados de estas fórmulas con las tablas de Lebrun, y los que dan las esperiencias, se puede formar el estado siguiente, que prueba que la teoría anterior dá cargas mas aproximadas á la verdad, que no las tablas citadas en uso en general entre los minadores.

Valores de n.	Relacion $\frac{C}{h^3}$ dada por la teoría.	Relacion $\frac{C}{h^3}$ dada por Lebrun.	Relacion $\frac{C}{h^3}$ dada por la esperiencia.	
0,00	0,240	0,280	»	
0,50	0,403	0,485	»	
1,00	1,500	1,500	1,500	(*A*.)
1,50	4,533	4,668	»	
2,00	10,092	10,452	»	
2,50	18,586	19,968	»	
3,00	30,250	33,638	30,250	

A fin de abreviar en lo posible la operacion de sustituir los valores numéricos de n, se presenta la tabla siguiente que nos indica los aumentos de $\frac{C}{h^3}$ por cada 0,50 que sufra n.

Valores de n.	$\frac{C}{h^3}$ por la teoría.	Aumentos (*A*).
0,00	0,240	0,163
0,50	0,403	1,097
1,00	1,500	3,033
1,50	4,533	5,559
2,00	10,092	8,494
2,50	18,586	11,664
3,00	30,250	

El uso de estas tablas es fácil de conocer, en donde si se nos dan dos datos, se puede venir en averiguacion del tercero. Los problemas principales en los hornillos son:

1.° Cuál es el valor de C, dados n y h.
2.° » de h » C y n.
y 3.° » de n » C y h.

Cuando los valores de n ó de $\frac{C}{h^3}$ no se encuentran en la tabla, se forma la proporcion

$$xn : x\frac{C}{h^3} :: 0{,}50 : A,$$

donde despejando uno cualquiera de los dos primeros términos, se llegará al resultado que se desea.

Lo que llevamos espuesto se refiere á los terrenos ordinarios; veamos ahora la aplicacion para un medio cualquiera de la fórmula general.

$$C=h^3\left(L(1+n^2)\sqrt{1+n^2}+N\left(\sqrt{1+n^2}-1\right)^2\right). \quad (a)$$

Las únicas cantidades variables son p y μ: y si llamamos p' y μ' las correspondientes á otro terreno que no sea el ordinario, y C' la carga que deba producir igual sólido de esplosion que la carga C, bajo una misma línea de resistencia h y relacion n, la fórmula anterior la tendremos espresada por la siguiente:

$$C'=\frac{p'}{\mu'^3}h^3\left(\frac{4\pi D}{3P}(1+n^2)^{\frac{3}{2}}+\frac{\pi\varepsilon D}{2P}\left(\sqrt{1+n^2}-1\right)^2\right),$$

y la a en

$$C=\frac{p}{\mu^3}h^3\left(\frac{4\pi D}{3P}(1+n^2)^{\frac{3}{2}}+\frac{\pi\varepsilon D}{2P}\left(\sqrt{1+n^2}-1\right)^2\right)$$

Dividiendo una ecuacion por la otra,

$$C'=\frac{\mu^3 p'}{\mu'^3 p}C.$$

en donde C es conocido, y el factor $\frac{\mu^3 p'}{\mu'^3 p}$ se determina por hornillos de prueba, en los cuales se mide la línea de menor resistencia, y el radio de la base superior del sólido producido por una carga arbitraria. Dividiendo luego esta carga por la que nos den las tablas en terreno ordinario, para lograr un hornillo de la misma clase, se tendrá el valor de dicho factor.

La siguiente relacion nos dá en metros cúbicos las cantidades de pólvora que se han de emplear en diferentes medios para la carga de los hornillos hordinarios.

MEDIOS.	Peso de un metro cúbico.	Relacion de las cargas con la obtenida para un terreno ordinario.
Tierra comun.	1,357 kilóg.	1,12
Arena gruesa.	1,771 id.	1,25
Tierra ordinaria (de grano grueso mezclada con arena y guijo).. .	1,856 id.	1,00
Arena húmeda.	1,885 id.	1,31
Tierra mezclada con guijo. . . .	1,889 id.	1,41
Arcilla mezclada con toba ó piedra esponjosa.	1,985 id.	1,55
Tierra barrosa con guijo.	2,281 id.	1,69
Roca.	2,285 id.	2,25
Mamposteria de poca resistencia.	»	1,30
Id. ordinaria.	»	1,66
Id. muy buena.	»	2,25
Id. vieja, muy buena.	»	2,50
Id. muy sólida.	»	2,90

Los resultados que ha obtenido el General Piobert para la penetracion de proyectiles, tienen un interés muy grande, pues nos dan la resistencia relativa de los medios en que juegan en general los hornillos de mina, tomando por unidad la fuerza absoluta de los terrenos ordinarios.

MEDIOS.	Resistencia relativa.
Mampostería de buena calidad.	3,00
Id. mediana.	2,40
Id. de ladrillos.	1,71
Roca calcárea.	6,52
Tierra mitad arena, mitad arcilla.	0,63
Id. ordinaria.	1,00
Id. mezclada de arena y grava, pesando dos veces el mismo volúmen de agua. . . .	0,72
Arcilla.	0,29
Id. húmeda.	0,44
Tierra ligera.	0,42
Id. recientemente removida.	0,33

Cálculo del cubo de la carga.

Las pólvoras se colocan comunmente en una caja cúbica. Para determinar el lado correspondiente á una carga conocida se admite que la densidad de la pólvora sea de 0,900; se añade al número dado de kilógramos en peso, su décima parte, y se tiene con aproximacion el volúmen en decímetros cúbicos. Falta luego estraer la raiz cúbica con dos decimales, la cual nos dará en milímetros el dato que se busca. Puede tambien encontrarse (en los hornillos ordinarios), tomando la línea de menor resistencia en metros, y dividiendo este número por 8,50 ó multiplicándolo por 1,17 y se tendrá el lado de la caja en decímetros.

Hornillos recargados.

Belidor en sus esperiencias en Lafère y en Bisy, ha sido el primero que ha probado que podian obtenerse hornillos cuyo radio de la base superior, fuera tres veces la línea de menor resistencia, y que por este medio podrian destruirse galerías

á distancias del centro de la carga, de mas del cuádruplo de dicha línea.

Várias son las fórmulas que se conocen para las cargas de estos hornillos, y que han propuesto Belidor, Muller, Dobenheim, Marescot y Lebrun.

Belidor ha hecho uso de cargas desde 300 á 3600 libras de pólvora, y hasta hornillos de 4000 libras. En el sitio de Schweidnitz, se llegaron á inflamar globos de compresion de 5000 libras. Entre los ensayos y pruebas de Lafère, se encuentra el dato que tres minas de 12 piés de línea de menor resistencia, con cargas de 3600 libras de pólvora, se obtuvieron sólidos de esplosion de 36 piés de radio. Como esta misma carga á 33 piés de profundidad, dá un hornillo ordinario, Lebrun establece la proporcion siguiente

$$12 : h :: 33 : x,$$

en que el valor de x, dará la línea de menor resistencia de un hornillo ordinario, cuya carga producirá un sólido de esplosion á h. Igualmente ha sentado, que si se toman dos cargas C y C', la primera de un hornillo ordinario, y la otra de uno recargado, la diferencia de sus radios de esplosion dependerá de aquellas. Pero si se hace jugar la carga C' en hornillo ordinario, su relacion será constante para toda clase de terrenos. Esta la fija en $\frac{100}{91}$ y en general por $\frac{nh-h}{r-h} = A$, en que h es la línea de menor resistencia del hornillo C, r la del hornillo C' y n la razon entre h y la línea de menor resistencia del hornillo ordinario por la carga C'.

Belidor considera que las cargas de los hornillos recargados, están en proporcion con los cubos de sus radios de esplosion, y Marescot en la de los productos de estos radios por el cuadrado de los radios de las bases. Lebrun señala la fórmula

$$C' = C\left(0{,}09 + (0{,}91)\, n\right)^3,$$

cuyos resultados son muy aproximados á los de Marescot.

Mouzé halla que las cargas bajo la misma línea de resistencia, son proporcionales á los cuadrados de los radios de los sólidos de esplosion; y Dobenheim á las cuartas potencias de los radios de esplosion.

El General Pasley ha deducido de numerosas esperiencias las reglas siguientes, para encontrar las cargas en un terreno ordinario, para los hornillos que siguen:

Para un hornillo menos cargado, en que el diámetro de la base sea igual á h.	Se multiplica la línea de $m.r.$ por $\frac{1}{30}$
Id. en que el diámetro sea $1\frac{1}{2}$ h.	Id. por $\frac{1}{20}$
Id. ordinario.	Id. por $\frac{1}{10}$
Id. recargado en que el diámetro sea 3 h.	Id. por $\frac{1}{4}$
Id. » » 4 h.	Id. por $\frac{1}{4}$
Id. » » 5 h.	Id. por 2 $\frac{1}{2}$
Id. » » 6 h.	Id. por 4
Id. » » 7 h.	Id. por 8 $\frac{1}{2}$
Id. » » $7\frac{1}{2}h$.	Id. por 9 $\frac{1}{4}$

En la obra de fortificacion del Capitan Macaulay, se halla otra regla seguida por los Ingenieros ingleses, y que está basada bajo el mismo principio ya sentado por Lebrun. Una carga de 5404 libras, á 16 piés de línea de menor resistencia, dá un globo de compresion de 41 $\frac{1}{2}$ piés de radio. Formando la siguiente proporcion:

$$100 \text{ libras} : 10^3 :: 5404 \text{ libras} : x,$$

$$x = 37 \text{ piés } 10 \text{ pulgadas},$$

que nos indicará la profundidad á que dicha carga formará un hornillo ordinario. Restando ahora 16 piés de 41 piés 6 pulgadas y de 37 piés 10 pulgadas, y dividiendo los resíduos el uno por el otro, se obtiene 0,85: este número se multiplica por la diferencia entre la línea de menor resistencia que se nos dé, y el radio del sólido de esplosion que se quiere lograr: se añade al producto la línea de menor resistencia, y el resultado será el

número de piés á que la carga del globo de compresion daria un hornillo ordinario.

Por último se pueden determinar las cargas, como ya hemos esplicado en su lugar, por la fórmula

$$C=h^3\left(L(1+n^2)\sqrt{1+n^2}+N.\left(\sqrt{1+n^2}-1\right)^2\right).$$

Supongamos, por ejemplo, que $n=2{,}50$: la relacion $\frac{C}{h^3}=$ será 18,58 (véase la tabla *A*), por consiguiente

$$C=(2{,}50)^3+18,58.$$

Hornillos menos cargados.

La carga de estos hornillos se halla, segun Lebrun, por la fórmula

$$C'=C\left(\frac{4+3n}{7}\right)^3-C,$$

siendo la carga del hornillo ordinario, correspondiente á la línea de menor resistencia adoptada.

Cuando $n=0{,}75$ la espresion anterior se reduce á

$$C'=\tfrac{7}{10}C,$$

ó sea la carga límite inferior para obtener una escavacion sensible.

La regla ya sentada del General Pasley, y la fórmula general (1) que hemos dado para toda clase de hornillos, nos permiten igualmente encontrar las cargas para el caso particular de que tratemos.

Las mismas fórmulas citadas hasta ahora, nos dan los medios de calcular la cantidad de pólvora por metro cúbico, propia para cada clase de terreno, que forma el coeficiente de la espresion general

$$C=\tfrac{11}{6}kh^3$$

para los hornillos ordinarios.

Humazos.

La carga del humazo la hemos indicado anteriormente por

$$(1) \quad C=0{,}24\ h^3$$

en un terreno ordinario; y en general por

$$C=Lh^3.$$

Segun Lebrun, debiera ser $C=0{,}28\,h^3$ (2): veamos qué diferencia existe entre estos datos. Si llamamos h' la línea de menor resistencia del hornillo ordinario que dé la carga del humazo, tendremos

$$0{,}24\ .\ h^3=1{,}50\ h'^3$$

ó bien

$$\frac{h}{h'}=1{,}84,$$

en lugar de 1,75 que se admite generalmente. La diferencia $\frac{1}{19}$ es muy pequeña para que puedan temerse errores en los efectos de los humazos, con el uso de la fórmula núm. 1.

Supuesta exacta la relacion 1,75 de las líneas de menor resistencia, del hornillo ordinario y del humazo que una misma carga produzca, se tendrá para la carga máxima

$$C=(\tfrac{4}{7})^3 C'$$

siendo C' la carga del hornillo ordinario que corresponda á la línea de menor resistencia dada para el humazo. Esperiencias hechas con mucho cuidado, han probado que aquella puede aumentarse hasta

$$C=C'(\tfrac{4}{5})^3$$

Superficies de conmocion y de rotura.

El efecto interior de los hornillos de mina, tiene una importancia grande al tratar de establecer un sistema cualquiera

defensivo. La esplosion de un hornillo ordinario se ejerce en el sentido horizontal, hasta el límite $\frac{1}{4}$ de h, que se llama *radio de rotura horizontal*; y á $h\sqrt{2}$ en direccion vertical, ó sea su *radio máximo de rotura vertical*. Cuando se trata de destruir una ó varias galerías enemigas, conviene colocar el hornillo, segun Lebrun, de manera que el centro de las pólvoras se encuentre á $h\sqrt{2}$ horizontalmente, y á h en sentido vertical del eje de las comunicaciones subterráneas por un lado, y del intradós de la bóveda por el otro, supuestos de mampostería los revestimientos. Si las galerías estuviesen encofradas, dicho autor mide la distancia vertical, á partir de las cumbreras de los marcos ó bastidores.

Se admite que los radios de rotura sub-horizontales, se limitan por un semi-elipsoide cuyos ejes sean los radios de rotura horizontal y vertical acabados de nombrar.

Lebrun dá los valores siguientes para los hornillos recargados:

Radio de rotura horizontal. . . . . $\frac{1}{4}h\left(0{,}09+(0{,}91)n\right)$

Idem vertical. . . . . $h\sqrt{2}\left(0{,}09+(0{,}91)n\right)$

que en el caso de $n=3$, se convierten en

el primero. . . . . $h\times 4{,}93$

y el segundo. . . . . $h\times 4{,}00$

Para los humazos, llamemos: h su línea de menor resistencia: C la carga del hornillo ordinario que corresponde á h: y h' la línea de menor resistencia de la carga C' del humazo jugando como hornillo ordinario.

El límite superior de rotura de C', siendo $\frac{1}{4}h'$, si se quiere que su efecto llegue hasta el nivel del suelo, se hará

$$\frac{1}{4}h'=h,$$

de donde

$$h'=4h.$$

Por otro lado

$$C'=kh'^3$$

en donde

$$k = \tfrac{4}{5} \times 0{,}79$$

para los terrenos ordinarios. Sustituyendo por h' su valor encontrado antes, tendremos que

$$C' = kh^3 \left(\tfrac{4}{7}\right)^3.$$

Pero $C = kh^3$, luego

$$C' = C \left(\tfrac{4}{7}\right)^3,$$

que como hemos visto en otro lugar, representa la carga máxima del humazo.

Si suponemos que d sea la distancia de un hornillo de esta clase, á una galería que deba destruirse situada al mismo nivel, la carga mínima será

$$kd^3 \left(\tfrac{4}{7}\right)^3.$$

Si aquella está por debajo del centro del humazo,

$$C' = kd^3 \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^3.$$

Además de lo dicho, debe considerarse la superficie de conmocion subterránea fuera de la accion de rotura, y que se supone ser otro elipsoide de revolucion alrededor de un eje vertical que pase por el centro de las pólvoras, y cuyos semiejes mayor y menor son $\frac{1}{4}\ h$ y $h\sqrt{2}$, y en que h es la línea de menor resistencia del hornillo ordinario correspondiente á la carga dada C.

Las dos fórmulas generales

$$C = 1{,}50 \times \left(\frac{a^2 + l^2 \cos.^2\alpha}{3} + \frac{(b \pm l \operatorname{sen}.\alpha)^2}{2} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad \text{y}$$

$$C' = 1{,}50 \left(\frac{a^2 + l' \cos.^2\alpha}{2} + b \pm l \operatorname{sen}.^2\alpha \right)^{\frac{3}{2}}$$

resuelven todos los problemas que puedan ocurrir en la guerra subterránea, respecto á la conmocion de las galerías la primera, y á la rotura la segunda.

La mínima distancia entre la vertical que pasa por el centro de la carga y la direccion de la galería sobre la cual se obra, se representa por a.

El ángulo de inclinacion de la galería por α,

La longitud de esta, que se quiere destruir, por l; y la altura del centro de las pólvoras, sobre dicha línea de mínima distancia, por b.

Por consiguiente

l cos.α será la proyeccion horizontal de l.

l sen.α id. id. vertical de id.

$b \pm l$ sen.α la altura del centro del hornillo sobre el estremo de la galería que se ataca.

Haciendo aplicacion de las citadas fórmulas á los casos mas ordinarios, tendremos si las galerías son horizontales

$$\text{sen.}\alpha = 0 \text{ y } \cos.\alpha = 1,$$

y entonces,

$$C = 1{,}50 \times \left(\frac{a^2 + l^2}{3} + \frac{b^2}{2} \right)^{\frac{3}{2}} \quad (1)$$

y

$$C' = 1{,}50 \times \left(\frac{a^2 + l^2}{2} + b^2 \right)^{\frac{3}{2}} \quad (2)$$

Si los hornillos y las galerías estuviesen al mismo nivel, se hará $b = 0$.

Si el ataque tuviera lugar por pozos,

b tendrá el número de metros que separen el fondo de la carga, del cielo de las galerías, y a se hará igual á 0 en las fórmulas (1) y (2).

Las esperiencias hechas en Montpellier, han probado que cuando los hornillos están cargados y atracados, á pesar de que sufren una conmocion viva por la esplosion de un hornillo ordinario situado á 1 ó 1 y ½ su línea de menor resistencia, no por esto dejan de quedar en disposicion para dárseles fuego por medio de la salchicha, y mejor aun si se emplea la electricidad, en que el corto diámetro de los conductores, su resistencia y flexibilidad, son condiciones favorables al resultado indicado.

Las esperiencias citadas fueron las siguientes. En la primera se dispuso un hornillo al estremo de un corto ramal en án-

gulo recto con una galería, con una carga de 55 kilógramos de pólvora, y á una profundidad ó línea de menor resistencia de $3^m,10$. La naturaleza del terreno exigia $\frac{1}{4}$ de sobrecarga, para un hornillo ordinario en terreno comun.

El hornillo de la galería estaba cargado con 140 kilógramos de pólvora, y á una distancia de $3^m,88$ ó sea $(1+\frac{1}{4})h$ del anterior. Su línea de menor resistencia era de $4^m,50$ y el atraque comprendia una longitud de $6^m,75$.

Se dió fuego al hornillo del ramal, y poco despues se inflamó el de la galería, probándose por consiguiente, que ni este ni el de la salchicha habian sufrido por la esplosion del primero.

En la segunda y tercera prueba ó ensayo, el hornillo del ramal se cargó con 117 kilógramos de pólvora, para una línea de menor resistencia de $4^m,00$. El hornillo de la galería tenia solo 60 kilógramos de carga para producir humazo en el sólido de esplosion del anterior, y colocado en el primer caso á 1 y $\frac{1}{4}$ su línea de menor resistencia, y en el otro, á solo la distancia de esta línea.

La longitud del atraque fué de $7^m,00$. Las esplosiones dieron el mismo éxito que en la primera esperiencia.

En la cuarta prueba, por último, el hornillo del ramal, para una línea de menor resistencia de $4^m,50$, tenia una carga de 165 kilógramos de pólvora: el otro hornillo se estableció á $5^m,62$ en la prolongacion del eje del primero, y con una carga igual á los de la segunda y tercera esperiencia. El atraque era tambien de $7^m,00$. El resultado fué tan satisfactorio como en los casos anteriores.

El efecto destructor de los hornillos ordinarios, no estendiéndose mas que á la distancia h en las circunstancias que acabamos de detallar, se puede deducir por analogía que para los hornillos recargados aquel límite será

$$h\left(0{,}09+(0{,}91)n\right)=2{,}82\,h \quad \text{si } n=3$$

$$\text{y} \quad h\left(0{,}09+(0{,}91)n\right)=1{,}91\,h \quad \text{si } n=2.$$

La accion de un hornillo parece que se disminuye algo, contra hornillos cargados y atracados, cuando se efectua ligeramente el atraque de aquel con las tierras mismas de su escavacion: para este caso, los ensayos han probado que para un globo de compresion en que $n=2$, su efecto no se estiende mas allá de $1{,}50h$.

Al sentar en un principio los radios de rotura de un hornillo ordinario, se deduce que una galería no tiene que temer su esplosion, si se encuentra á una distancia de 2 ó 1 y ¼ la línea de menor resistencia. Las esperiencias hechas en Bisy, y en Potsdam en 1753 y 1754, dieron por resultado que los radios de rotura eran los mismos para las galerías de mampostería y para las encofradas: pero segun aparece de la descripcion de aquellos trabajos, las primeras eran de reciente construccion, y no tenian tampoco los espesores convenientes. En Arras en 1831 se repitieron algunos ensayos sobre este particular, aunque variando algo las condiciones, pues las primeras tuvieron lugar con hornillos situados al nivel de las galerías, y en los últimos por pozos á la Gillot, en que las cargas se hallaban por encima de las bóvedas. Las galerías en Arras, las de mampostería tenian un año de existencia con $1^{m},40$ de altura interior, $1^{m},00$ de luz y $0^{m},50$ de espesor en los piés derechos, y $0^{m},35$ en la clave. Los cimientos eran de $0^{m},20$ de profundidad, con resaltos de igual dimension.

Las galerías encofradas tenian $1^{m},50$ de alto, y $0^{m},80$ de ancho, situadas paralelamente á las anteriores, y á $12^{m},00$ de distancia.

Se construyó luego un pozo de $3^{m},00$, en que el centro de su carga (200 kilógramos de pólvora) distaba $6^{m},00$ de dichas galerías. El resultado de su esplosion fué producir solamente un ligero movimiento de la bóveda sobre sus piés derechos,

mientras que se rompieron cinco montantes en la galería encofrada, pèro sin desmoronamiento alguno.

Se establecieron en seguida otros dos pozos, con la misma carga de antes, é igual línea de menor resistencia; el primero inmediatamente por encima de la galería de mampostería, y el segundo en una posicion análoga sobre la galería encofrada. La esplosion del último hornillo destruyó completamente la galería inferior, en una longitud de unos 14 á 16 metros, mientras que la galería de mampostería, sufrió solo un ligero movimiento por el efecto de la inflamacion del primer hornillo.

Se colocaron despues á la profundidad ya indicada, otras dos cargas de 200 kilógramos de pólvora, á derecha é izquierda de la galería permanente, y de modo que sus distancias al estradós de la bóveda, fuera de $4^m,00$. Se dió fuego á una de ellas: el pié derecho de su mismo lado se conmovió, así como la bóveda, produciéndose además un ligero hundimiento en los dos estribos. La inflamacion de la otra carga, solo consiguió aumentar un poco los resultados anteriores.

En Metz se han hecho esperiencias próximamente iguales á las de Arras, probando unas y otras que las galerías de mampostería resisten mucho mejor que las encofradas, los efectos destructores de los hornillos que se sitúen superiormente á su cielo ó bóveda.

Las esperiencias de Bisy y Potsdam no pueden llamarse definitivas, pues es probable que si las mamposterías hubiesen tenido el tiempo de sentarse bien, y el mortero de tomar la consistencia necesaria, se habrian logrado consecuencias análogas á las de Arras y Metz. De estas se ha deducido el principio siguiente, que nuevos ensayos podrán confirmar ó modificar. Este es, que el límite de rotura de los hornillos ordinarios para las galerías de mampostería de segunda clase, debe fijarse á unos $\frac{1}{4}$ de la línea de menor resistencia, medida desde el centro de la carga al estradós de la bóveda, y que si las comu-

nicaciones son ramales pequeños, aquel límite es próximamente de ½ ó sea $\frac{h}{2}$.

En Montpellier se han esperimentado en estos últimos años, los efectos de las esplosiones contra ramales y galerías encofrados, con maderas de pino. El terreno de los ensayos tenia una consistencia bastante grande.

Se empezó por construir dos ramales, uno de primera clase, y el otro de combate, presentando ambos sus estremos al hornillo: es decir, que sus ejes pasaban por el centro de la carga. Esta se situó á 1,10 h de aquellos y su inflamacion no causó daño alguno á los ramales.

Una galería de primera clase, en que el plano horizontal por el centro de las pólvoras pasaba por la mitad de la altura de los montantes, tampoco sufrió lesion alguna, ó al menos fué muy insignificante. La galería se encontraba sobre el flanco del hornillo, y á una distancia igual á dos veces su línea de menor resistencia $2h$.

Un gran ramal en la posicion anterior con respecto al hornillo, permaneció intacto hasta 1,33 h: y un ramal de combate en iguales circunstancias, resistió la esplosion de otro hornillo del cual distaba la línea de menor resistencia h, rompiéndose solamente algunos bastidores, pero sin que por esto dejara aquel de estar en buen servicio.

Otro ramal de combate, atracado con maderas, en condiciones análogas á las que dejamos descritas, sesistió perfectamente á la distancia $\frac{h}{2}$.

Un mismo hornillo, produjo siempre contra las galerías radios de rotura mas estensos, que contra los ramales. En terrenos ya removidos por esplosiones anteriores, los radios de rotura resultaron mayores de ½ próximamente, para unas mismas cargas.

En las esperiencias de que tratamos, se hizo saltar un hor-

nillo ordinario de $4^m,00$ de línea de menor resistencia, con una carga de 90 kilógramos de pólvora. A $2^m,00$ de distancia se construyó un pozo de igual carga y profundidad, atracándose este con las tierras de la escavacion. Al dar fuego al último hornillo, se obtuvo un sólido de esplosion cuyo centro quedó en el punto medio de las dos cargas, que parece ser tambien el centro de rotura.

En el tratado de minas de Lebrun, se halla para el radio de buena rotura sub-horizontal, la espresion

$$1{,}42\ h,$$

y para el radio de buena rotura sobre-horizontal

$$h \times 1{,}50$$

en los terrenos ordinarios.

De aquí debiera deducirse que la relacion de dichos dos radios es $\frac{1{,}42}{1{,}50}$: sin embargo los resultados de muchos ensayos no confirman este dato, encontrándose á veces diferencias muy notables.

Las esperiencias de Montpellier con galerías y ramales de mampostería, han hecho conocer:

1.° Que resisten muy bien la esplosion de los hornillos colocados en su flanco, cuando el interior de los piés derechos está á una distancia del centro de las pólvoras, igual á la línea de menor resistencia de la carga considerada como simple.

2.° Una galería de forma elíptica de $1^m,60$ de alto, por $1^m,00$ en su eje mayor, y de $0^m,50$ de espesor, hecha hacia tres años de buena mampostería y mortero un poco hidráulico, fué destruida por un hornillo situado á $0{,}75\ h$ del interior de los piés derechos.

3.° Un ramal de $1^m,00$ por $0^m,80$ y de $0^m,50$ de espesor, cuya mampostería tenia cuatro años, quedó destruido igualmente por la esplosion de un hornillo en las circunstancias del caso anterior.

Y 4.° Otro ramal de las dimensiones que acabamos de indi-

car, construido hacia cinco años, no pudo resistir los efectos de un hornillo colocado sobre el eje de aquel, y á 0,50 *h*, quedando deshechos los piés derechos en una estension de un poco mas de 0,75 *h*.

Hemos iniciado en el curso de nuestro escrito la existencia de hornillos á cielo abierto, cuya accion subterránea podrá compararse á la que se consigue por los hornillos ordinarios con una carga mitad, y su línea de menor resistencia nos fijará los límites de los radios de rotura, por las reglas que ya conocemos.

Habiendo ya manifestado el modo como se calculan los radios de esplosion y de rotura, cargas, etc., vamos á construir estos gráficamente.

Partiendo de la fórmula

$$C=\tfrac{1}{6}kh^3,$$

esta nos dá la relacion que existe entre la línea de menor resistencia espresada en metros, la carga en kilógramos, y el coeficiente *k* que varía segun los medios en que obran los hornillos ordinarios.

Supongamos un terreno ordinario: la fórmula anterior se transforma en

$$C=1{,}50\,h^3, \quad \text{ó} \quad C=1{,}454\,h^3,$$

cuya diferencia es apenas sensible: y si llamamos *y* á las cargas *C*, y *x* las líneas de menor resistencia, tendremos:

$$y=1{,}454\,x^3.$$

Trazando en la fig. 10, lám. I, dos líneas perpendiculares para ejes de las *X* y de las *Y*, marcaremos sobre el de las coordenadas, los diferentes valores de las líneas de menor resistencia, y sobre el eje de las abscisas, los de sus cargas correspondientes. Esto es lo que se ha hecho en la figura, tomando desde el orígen *O* de las coordenadas sobre el eje de las *X* las líneas de menor resistencia de $0^m,2$ en $0^m,2$, y en la escala de $0^m,005$ por metro. Sobre líneas paralelas al eje de las *Y*, y á razon de $0^m,005$ por 100 kilógramos, se han marcado las car-

gas, obteniéndose así la curva OJC, que es una parábola de tercer grado. Fácil es, pues, determinar la carga para una línea dada de menor resistencia, ó bien el problema contrario.

Para los radios de rotura en los hornillos ordinarios, se puede partir de los datos que dá Lebrun, y que son para el límite horizontal

$$h\times 1{,}75,$$

y para el vertical

$$h\times 1{,}414.$$

Los mismos radios de buena rotura horizontal y vertical, son $h\times 1{,}414$ y h.

Ahora tomando sobre el eje de las abscisas las líneas de menor resistencia, como antes se ha efectuado, y sobre el de las coordenadas dichos radios de rotura, puesto que estos son proporcionales á las primeras, las siguientes ecuaciones nos darán su representacion geométrica:

$y=1{,}75x$ rotura límite horizontal.

$y=1{,}414x$ id. vertical, ó buena rotura horizontal.

$y=x$ buena rotura vertical.

Su construccion es sencilla, puesto que pasando las rectas por el origen *O* de las coordenadas, será suficiente determinar un punto cualquiera, como por ejemplo el que corresponda á una línea de menor resistencia de 10 metros, tal como representa la figura. Para otra línea de menor resistencia, se buscará el valor de las ordenadas para esta abscisa, con relacion á cada especie de radio de rotura.

Las dimensiones de las cajas para las pólvoras, se encuentran, como hemos dicho en su lugar, multiplicando las líneas de menor resistencia por 1,17, que nos dá el lado del cubo en decímetros. Se construirá, pues, la línea geométrica

$$y=1{,}17x,$$

por un método análogo al ya descrito, fijando el punto *E*, para $h=10$ metros.

La fórmula de Lebrun para las cargas de los hornillos re-

cargados es,

$$C'=C\left(0{,}09+(0{,}91)\,n\right)^3.$$

Hemos dicho tambien que

$$\frac{nh-h}{r-h}=\frac{100}{91},$$

que llamaremos A.

Para construir geométricamente esta relacion, tomaremos en la fig. 11, lám. I,

$$ab=r \quad \text{y} \quad bc=h,$$

de donde

$$ac=r-h.$$

Trazando desde el punto a una recta am á 45°, y otra an de modo que sus ordenadas estén en la razon de 100 : 91, con las de am, y tirando por c la perpendicular cp, tendremos

$$\frac{ce}{cd}=\frac{100}{91}:$$

pero

$$cd=ac=r-h,$$

luego ce no es otra cosa que la diferencia $nh-h$, y la línea bce que se puede abatir en bf, dará la longitud nh, es decir el radio del sólido de esplosion producido por el hornillo. Esta misma construccion se ha efectuado en el cuadro O, X, 12 F' de la figura 10, y en que las espresiones de las rectas OS y OT, serán

$$y=-x \ldots\ y=-\frac{100}{91}x,$$

y las cuales resuelven todos los problemas sobre hornillos recargados. Los principales son los siguientes:

1.° ¿Cuál será el radio de esplosion para una carga conocida de un globo de compresion, bajo una linea dada de menor resistencia?

En la figura se ha resuelto el caso en que los datos enunciados sean 650,95 kilógramos y $h=3^m,10$. La recta $gG=8^m,10$ será el radio de esplosion pedido. Para ello se ha hecho $GV=3^m,10=Ga$: por a se ha tirado la perpendicular ab y en su

interseccion con OT, se ha trazado la paralela bg á OS, que nos ha dado el punto q.

2.° ¿Bajo qué línea de menor resistencia, será preciso situar una carga dada, para obtener un radio de esplosion fijo?

3.° Dados el radio de esplosion, y la línea de menor resistencia, ¿cuál será la carga del hornillo?

Estas dos últimas cuestiones se resuelven fácilmente.

4.° ¿Bajo qué línea de menor resistencia debe situarse una carga, para que el radio de esplosion tenga con dicha línea una relacion dada?

Supongamos que la carga sea de 650,95 kilógramos, y que se quiere un sólido de esplosion, cuyo radio sea 2,61, la línea de menor resistencia. La recta Ge, con una inclinacion de $\frac{164}{100}$, dá el punto b, de encuentro con la OT, y el cual resuelve el problema.

Para los hornillos menos cargados, consideraciones semejantes á las que hemos hecho anteriormente, nos conducirán á construir la relacion

$$\frac{nh-h}{r-h}=\frac{1}{3},$$

ó sean las dos rectas OS' y OZ, y cuyas espresiones son

$$y=-\tfrac{1}{3}x.... \quad y=-x.$$

Como un ejemplo de las diversas cuestiones que pueden presentarse, si se quiere hallar el radio del sólido de esplosion de un hornillo menos cargado, cuya carga sea de 650,95 kilógramos, bajo la línea de menor resistencia de $9^m,15$, se tomará en la figura, $Gt=9^m,15$; y llevando la ordenada tl, á tm, obtendremos $Gm=5^m,05$ para dicho radio pedido.

La misma recta OZ resuelve los problemas de los humazos con carga máxima, en que $n=0$. Los mas importantes son:

1.° ¿Cuál debe ser la carga para dar un humazo máximo, bajo una línea conocida de menor resistencia? Y 2.° Encontrar la línea de menor resistencia, correspondiente á una carga capaz de un humazo máximo.

Trazando la recta *Gr* á 45°, y suponiendo una carga de 650^{k},95, la recta *rq*=13^{m},40 será la línea de menor resistencia. Por un órden inverso, se viene en conocimiento de la carga.

Los radios de rotura para toda clase de hornillos, se determinarán prolongando la ordenada del punto que fija la carga, hasta que corten las rectas que ya hemos marcado para los hornillos ordinarios, puesto que se conoce por la esperiencia que una misma cantidad de pólvora produce aproximadamente iguales efectos interiores, sea que juegue como hornillo ordinario, sea recargado, ó menos cargado. La recta *OE* nos fijará tambien para todos los casos, el lado de la caja cúbica que contenga las cargas.

Establecimiento de los hornillos.

Solo entraremos en señalar las condiciones que se presentan al tener que ejecutar los atraques, segun los datos que se poseen hasta el presente, pues su situacion, dimensiones de las cajas, colocacion de las canales para las salchichas, etc., y comparticion de fuegos, se detallan convenientemente en nuestro *Manual*.

Los atraques son de varias especies: de tierra y tepes, de tierra y maderas, de sacos de tierra, de adobes, y de cubos de madera. Es siempre útil el apuntalar la estremidad esterior del atraque, para lograr una mayor resistencia, contra los efectos de la esplosion del hornillo.

La longitud que se dá al atraque en general, es de dos veces la línea de menor resistencia de la carga considerada como simple, ó como debiendo jugar en hornillo ordinario. Sin embargo, tomando ciertas precauciones, aquella longitud puede limitarse á 1 ½ dicha línea de menor resistencia. El tiempo comunmente empleado para esta operacion, es

Para un ramal pequeño, de 15 á 20 minutos por metro cor-

riente, con tierras y tepes; y de 20 á 25 para un ramal de primera clase: con tierra y maderas, los mismos datos acabados de indicar.

Para un ramal á la holandesa, de 23 á 25 minutos, con sacos de tierra, y para un ramal de primera ó segunda clase, el mismo tiempo.

El sistema de atraque por cubos de madera es ventajoso, cuando los ramales están espuestos á esplosiones de flanco; pero no sucede así en el caso contrario, en que son preferibles los atraques de tierra y maderas, ó de sacos de tierra.

Cuando se renuncia á la conservacion de las galerías, se puede disminuir la longitud del atraque siguiendo las reglas de Mouzé, que fijan el aumento necesario en la carga, para suplir la falta de un atraque completo.

La siguiente tabla nos las dá á conocer:

1.°	Carga simple	1,00	atraque completo	1,00
2.°	Id. de	1,25	atraque	0,75
3.°	Id.	1,50	id.	0,50
4.°	Id.	1,75	id.	0,25
5.°	Id.	2,00	id.	0,00

Estos datos están lejos de tener una exactitud á toda prueba, pero son un punto de partida admitido por todos los minadores. Si dichas reglas se someten al cálculo, se encuentra que la ley comun establecida por Mouzé no rige ya para el primer caso, en que debiera aumentarse la carga reglamentaria en $\frac{1}{4}$, para el atraque tipo. Es posible dudar, pues, de los demas. Lo único qne existe de cierto, pues lo han comprobado numerosas esperiencias, es que doblando la carga, se puede suprimir completamente el atraque.

Hemos dicho ya, que la longitud del atraque para un hornillo cualquiera, se mide tomando el duplo de

$$h' = \frac{\sqrt[3]{C}}{1{,}50},$$

en que h', es la línea de menor resistencia del hornillo ordinario correspondiente á la carga C.

Si se reduce el atraque á $1\frac{1}{2}\,h'$ el término medio entre este y el anterior será, $\frac{(3+\frac{1}{2})}{2}h'=\frac{7}{4}h'$. Pero esta espresion representa la línea de rotura máxima de que es susceptible C, que es al mismo tiempo la línea de menor resistencia, igual al radio de rotura para el humazo que resulta tomando los $\frac{7}{8}$ de h'.

Si en h' hacemos entrar la funcion C, tendremos que

$$\tfrac{7}{8}h'=\tfrac{7}{4}\sqrt[3]{\tfrac{1}{2}C}$$

que nos dará la regla para calcular la longitud del atraque de todo hornillo, en terreno ordinario.

De lo espuesto pueden deducirse las consecuencias siguientes: primera, que el atraque se mide por el radio máximo de rotura, que es igual á la línea de menor resistencia del humazo que produce la carga; y segunda, que una carga doble, dispensa todo atraque para obtener los mismos efectos, que la carga simple con su atraque ordinario.

Disminucion de los ramales.

Cuando en un hornillo se suprime el ramal al propio tiempo que el atraque, la carga, sea cual fuere, debe multiplicarse por 11,213: es decir, que para la primera circunstancia, el factor de la carga será. 10,213 (1)

Si se toma $\frac{1}{4}$ de ramal ($\frac{1}{4}$ de h') la carga se multiplica por 5,7129 (2)

Si $\frac{1}{2}$ id. id. id. 3,1957 (3)

Si $\frac{3}{4}$ id. id. id. 1,7877 (4)

Si el ramal es completo id. id. 1,000 (5)

Las relaciones números (1, 2, 3, 4 y 5) están en proporcion geométrica, y espresan las cargas en cada caso particular de los que hemos indicado.

En el caso en que se suprime completamente el atraque y el ramal, ó sea cuando el espesor de la caja de las pólvoras penetra en el terreno, dejando una ó varias caras libres, Lebrun señala para la carga los factores siguientes:

Para 1	cara	descubierta.	11,213
Para 2	id.	id.	14,128
Para 3	id.	id.	17,800
Para 4	id.	id.	22,426
Para 5	id.	id.	28,256

La importancia real de estos datos, en su aplicacion á las demoliciones y á los atraques á la Gillot, merece que se comprueben y justifiquen, como tambien sus efectos al aire libre.

Formas de los hornillos, y vacíos alrededor de las cargas, etc.

Los antiguos minadores determinaban las dimensiones de los hornillos, por la capacidad de la caja de las pólvoras, rellenando los huecos que pudiesen quedar alrededor de la carga. Posteriormente, habiéndose conocido mejor los efectos de la inflamacion de la pólvora, y el modo como obran los gases que se desarrollan, se abandonó aquel sistema; y probada la influencia grande que ejercen los vacíos en los mismos hornillos, se hacen estos hoy dia de una capacidad mayor que la que ocupa el volúmen de la carga. Faltaba probar hasta qué grado se aumentaba la accion eficaz de la esplosion. Muchas esperiencias se han hecho para fijar estos datos; pero hasta el presente no son concluyentes, y se tropieza además con la dificultad de construir grandes espacios para la colocacion de la carga. Los ensayos que se hicieron en Maguncia por Marescot en 1800, y en Metz en 1804, no dejan duda alguna de la eficacia de dichos vacíos, que parecen tener un límite no determi-

nado aun, pues mientras Marescot encontró que el mayor efecto de un hornillo se conseguia practicando la concavidad que debia recibir las pólvoras, diez y seis veces el volúmen de la carga, esperiencias recientes hechas en Rusia indican que aquella deba ser solo *diez veces* mayor. Por otro lado, las de Metz presentaron anomalías muy sensibles, de modo que el problema no se halla resuelto completamente. Segun Marescot, cuando el hornillo tenia la capacidad máxima ya citada, el sólido de esplosion correspondia á una carga doble de la empleada, bajo la línea de menor resistencia conveniente para producir un hornillo ordinario.

La forma cúbica adoptada para las cajas que contienen las pólvoras, no la han creido la mas á propósito algunos minadores, tratando de reemplazarla por la esférica ó poliedra para lograr una inflamacion mas instantánea, y por consiguiente un aumento en su fuerza espansiva. Las esperiencias, sin embargo, no han confirmado estas ideas. En muchos casos podrá ser de una inmensa ventaja que el sólido de esplosion sea de una base elíptica; para lo cual basta dar á la caja la forma de un paralelepípedo rectangular, en que el lado mayor sea doble de la altura.

Tambien se ha observado que cuanto mas se aproximan las pólvoras al cielo del hornillo, tanto menores son sus efectos esteriores, pero que se aumentan á proporcion los radios de rotura.

Se ha ensayado igualmente el dejar ciertos claros en el interior de los atraques, á fin de que la elasticidad del aire en aquellos, operando una viva reaccion al inflamarse la carga, pudiesen aumentar los efectos de los hornillos. Los resultados son dudosos, pues para ello seria preciso construir un atraque que no permitiese escape alguno al aire comprimido, lo que será siempre muy difícil, y aun casi imposible. Además, sabemos que la esplosion de un hornillo destruye todos los vacíos á distancias menores de 1 y $\frac{3}{4}$ la línea de menor resistencia; se

perderia, pues, la posibilidad de penetrar de nuevo en la galería ó ramal, que para la defensa es una condicion de mucho interés. Se ha propuesto para remediar estos inconvenientes, el reemplazar los vacios por sacos de lana, que den cierta elasticidad á los atraques.

Por último, indicaremos que se ha tratado de aumentar la accion de las cargas, mezclando las pólvoras con aserrin de madera, ó cualquiera otra sustancia análoga. Pero si bien los resultados han sido buenos en su aplicacion á los barrenos, como mas adelante veremos, no puede decirse lo mismo de los hornillos de mina. Las esperiencias prueban que dichas mezclas obran solo en proporcion de las cantidades de pólvora que encierran.

Tiempo y número de hombres necesarios para la ejecucion de los diferentes trabajos de minas.

La siguiente tabla nos dá el tiempo y número de minadores que se emplean en la ejecucion de los diversos trabajos de minas, tales como galerías, pozos, etc., suponiendo una tropa bien instruida, y que el terreno sea de buena calidad y fácil de trabajar.

No incluimos los atraques, por haber tratado de ellos en su lugar correspondiente.

CLASE DE TRABAJO.	Número de minadores.	Tiempo mínimo.	Tiempo medio.	Desmonte
Pozo de 1m,32 de luz. . . .	Asiento del marco con orejas.	» 35′	1 h. »	2m,72
	Escavacion de 1,m00. .	1 h. »	2 h. 45′	
	Asiento del marco unido.	» 30′	» 45′	
	Encofrado de un intérvalo.	» 30′	1 h. »	
Pozo á la Boule. . .	Asiento del marco con orejas.	» 15′	» 30′	0m,74
	Trabajo de 1m,00 corriente.	1 h. »	2 h. 30′	
Galería de 1.ª clase de 2m,00 por 2m,00	Escavacion de 1m,00 con falso bastidor. .	2 h. 50′	4 h. 15′	5m,42
	Asiento de un bastidor.	» 40′	1 h. »	
	Encofrado de un intérvalo.	» 30′	» 45′	
Galería de 2m,00 por 1m,00. . .	Escavacion de 1m,00 corriente.	2 h. »	3 h. 30′	3m,02
	Asiento de un bastidor.	» 30′	» 45′	
	Encofrado de un intérvalo.	» 30′	» 45′	
Galería de 1,m40 por 1,m00. . .	Escavacion de 1m,00 corriente.	1 h. 20′	2 h. 30′	2m,12
	Asiento de un bastidor.	» 20′	» 30′	
	Encofrado de un intérvalo.	» 20′	» 30′	
Ramal de 1m,00 por 0m,80. . .	Escavacion de 1m,00 corriente.	1 h. 10′	2 h. »	1m,28
	Asiento de un bastidor.	» 15′	» 30′	
	Encofrado de un intérvalo.	» 15′	» 30′	
Idem de 0m,80 por 0m,65. . .	Escavacion de 1m,00 corriente.	1 h. 10′	2 h. »	0m,89
	Asiento de un bastidor.	» 15′	» 30′	
	Encofrado de un intérvalo.	» 15′	» 30′	
Idem idem sin enco-frar. . . .	Trabajo completo de 1m,00 corriente. . .	1 h. »	1 h. 50′	0m,49

Un ramal en piedra muy dura, 2 minadores en doce horas hacen por el uso continuo de petardos 0m,26; y en roca menos compacta de 0m,90 á 1m,20.

PARTE TERCERA.

Reseñaremos en esta parte los métodos seguidos para el establecimiento y construccion de los humazos, contra-pozos, hornillos que se cargan efectuado ya el atraque, fogatas de todas clases, minas artesianas y petardos.

Humazos.

Hemos dado su definicion, y el modo de calcular sus cargas. Se disponen estos hornillos á veces, en el estremo de un ramal que se construye á toda prisa, y sin encofrado para no perder tiempo. En otras ocasiones se practica una cavidad por medio de barrenos, la cual se llena de pólvora, contenida esta

en una caja ligera de hoja-lata preparada para recibir un trozo de salchicha, ó bien en cartuchos de papel fuerte que se inflaman por un cohete porta-fuego, ó por otro medio análogo.

El diámetro del barreno tiene ordinariamente $0^m,18$, y la carga, que en general no varía de 5 á 10 kilógramos, ocupa un tubo de $0^m,25$ á $0^m,50$ de longitud por $0^m,17$ de ancho. El atraque se verifica con tepes, ó sacos de tierra de las dimensiones convenientes.

Se construyen tambien los humazos, por el empleo de los aparatos que describiremos para los contra-pozos.

Contra-pozos.

Se llaman contra-pozos los hornillos situados á una corta distancia del cielo de las galerías de contra-mina, y que se cargan desde su interior en el momento preciso, sin que su esplosion cause daño á los trabajos del sitiado. La línea de menor resistencia, ó sea la distancia que existe entre el centro de las pólvoras y el suelo del glácis, es por lo comun de $2^m,00$ á $2^m,50$. La carga varía entre 30 y 50 kilógramos; y debe cuidarse que de la caja del hornillo al techo de la galería haya por lo menos de $3^m,00$ á $3^m,70$.

Para establecer un contra-pozo, pueden seguirse dos métodos. El primero consiste en abrir un pozo de $0^m,80$ de luz, que baje hasta el encofrado de la galería, en donde se sustituye á las tablas de su cielo un tablero horizontal con una abertura en su centro, para permitir el paso de la canal que debe servir para efectuar la carga del hornillo. Se rellena luego el pozo hasta $0^m,45$ por debajo del estremo superior de dicha canal en donde se dispone la caja para las pólvoras, y se acaba de llenar la escavacion no dejando indicio alguno esterior de su situacion.

Este sistema presenta muchos inconvenientes: desde luego se disminuye la cohesion de las tierras entre la carga y la galería, y en seguida su colocacion inmediatamente por encima de las comunicaciones defensivas, es la menos favorable á su resistencia.

El segundo método ofrece mayores ventajas. Se empieza por construir un pozo á la Boule, que se termina á la profundidad en que deba colocarse la carga. Se abre despues partiendo del interior de la galería, un barreno cilíndrico que viene á terminar en el mismo fondo del pozo anterior, ensanchándose aquel en este punto por medio de una lengua de buey, y de manera que pueda recibir la canal que se asegura sólidamente por el uso de tepes ó adobes. El aparato para efectuar dicha operacion (lámina II, fig. 1 á 6) se compone principalmente de una barrena de $0^m,20$ de ancho, puesta en movimiento por un sistema de engranajes.

Las dos manivelas que se ven en las figuras, imprímen á la barra del barreno dos clases de movimientos: la una de rotacion y de traslacion á la vez, y la otra de traslacion solo, pero mas rápido que la primera, y como estos pueden ser independientes, el aparato se presta á todas las circunstancias que presente la naturaleza de un terreno cualquiera.

La siguiente descripcion nos dará á conocer todas las partes del mecanismo indicado:

a Manivela para el movimiento de traslacion.

b Tubo de hierro que gira por la accion del manubrio *a*.

c Tornillo cuyo paso es de $0^m,008$, y que dá vueltas con el tubo *b*.

d Arbol de la máquina que se atornilla á *c*, y que sube á cada revolucion de este, $0^m,008$.

e Manivela de rotacion.

f Gran rueda dentada puesta en movimiento por el piñon de la manivela *e*. Dicha rueda hace que el árbol *d* gi-

re al propio tiempo que asciende poco á poco por el juego del tornillo *c*.

g Círculos graduados para arreglar la inclinacion del aparato.

h Mecanismo provisional para sostener el barreno, al tener que añadirse una barra alargadera.

l Alargadera.

Tres hombres bastan para la maniobra del aparato.

Cuando la inclinacion del taladro no pase de 45° se usa con ventaja el barreno llamado á la inglesa *M*: pero si aquella fuese mayor, entonces se emplea el que manifiestan las figuras *h*, *h*, *h*.

El General Boutault propuso hace algun tiempo otro aparato semejante al que hemos descrito, y que en las esperiencias hechas en Francia, ha probado muy bien para toda clase de terrenos. Consiste en un marco de hierro *b*, *b*, *b*, *b*, lámina II, fig. 7.ª, y en un árbol *c* giratorio que lleva el barreno *d*, y cuyo movimiento de rotacion se consigue por la rueda dentada *f*, y el piñon fijo á la manivela *h*. El marco *b*, *b*, etc., corre á lo largo de un bastidor *n*, *n*, *n*, *n*, que puede tomar todas las inclinaciones que se deseen sobre la meseta *MM*. El movimiento de traslacion se obtiene por las manivelas *h'*, *h'* una de cada lado, y la cremallera *t*.

Cuando no se disponga de los mecanismos citados, se pueden reemplazar por el trépano, cuya disposicion es generalmente conocida, por lo que no entramos en dar sus detalles. Este instrumento tiene el inconveniente de que no se presta á inclinaciones que varien mucho de la vertical.

Las canales para la introducion de la carga se forman de cuatro planchas de $0^m,025$ de espesor, que ofrecen una seccion interior cuadrada de $0,^m11$ de lado. La caja para la carga, suponiendo esta de 50 kilógramos, debe tener $0^m,70$ de altura por $0^m,60$ de ancho interior, y se construye de dos espesores de planchas de $0^m,05$ de grueso.

Para introducir las pólvoras en esta clase de hornillos, se empleaba en un principio el cargador, que consistia en un vaso de cobre terminado inferiormente en una pirámide, con el vértice en el estremo de un mango de 3 á $4^{m},00$ de longitud. Así se transportaban unos 2 kilógramos de pólvora á cada operacion, que exigia dos minutos próximamente. Hoy dia se prefiere el servirse de cartuchos, que se hacen correr á lo largo de la canal por medio del aparato articulado que representa la fig. 8, lam. II. Cada cartucho contiene 1 kilógramo de pólvora, y tienen $0^{m},17$ de largo, por $0^{m},09$ de diámetro.

El atraque de los contra-pozos se verifica con tacos de madera de $0^{m},105$ de escuadría, y de $1^{m},00$ á $0^{m},80$ de longitud, atados unos á otros con fuertes bramantes, ó bien ensamblados á cola de golondrina. El taco superior se termina en punta, y se empuja hasta que encuentre el tablero de la caja opuesto á la canal. Aquel lleva una cavidad para contener una cierta cantidad de pólvora, que inflama despues el hornillo.

El tarugo ó taco inferior acaba en una pieza en forma de T, que se sostiene contra el fondo ó suelo de la galería, por puntales y cuñas. Los medios para dar fuego á estos hornillos son, el cohete porta-fuego, la salchicha ó la electricidad.

En Montpellier se han hecho contra-pozos de $0^{m},24$ de diámetro, con cargas de 30 kilógramos, que corresponden á la de un hornillo ordinario de $2^{m},70$ de línea de menor resistencia, y cuyos efectos han sido muy satisfactorios.

Humazos.—Contra-pozos.

Estos no difieren de los humazos ordinarios, sinó por su carga que es mayor, y los cuales se destinan á reemplazar los contra-pozos todas las veces que el enemigo, ocupando ya el terreno superior, no permita la construccion de los últimos. Su ejecucion se lleva á cabo por los aparatos ya descritos, des-

de el interior de las galerías, y se emplea para la carga una caja de hoja-lata de $0^m,17$ de diámetro, en que el metro corriente contiene cerca de $20^k,500$ de pólvora. Tambien se usan cartuchos de $0^m,16$ de diámetro, con $6^k,00$ de pólvora, cuando la caja anterior resulta demasiado larga. El atraque se hace con tarugos de madera unidos por bramantes, y ensamblados además de dos en dos á caja y espiga, rellenándose los huecos con tepes ú otra materia, puesto que el barreno no queda construido en general con toda precision. Se les prende fuego por los medios usuales.

Hornillos cargados despues de efectuado el atraque.

En la segunda parte hemos hablado ya de esta clase de hornillos, quedándonos ahora solamente el indicar cómo se cargan. Para ello se sigue un método análogo al de los contra-pozos, situando la canal en el macizo del atraque, y en los ángulos que forman los montantes y durmientes de los marcos de la galería. Conviene examinar á menudo el estado de estas comunicaciones, á fin de que en el momento preciso, no se presenten embarazos á la marcha fácil de los cartuchos hasta la caja de las pólvoras.

Las canales se fijan y se mantienen en una misma línea recta, por piquetes convenientemente situados, y en seguida se emprende el atraque con cuidado. Como los cartuchos caen sin órden en la caja del hornillo, es necesario aumentar su capacidad (segun han probado las esperiencias) hasta darles dobles dimensiones de las que las reglas sentadas en la segunda parte, determinan para cada clase de hornillos de mina. El atraque de la canal, y el modo de inflamar las pólvoras, se practican como para los contra-pozos.

Minas artesianas.

La cuestion de las minas artesianas aunque no puede llamarse resuelta, los resultados obtenidos son ya de una importancia que merecen fijar la atencion. Los hornillos se disponen, ó bien en el mismo ramal que se abre con los instrumentos que luego indicaremos, ó en una cavidad que se construye á su estremidad. La escavacion ó taladro que forma el ramal, suele tener unos $0^m,20$ de diámetro.

Los aparatos que se usan son:

La barrena simple, fig. 9, lám. II.

Las barras alargaderas de $2^m,68$ de longitud, fig. 10, lámina. II.

La cremallera articulada, fig. 13, lám. II, y

La barrena id. fig. 14, lám. II.

Para dar al barreno y á las alargaderas la direccion que se requiera, se hace en el revés de la trinchera donde se establecen, una rampa de una inclinacion un poco mayor que la que deba tener el ramal; en seguida se sitúa un primer caballete á $0^m,80$ del talud, y de una altura de $0^m,10$ á $0^m,40$; luego otro á $2^m,00$ de distancia, y por último, un tercero en la línea de los anteriores, á $2^m,00$ tambien, para sostener el estremo libre de cada barra, durante la operacion de montar y desmontar el aparato. Puede aumentarse el número de caballetes mencionado, lo que proporciona mayor velocidad en el trabajo, pues así se permite una longitud de barras que evitan luego los retardos ocasionados por la union de unas con otras, cuando el hornillo deba tener una profundidad de alguna consideracion.

Los casos principales que pueden ocurrir son tres:

1.° Que el ramal tenga un talud en descenso de $0^m,15$ á $0^m,35$ por metro corriente. Para emprender su ejecucion, se fija la pieza fig. 12, lám. II, á la barra del barreno comprendida en-

tre los dos primeros caballetes, y se empieza á dar vueltas, retirando la barrena cada vez que esté llena, introduciéndola de nuevo en el terreno despues que se limpie.

2.° Que la inclinacion del ramal, sea ascendente ó descendente, se halle entre la horizontal y $0^m,15$ por metro. Muchas veces se hace preciso en estas circunstancias, el empujar la barrena sea á mano, sea por medio del aparato de la fig. 17, lámina II, para que penetre en el terreno. Si resultara algun desvio lateral en la direccion de la mina artesiana, se corrige fácilmente, empleando dos barrenas dispuestas para que la una gire á derecha, y la otra á izquierda, por cada 3 ó $4^m,00$ de trabajo. Si la desviacion tuviere lugar en el sentido vertical, se previene en lo posible, sosteniendo por puntales la barra en el eje del ramal que se ejecuta.

3.° Que el declive descendente sea mayor de $0^m,35$ por metro. La sola precaucion que hay que tener presente, es la de impedir que las alargaderas se corran por los caballetes cuando la barrena no funciona, sirviéndose para ello del aparato figura 11, lám. II.

Las observaciones siguientes que marca el *Manual* francés, son de una grande utilidad en esta clase de trabajos. Si el terreno en que se opera fuera arcilloso, se facilita la accion de la barrena echando de cuando en cuando un poco de agua en el interior del taladro. Si algunas piedras impidiesen la marcha del barreno, bastará en unas ocasiones el dar vueltas á la barrena en sentido inverso para arrancarlas: en otras es preciso, ó por lo menos mas conveniente, el comprimir aquella contra los obstáculos citados, mientras que se tira hácia atrás la barra alargadera.

Cuando no se consiga el objeto del modo esplicado, no pasando el ramal de unos $8^m,00$ de longitud, se reemplaza la barrena por el útil de la fig. 15, lám. II, que rompe las piedras, sacándolas fuera luego por los medios ordinarios. En fin, si la profundidad del barreno fuera muy grande, se introduc-

un cartucho de 2 á 6 kilógramos de pólvora al que se dá fuego; y si aun este recurso no fuera suficiente, se establece entonces un hornillo pequeño que se atraca é inflama como diremos mas adelante.

Cuando por la naturaleza del terreno se produzcan hundimientos, se restablece en toda su estension el diámetro determinado, atracando con arcilla un poco húmeda unos $0^m,20$ ó $0^m,30$ de la longitud del barreno desmoronado, en donde se hace obrar el aparato para abrir el taladro conveniente, y el cual se continúa por unos $0^m,20$ ó $0^m,30$ mas allá del macizo artificial. Se atraca de nuevo esta última parte, se barrena en seguida, y se sigue así hasta completar la operacion indicada.

Para construir la cámara del hornillo se emplea la barrena articulada (fig. 14 lám. II), que aunque en un principio trabaja con alguna dificultad, luego lo hace sin apenas esfuerzo sensible. Cada vez que se saca fuera la barrena, se mide con cuidado la cantidad de tierras estraidas, con el objeto de poder calcular lo mas exacto posible la capacidad del hornillo, que se espresa en general por la fórmula

$$C^{\text{kilóg.}} = 2C^{\text{decímetros cúbicos de tierra.}}$$

Con el fin de facilitar el juego de la barrena articulada, se empieza por hacer uso de la cremallera (fig. 13, lám. II), que arranca las tierras del fondo del ramal. Tambien se puede inflamar un cartucho de pólvora sin atraque, para obtener el mismo resultado.

Si la barrena cesa de sacar tierras, sin que el hornillo tenga las dimensiones que se requieren, se prolonga el taladro á $0^m,30$ ó $0^m,40$ mas allá, empleando luego el mismo aparato para dar á aquel la capacidad necesaria. Este mismo sistema puede seguirse, si se quieren establecer dos ó mas hornillos, unos á continuacion de los otros en un ramal que les sea comun.

La carga se practica por un método análogo al de los contrapozos, y se les dá fuego por la cuerda porta-fuego, si se atraca el hornillo, ó por un cohete en el caso contrario. La inflamacion

por medio de la electricidad, presenta ventajas de consideracion fáciles de conocer.

El sistema generalmente seguido para el atraque de las minas artesianas, es por cilindros de arcilla de $0^m,30$ de largo y $0^m,18$ de diámetro, y que abrazan una estension igual por lo menos á la linea de menor resistencia del hornillo. El *taco-cebo* es de madera, y dispuesto de modo que inflame la carga por la accion de la salchicha ó de la cuerda porta-fuego de que se haga uso. El atacador se vé en la fig. 16, lám. II.

Para el servicio y trabajo de estas minas, bastan cinco hombres cuando la longitud del barreno no escede de $12^m,00$; pero si es mayor, entonces se emplean diez minadores, que si están bien instruidos, pueden ejecutar en buen terreno un ramal de una inclinacion de $\frac{1}{4}$ ó próximamente de

$8^m,00$. . . . . en una hora.
$15^m,00$. . . . . en dos horas.
$19^m,00$. . . . . en tres id.
y de $22^m,00$. . . . . en cuatro id.

El procedimiento ya descrito permite el establecimiento de hornillos de 200 y mas kilógramos de pólvora.

Creemos puedan encontrar su lugar aquí, las esperiencias hechas en Ipres en 1850, para aplicar los hornillos de mina horizòntales á la construccion de trincheras.

El método consiste en abrir ramales, en una direccion paralela á la trinchera que se quiere establecer, y á una distancia conveniente de la superficie del suelo; introducir luego cargas á propósito para levantar las tierras de encima, consiguiéndose así una escavacion que falta solo perfeccionar despues.

Las condiciones principales que hay que llenar son:

1.ª Que el trabajador se encuentre cubierto de los fuegos del sitiado, ó lo menos espuesto posible.

2.ª Que la construccion de los hornillos sea rápida.

Y 3.ª Que la cantidad de tierras del sólido de esplosion forme un parapeto del espesor suficiente para abrigar á los zapadores en la confeccion de la trinchera.

En las esperiencias citadas se empleó un ariete de percusion, para lograr hornillos horizontales de muchos metros de longitud, y de $0^m,07$ á $0^m,134$ de diámetro, y cuyo aparato se representa en las figuras 1.ª, 2.ª y 3.ª, lám. II. Con él se ha llegado á formar una sonda horizontal de $3^m,40$ de largo en 2 minutos á 21, segun la naturaleza del terreno, y á profundidades de $1^m,40$ por debajo del suelo natural.

En la fig. 1.ª, lám. III,

AB es la barrena.

BC cabeza de id.

EF gancho de hierro que puede correr á lo largo de *AD*, y cuyo corte se vé en la fig. 6.ª

GH disposicion de la cuerda que mantiene la vara del ariete, y que se representa en la fig. 4.ª

JK macizo de madera de encina, forrado de planchas de hierro en su frente, y reforzado con bandas y tornillos del mismo metal. La fig. 2.ª nos dá su proyeccion horizontal, y la fig. 3.ª su vista por *KK*.

MM meseta para el macizo *JK*.

La fig. 5.ª es una llave que se encaja en la parte *AD* de la vara del barreno, y que sirve para hacerla girar en un sentido ú otro, segun las necesidades del trabajo.

Los ensayos en Ipres se empezaron en una trinchera de $1^m,40$ de profundidad, en cuyo fondo se dispuso el ariete.

Una cuerda fija á la mitad de la barra de la sonda, que dos hombres tiraban en sentidos opuestos, impedia que el aparato se desviase del camino trazado de antemano. Este sistema de cuerdas no lo creemos muy acertado, y preferiríamos unos bastidores sencillos con pequeñas ruedas, sobre los cuales se

apoyase el barreno, y que unos listones laterales bastarian para evitar todo movimiento á derecha ó izquierda.

El espacio recorrido por el macizo *JK* á cada golpe era de cerca $0^m,70$. Para retirar la sonda cuando la resistencia no es grande, se hace maniobrar la llave de la fig. 5.ª, lo que facilita la operacion. En el caso contrario, se une aquella con el macizo *JK* por cuerdas, que por una marcha retrógada consigue poco á poco el objeto.

El resultado de las esperiencias de Ipres, se marcan en el siguiente estado:

Esperiencias	Naturaleza del terreno.	Longitud del barreno.	Diámetro de la sonda.	Id. de la vara de la sonda.	Peso de la sonda.	Id. del ariete.	Número de hombres.	Id. de golpes.	Tiempo empleado no incluidos los descansos.	Id. con descanso.	Tiempo empleado para retirar la sonda.	OBSERVACIONES.
1	Arcilla y arena..	3m,50	0m,07	0m,03	24k,00	70k,00	8	49	1′ 30″	1′ 30″	» 30″	Algunos ladrillos que contenía el terreno, fueron hechos pedazos.
2	Id. compactas..	3m,38	0m,07	0m,03	id.	id.	12	»	1′ 45″	3′ »	»	
3	Id. muy fuertes	2m,00	id.	id.	id.	id.	id.	»	1′ 30″	»	»	
4	Idem.	3m,40	id.	id.	id.	id.	id.	34	1′ 15″	»	»	
5	Idem.	id.	0m,108	id.	38k,00	111k,00	6	96	3′ 30″	4′ »	2′ »	
6	Idem.	3m,35	id.	id.	id.	108k,00	id.	73	»	»	»	
7	Idem.	3m,40	id.	id.	id.	id.	id.	104	»	»	»	
8	Idem.	3m,35	id.	id.	id.	id.	id.	id.	»	»	»	
9	Idem.	3m,40	0m,134	id.	id.	111k,00	id.	»	»	8′ »	»	Pasados dos meses se encontró que el barreno tenia 0m,18 de diámetro en su entrada, y 0m,125 á 0m,11 de la boca, y 0m,30 á 1m,68.
10	Idem.	3m,30	id.	id.	id.	65k,00	8	138	5′ 35″	»	»	
11	Arena casi pura y tierra muy compacta. . . .	3m,35	0m,108	id.	id.	108k,00	6	185	»	11′30″	5′ »	
12	Mezcla de arcilla y escombros de mampostería. .	2m,76	id.	id.	id.	id.	id.	234	»	»	»	
13	Escombros. . .	0m,06	id.	id.	id.	id.	id.	11	»	»	»	
14	Arena y piedra menuda. . . .	3m,55	id.	id.	id.	id.	id.	435	»	8′ 30″	21′30″	
15	Idem.	3m,40	0m,134	id.	id.	id.	id.	449	»	1′ »	10′ »	Se trabajó en una galería de 1m,20 de altura y de 1m,25 de ancho en la base, y 1m,75 en la parte superior.

El exámen de la tabla anterior, nos manifiesta que la relacion del trabajo en las esperiencias números 1, 4, 5 y 10 fué de 317 golpes de ariete en 11′ 50″, no comprendiendo los descansos, y de 1165 golpes en los números 5, 11, 14 y 15, en 54′ con descanso, ó sean 52 por término medio en cada minuto de tiempo. Los datos para retirar la barrena fueron muy variables; pero empleando tornos ó crics se puede calcular un minuto próximamente por metro corriente, para efectuar dicha operacion. Los números 1 y 4 indican que la penetracion de la sonda es proporcional al número de hombres que se dedican á su maniobra.

Tomando por unidad dinámica convencional, la impulsion que un hombre produce al ariete á cada golpe, se ha calculado la siguiente tabla para diversos terrenos, que nos dá el trabajo necesario para conseguir $1^{m},00$ de ramal.

Medios.	Número de las esperiencias, de las cuales se han deducido los términos medios.	Naturaleza del terreno.	Diámetro de la sonda.	Cantidad de unidad dinámica, por metro corriente de penetracion.	Observaciones.
A.	(1 y 4)	Arcilla y arena.	$0^{m},070$	116	
B.	(5, 6, 7 y 8)	Id. id.	$0^{m},108$	168	
C.	(10)	Id. id.	$0^{m},134$	335	
D.	(11)	Arena casi pura.	$0^{m},108$	331	
E.	(12)	Id. y escombros.	$0^{m},108$	509	
F.	(13)	Escombros.	$0^{m},108$	1100	
G.	(14)	Arena y casquijo.	$0^{m},108$	779	
H.	(15)	Id. id.	$0^{m},134$	792	

Aunque de estos resultados no puede deducirse una ley general, seria posible admitir para la práctica las dos proposiciones que siguen:

1.ª Que la penetracion de la sonda en terrenos homogéneos, es proporcional al número de hombres que manejan el aparato.

2.ª Que para un mismo terreno, pero para sondas diferentes, la penetracion es inversamente proporcional á los cuadrados de sus diámetros, ó lo que es lo mismo, que la resistencia está en razon de los cuadrados de dichos diámetros.

Segun los datos espuestos, si suponemos que se trabaja en un terreno de arena *D*, que es uno de los de peores condiciones, veremos por la tabla anterior que se necesitan 331 unidades dinámicas por metro, para un ramal de $0^m,108$ de diámetro, ó bien 510 si este fuera de $1^m,134$, que exigen 51 golpes de un ariete de 150 á 200 kilógramos de peso, por 10 hombres.

Se tendrá, por consiguiente, que para una sonda de $9^m,00$ de longitud, se emplearán 21 minutos, y 9 id. para retirar la barrena, lo que dá un total de 30 minutos.

Si se carga el hornillo horizontal á razon de 8 kilógramos de pólvora por metro, y se atraca luego, se logrará por su esplosion una trinchera de mas de $9^m,00$ de largo, y de $1^m,50$ próximamente de profundidad, que se perfeccionará en seguida, y á medida que se vaya preparando otra nueva sonda.

Aunque esta aplicacion de los hornillos de mina parece que reune las ventajas de seguridad y rapidez en la construccion de las trincheras, faltan indudablemente repetidos ensayos que determinen las cargas para cada clase de terreno, sus distancias á la superficie del suelo ó sean sus líneas de menor resistencia, y por último, las circunstancias del sólido de esplosion producido. Además el uso del ariete lo creemos embarazoso, y á pesar que los aparatos que ya hemos descrito para los contra-pozos, y el que mas adelante esplicaremos para las fogatas-humazos, no puedan llamarse perfectos, son en nuestro entender preferibles al primero.

La idea de abrir las trincheras por la mina no puede llamarse nueva; pero quizás esta, estudiada y mejorada, podrá

dar resultados grandes en los sistemas de ataque de las plazas de guerra.

Fogatas.

Distinguiremos varias clase: las fogatas sencillas, las fogatas-humazos, las pedreras, las de bombas y las de proyeccion.

Fogatas ordinarias.

En general las fogatas son hornillos de una línea de menor resistencia de 2 á 3^m,00 á lo mas. Algunas veces se establecen como los hornillos ordinarios al estremo de un ramal, mientras que en otras se construyen á cielo abierto, que despues de cargadas y atracadas se les prende fuego por los medios que indicaremos en su lugar. Las primeras exigen mucho tiempo; no sucediendo así con las segundas, que se ejecutan rápidamente, empezando por escavar un pozo á la Boule de 2 á 3^m,00 de profundidad, en cuyo fondo se coloca la carga en cajas dispuestas al efecto, si puede temerse la humedad, y á la cual se dá fuego por una salchicha que vá en su canal, embreada del mejor modo posible, y que recorre una cortadura en pendiente, hasta unos 2^m,00 por debajo la cresta del camino cubierto. Se atraca en seguida el pozo, y se rellena la cortadura apisonando las tierras fuertemente, arándose luego el terreno en una estension que pueda ocultar la situacion de las fogatas.

Como el objeto principal de estas es el causar un gran efecto moral en las tropas enemigas, es preferible el uso de la electricidad, que produce la inflamacion en el instante mismo que se desea, lo que no sucede siempre con los otros sistemas.

Cuando no se tenga á mano la brea necesaria para preparar la caja y canal de la fogata, puede emplearse en su lugar el sebo, solo que entonces es mejor el encerrar la carga en cántaros de tierra cocida. Si el terreno es muy húmedo, conviene

construir algunos conductos de desagüe, antes de rellenar el pozo, ó bien como se han ensayado en Metz con muy buen éxito, tubos de plomo de $0^m,02$ de diámetro y de $0^m,0023$ de grueso para contener la pólvora de la salchicha, y cajas forradas de dicho metal para la carga.

De una memoria del Comité de Fortificaciones, estractamos las siguientes esperiencias hechas en Metz en 1837, sobre otro género de fogatas que merecen llamar la atencion. Estas fogatas-humazos se ejecutaron á $5^m,00$ próximamente de la cresta del camino cubierto de una obra avanzada, espaciadas entre sí de otros $5^m,00$, y con líneas de menor resistencia de $1^m,30$ á $2^m,00$. El aparato empleado para su establecimiento, consistia en unas cucharas semi-cilíndricas (fig. 8.ª, lám. III), con mangos á propósito para operar á aquella distancia, desde el interior de dicho camino cubierto. Dos hombres bastan para esta clase de humazos: uno se sitúa sobre la banqueta, y hace penetrar la cuchara en el terreno, cuidando de mantener siempre la misma direccion. El segundo sobre el talud de la banqueta, coge el mango que lleva la última vara, y le vá dando vueltas en el mismo sentido, para lo que sirve el caballete que se vé en la fig. 8.ª De este modo se consigue un hornillo cilíndrico de las dimensiones que ya hemos citado, y que ambos minadores concluyen en dos horas en buen terreno, necesitando otra media hora para la carga y su atraque.

Las cargas de las fogatas fueron en Metz, de 12 kilógramos de pólvora en sacos de $0^m,15$ de diámetro. Para el atraque se empleó manojos de heno fuertemente comprimido hasta $1^m,00$ de la boca del ramal, y el resto de tepes. Los sólidos de esplosion que resultaron, tenian de $5^m,00$ á $6^m,30$ de diámetro.

La aplicacion de estos hornillos, puede ser muy ventajosa para destruir el coronamiento del camino cubierto que practica el sitiador, en los últimos periodos de su ataque, y que nos indica la fig. 7.ª, lám. III.

Fogatas pedreras.

Estas fogatas lanzan una gran cantidad de piedras, estendiendo sus efectos á distancias considerables del centro de las pólvoras.

Su disposicion consiste en una cavidad de forma determinada, abierta en un terreno virgen, en que el eje tiene la direccion del tiro que se proyecta, y en cuyo fondo se coloca la carga cubierta por un tablero en donde se amontonan las piedras. El tiro se efectúa generalmente bajo un ángulo de 45°.

Para el trazado de las fogatas, supondremos el terreno horizontal y de buena calidad, de modo que pueda cortarse hasta la profundidad de $3^m,00$ bajo un talud de $\frac{1}{4}$.

Las fogatas son en desmonte, ó en terraplen. Las primeras tienen su carga á $1^m,80$ por debajo del nivel del suelo, y habiéndose marcado su centro por una señal cualquiera, como tambien el eje de la escavacion ó línea de tiro, se trabaja del modo siguiente: Sean *P* y *aPb* (fig. 9.ª, lám. III) dicho centro y eje de la fogata. Se clavan dos piquetes *a* y *b* á $0^m,21$ y á $0^m,48$ del punto *P*, por los cuales se tiran las rectas *dd* y *ee* perpendiculares al eje *aPb*, y se toman en seguida respectivamente á uno y otro lado de este, las distancias $0^m,80$ y $0^m,50$. Sobre el mismo eje, y á $6^m,36$ de *a* se planta otro piquete *c*, se levanta la perpendicular *ff* de $4^m,00$ de longitud, y se unen sus estremos con los puntos *dd* y *ee*, resultando así dos trapecios que nos indican los límites del desmonte, ó sean la base de la fogata sobre la superficie del suelo, y la proyeccion de su fondo. Se empieza luego por escavar el sólido $g'h'g'h'$ (fig. 10), á cuya operacion se dedican cuatro hombres: otros dos, partiendo de *ff* (fig. 9.ª) van labrando un talud de $\frac{1}{4}$, con el cuidado de cortar los lados de la fogata con la inclinacion determinada por el trazado.

Cuando los cuatro primeros minadores han llegado á pro-

fundizar $1^m,32$, se estrae el prisma de tierras $g'g'k'd'$ (fig. 10) y de modo que el plano de la cabeza tenga la inclinacion de $\frac{1}{4}$, y los laterales la de $\frac{1}{2}$: se continúa despues con el macizo $k'h'e'$, haciendo que el plano $kk\ ee$ (fig. 9.ª) $k'\ e'$ (fig. 10) sea perpendicular á la línea de tiro, dándole además $1^m,00$ en cuadro. Los derrames de la fogata se unen fácilmente con su fondo.

Las tierras de la escavacion se van échando á derecha é izquierda del eje, como representan las figuras, lo que impide que la esplosion pueda tener lugar del lado de la cabeza.

El hornillo de la fogata es de forma cúbica, de $0^m,354$ de lado generalmente, que contiene una caja de madera que se embrea para resguardarla de la humedad, capaz de 25 kilógramos de pólvora. Esta carga corresponde á un hornillo ordinario de $2^m,58$ de línea de menor resistencia, ó sea próximamente triple de la de otro hornillo en que dicha línea fuese de $1^m,812$, que es el espesor mayor que puede darse á los materiales que se amontonan en el interior de la fogata.

El centro de la carga debe encontrarse siempre en el eje mismo del tiro.

El volúmen de los desmontes que ya hemos especificado, es de.	$14^m,947$
El del hornillo.	$0^m,044$
Total.	$14^m,991$

El volúmen del terraplen de la cabeza será de unos $16^m,490$, próximamente.

El tiempo necesario para la ejecucion de la fogata, es de unas doce horas, que pueden reducirse á nueve empleando hombres muy ejercitados en esta clase de trabajos.

La inflamacion de la carga se prepara, sea por medio de una salchicha, ó por el cohete porta-fuego, sea por la electricidad. Cuando interese el ocultar á la vista el aparato de dar fuego, se hacen pasar los alambres, ó la salchicha, etc., por debajo del terraplen de la cabeza de la fogata, pudiendo seguirse

el método marcado en la fig. 10, en que el punto x se halla á $2^m,00$ del plano del tablero. Si se quiere preparar el hornillo para cargarlo en un momento dado, se dispone bajo del tablero la parte inferior de una canal de madera, que termina superiormente en una especie de pozo pequeño, por donde empieza la cortadura que debe recibir la salchicha. El atraque se efectúa con sacos de tierra, ó bien con tepes apisonados. Algunas veces tambien, en lugar de la salchicha, se aplica un petardo fulminante, para conseguir la esplosion de la fogata.

Las dimensiones del tablero se ven en la fig. 10, y se construye de dobles planchas de encina cruzadas, de $0^m,15$ de espesor.

Es conveniente que las piedras sean bastante grandes, sin pasar sin embargo de unos $0^m,10$ á $0^m,12$ de lado, y lo mas regulares posible, como toda otra especie de proyectiles que se amontonen dentro de la escavacion. El talud mayor ó menor de los derrames de la fogata, ejerce sin duda cierta influencia sobre el campo de accion de la carga; pero el efecto de la esplosion depende igualmente de la colocacion que tengan las piedras. Las comprendidas en el prisma cuya base sea el tablero, son las que reciben una impulsion directa en sentido paralelo al eje del tiro: las demas son lanzadas mas ó menos oblícuamente y con fuerzas variables segun la posicion que ocupen, su volúmen y peso. Una regla fija no existe sobre el particular: no obstante, debe procurarse situar las piedras con igualdad, las mayores en el centro, y las mas ligeras en la parte superior de la carga.

El volúmen máximo de proyectiles no debe esceder de $3^m,650$ para una fogata con una carga de 25 kilógramos de pólvora, y cuyo resultado será arrojar las piedras á distancias de $90^m,00$ á $150^m,00$, cubriendo el terreno en anchuras de 20^m, á $50^m,00$.

Para calcular la carga del hornillo para otro volúmen de piedras P, se empleará la fórmula

$$C=1+6{,}66\,P,$$

en la cual si $P=0$, $C=1$ kilógramos que es la necesaria para lanzar el tablero á la distancia media admitida de 50 á 80^m,00.

Si el terreno en que se construye la fogata fuese tan poco compacto que no permitiera cortar el talud $k'd'$ (fig. 10), se reviste entonces con adobes ó tepes.

Para fogatas de menos consideracion que las anteriores, y en que el centro de las pólvoras se halle á 1^m,40 de profundidad, el tablero tiene 0^m,80 de lado por 0^m,12 de espesor, la carga de piedras es de 1^m,650, y la carga del hornillo de 12 kilógramos, cuya caja tendrá 0^m,24 de lado interior. Su ejecucion requiere nueve horas de trabajo, y el volúmen de los proyectiles se termina por una superficie cilíndrica, en que el eje horizontal pase por el centro de las pólvoras, y cuyo radio sea de 1^m,40. Si la fogata tuviera solo una carga de 4,33 kilógramos de pólvora, encerrada en una caja cúbica de 0^m,17 de lado interior, y á 1^m,00 por debajo el suelo natural, el tablero se construye de 0^m,60 en cuadro y de 0^m,10 de espesor. El volúmen de las piedras que arroja esta clase de fogata es de 0^m,50, y á un alcance eficaz de 50^m,00 á 70^m,00, mientras que el de las anteriores varía entre 50^m,00 y 80^m,00.

Cuando se dispone de buenos trabajadores, puede darse á la fogata la forma cónica, en que el eje de la escavacion tenga una inclinacion de 45°, ó de 20° á 25°, en cuyo caso se llaman rasantes. Para trazarlas sobre el terreno, se sigue un método análogo al esplicado anteriormente, teniendo presente que la base de la escavacion es una elipse, cuyo eje mayor es igual á $0^m{,}33+\frac{1^m{,}80}{a+\frac{1}{3}}$, (en que a es la pendiente del suelo segun el eje de la fogata: 0^m,33 el lado de la caja de las pólvoras, y 1^m,80 la profundidad á que se encuentra), y que para una abscisa horizontal de $\frac{1^m{,}43}{a+1}$, corresponde una ordenada de $\frac{1^m{,}50+\frac{1}{2}a}{a+1}$. Las dos generatrices del cono comprendidas en

el plano vertical que pasa por el eje, están inclinadas de $\frac{1}{4}$ la una respecto de la horizontal, y la otra de la vertical. Los derrames forman ángulos de 26° y 30′ con la línea de tiro: el tablero tiene $1^m,00$ de lado: la carga 25 kilógramos de pólvora, y el volúmen de las piedras $5^m,00$ (fig. 12, lám. III). El Coronel Leblanc dá las dos siguientes fórmulas empíricas, para conocer la carga y el lado de la caja correspondientes á una fogata pedrera:

$$L=0^m,08+\frac{h}{7,4} \text{ y}$$

$$C^{\text{kilóg.}}=1,00^{\text{kilóg.}}+4,8\ V^{\text{metros cúbicos.}}$$

L lado de la caja.

h línea de menor resistencia.

C carga.

V número de metros cúbicos de piedra que deben lanzarse.

Las fogatas de efecto rasante, exigen que se apliquen con mucha circunspeccion segun las condiciones de la obra á cuya defensa se adaptan, pues si la profundidad del foso fuese poca, ó su anchura limitada, podian dar entonces fácil acceso al enemigo en su ataque, á que debe oponerse el defensor con todos sus medios y recursos. Para que los proyectiles que aquellas lanzan no caigan en el interior de la obra, es conveniente que la direccion del eje de tiro forme con el pié de la escarpa, un ángulo cuya tangente sea de $\frac{1}{6}$ (9° 31′ 16″); y que el tablero se encuentre fuera de la prolongacion de la cara flanqueada. Como además estas fogatas se establecen en el talud de la contraescarpa, y tienen poca abertura en el sentido de la obra que defienden, el derrame interior se forma en terraplen, y sostiene un macizo (de $0^m,60$ de espesor en su parte mas alta, y de $0^m,30$ en la inferior) terminado esteriormente por el talud natural de las tierras, y de una altura de $1^m,50$ del lado de la contraescarpa, y de $0^m,50$ cerca de su estremo opuesto.

El plano de la cabeza se corta bajo la inclinacion de $\frac{2}{3}$ y los derrames de $\frac{6}{1}$.

El volúmen del desmonte de la fogata que en general es de $2^m,860$, aun con el que proporcionan los tepes del terraplen antes mencionado, no bastan para completar el macizo, que tiene unos $5^m,250$ cúbicos, y es necesario entonces tomar las tierras que falten del fondo del foso.

La ejecucion de una fogata de la especie que hemos indicado (fig. 13, lám. III), necesita nueve horas de trabajo por cuatro minadores. El volúmen de las piedras es de $3^m,00$, que se limita por una superficie cilíndrica exactamente análoga á la de las primeras fogatas, y la carga de pólvora de 21 kilógramos, la cual se encierra en una caja de $0^m,285$ de lado. La fórmula $C=1+6,66P$ se aplica tambien al caso particular que acabamos de detallar.

Fogatas en terraplen.

En muchos casos es una condicion indispensable que la construccion de una fogata pedrera se termine en poco tiempo: en otros la naturaleza del terreno ofrece graves inconvenientes para lograr desmontes de mas de $2^m,00$, y entonces es preciso seguir un camino que facilite la ejecucion, empleando un mayor número de trabajadores que en las fogatas anteriores. Esto se consigue por las fogatas en terraplen, en que el centro del hornillo se sitúa á solo $1^m,00$ de profundidad. Pero como por otro lado no puede variarse el tipo de $1^m,80$, para el espesor de las tierras que han de cargar sobre las pólvoras, se forma la escavacion ficticia que vamos á esplicar.

Supongamos que P (fig. 1.ª, lám. IV), sea la proyeccion sobre el suelo del centro de la carga, y aPb el eje de la fogata. Se planta un piquete a á $0^m,06$ de P y este punto nos marcará el medio de la interseccion del plano de cabeza con el terreno. En seguida se sitúan otros dos piquetes b y c á $0^m,48$ y á $4^m,17$ de P, y por los tres puntos a, b, c se levantan perpendiculares al eje, tomando respectivamente á uno y otro lado las distan-

cias $0^m,63$, $0^m,50$ y $1^m,25$, uniendo por último las estremidades *ff*, con *dd* y *ee*. De este modo se tiene el límite de la escavacion de la fogata, y la proyeccion horizontal de su fondo.

Se traza luego la cuneta *M* (figuras 1.ª y 2.ª) describiendo desde *P*, como centro, cuatro arcos de círculo con radios de $4^m,00$, $4^m,50$, $5^m,25$ y $5^m,50$, y la cual debe tener $1^m,00$ de profundidad, y $1^m,50$ de ancho en su parte superior. La fig. 1.ª nos representa cómo se reparte el trabajo entre los diez y seis minadores que se destinan á su construccion.

Una parte de las caras y del plano de cabeza de la fogata, se revisten por faginas, adobes ú otro material cualquiera, que en las figuras 1.ª, 2.ª y 3.ª, lám. IV, se suponen ser zarzos, que sostienen el terraplen bajo un talud de $\frac{3}{4}$ en *R'* (fig. 2.ª) y de $\frac{5}{4}$ en los derrames, dejando una pequeña banqueta de $0^m,05$ en los bordes del trazado. Al empezar á apisonar las tierras que se sacan de la escavación de la fogata y del foso, se mantiene provisionalmente el zarzo de la cabeza por dos piquetes inclinados á $\frac{3}{4}$, y en seguida se cubren con tepes los claros entre este y los zarzos laterales, que fijan nueve minadores en su posicion, por medio de tirantes como se vé en la fig. 1.ª

En la fogata se arranca primero el prisma *g'g'h'h'*, y sucesivamente los *g'g'k'd'*, *k'k'e'* y *f'h'h'*.

Cuando el terraplen tenga ya los $\frac{2}{3}$ de la altura de los zarzos colocados, se sitúan los superiores siguiendo las inclinaciones ya marcadas. La carga máximum es de 25 kilógramos, que corresponde á la de un hornillo ordinario de $2^m,58$ de línea de menor resistencia, cuyo radio de rotura horizontal seria de $4^m,52$, que es próximamente la distancia de la cuneta al centro de las pólvoras.

El cálculo de los desmontes y terraplenes de esta especie de fogatas, es el siguiente:

Escavacion de la fogata. . .	$4^m,389$	cúbicos
Idem del hornillo.	$0^m,044$	id.
Idem del foso circular. . . .	$23^m,940$	id.

que dá un total de $28^m,373$ cúbicos, ó sea un volúmen total de terraplen $31^m,210$.

El tiempo para concluir estas fogatas es de

3 horas por 25 hombres y
6 id. 12 id.

y sus efectos son idénticos á los de las fogatas en desmonte.

El Coronel Leblanc ha imaginado la forma de la fig. 4.ª y 5.ª, lám. IV, para arrojar de 3 á $4^m,00$ cúbicos de piedras con cargas de 25 kilógramos y que ofrecen la ventaja de una pronta ejecucion. El revestimiento se efectúa con tablas; la caja para las pólvoras, tierras de terraplen, etc., se disponen como en las fogatas de las figuras 1.ª, 2.ª y 3.ª, lám. IV.

Cuando una fogata hace esplosion en buen terreno, es fácil repararla y cargarla de nuevo para darle fuego por segunda vez. Se consigue revistiendo el interior con un doble órden de planchas de madera de $0^m,05$ de espesor, que se crucen á ángulo recto, y colocando el centro de las pólvoras á la misma profundidad que anteriormente, pero con un aumento de $\frac{1}{4}$ en la carga para compensar la menor resistencia que ofrece el suelo. Si se tratara de repetir otra vez la operacion, se presentan ya tales inconvenientes y pérdida de tiempo, que es preferible el construirlas de nuevo.

Sin embargo, hay circunstancias que es muy útil el poder practicar varias cargas sucesivas en una misma fogata, y en Francia se han hecho diferentes esperiencias con este objeto, que vamos á reseñar.

El principio general de que se ha partido, es el colocar en el fondo de la escavacion un asiento muy resistente de tablones de encina, al cual se fija una caja de fundicion de hierro para contener la carga. Los derrames, de planchas de madera dura, capaces de resistir la esplosion de la fogata, se unen al asiento anterior por fuertes charnelas de hierro. En los ensayos efectuados en Montpellier, se prepararon cajas de fundicion de la forma de un morterete á la Gomer, capaces de unos 3 kilógra-

mos de pólvora: su asiento tenía $0^m,70$ de longitud por $0^m,22$ de grueso, y las tablas de los lados $0^m,05$ de espesor (fig. 6.ª, lám. IV). El peso total del aparato era de 475 kilógramos.

Cinco esplosiones sucesivas tuvieron lugar:

la 1.ª con $1^k,00$ de pólvora, y una carga de $\frac{3}{16}$ de metro cúbico de piedras.

la 2.ª	$1^k,50$	id.	id.	$\frac{3}{16}$	id.
la 3.ª	$2^k,00$	id.	id.	$\frac{2}{8}$	id.
la 4.ª	$1^k,50$	id.	id.	$\frac{3}{16}$	id.
la 5.ª	$2^k,00$	id.	id.	$\frac{2}{8}$	id.

Larga de $2^k,00$ fué la que dió mejores resultados; y los alcances variaron entre $50^m,00$ que se logró en un principio, á $38^m,00$ en el último disparo. La operacion para preparar la fogata, empleó unos 8 á 12 minutos de tiempo, aunque se reconoció despues de varios tiros, que las charnelas del fondo habian sufrido mucho, y que la forma de la escavacion no era ya la primitiva.

En la Escuela de Arras, deseando evitar los males que pudiera traer el que descansen las piedras sobre el revestimiento de la fogata, se ha hecho uso de una caja para contenerlas, cuya base se apoyase sobre el tablero de proyeccion. Una simple modificacion de esta idea, seria, como propone el General Boutault, el colocar una caja parecida sobre la boca del morterete, y en que el tablero mismo formase parte de aquella, y sus lados tuviesen la inclinacion de los derrames, como se representa en las figuras 7.ª y 8.ª, lám. IV. Por este sistema con cargas de $2^k,00$ se han arrojado $\frac{2}{8}$ de metro cúbico de piedras á $38^m,00$ y $42^m,00$. Para prevenir las desviaciones que sufre el asiento, por la disposicion de la fig. 8.ª, se ha adoptado posteriormente la de la fig. 7.ª No debe olvidarse el rodear la caja y el morterete de tierras bien apisonadas.

Para obtener efectos de mayor consideracion en las fogatas que ya hemos descrito, y cuyas cargas se calculan por la fórmula

$$C=1+6{,}66\,P,$$

pueden estas aumentarse hasta el límite espresado por

$$C=1+10\,P,$$

del cual no parece conveniente el pasar. Los alcances son casi dobles que los que dan las cargas ordinarias; pero se pierde la ventaja de adaptarlas para una segunda esplosion, pues la escavacion queda deshecha completamente.

Fogatas rasas.

Las fogatas rasas se aplican á la defensa de las obras de campaña, glácis, caminos cubiertos y brechas de las plazas. El tiro se efectúa bajo una inclinacion de 56° 22′, y se exige un terreno consistente para su establecimiento. El centro de las pólvoras se coloca á $2^m,00$ de profundidad, como máximo. Su construccion requiere ocho horas, y 4 minadores. El tablero tiene $1^m,00$ de lado por $0^m,15$ de espesor.

Su disposicion general, y método para darles fuego, etc., son idénticos á los empleados para las demas fogatas, solo que como debe disimularse su situacion, se rellenan de tierras sin apisonar, para que la accion de la carga se ejerza del lado en que se hallan las piedras, y las cuales se arreglan de modo que su altura total sea mayor que el ancho.

La carga del hornillo para una fogata de esta naturaleza es de 25 kilógramos, con $2^m,400$ cúbicos de piedras, que terminan en su parte anterior, por un plano que pase por la traza del de cabeza con el suelo, y por un punto tomado en el fondo á $\frac{1}{8}$ la distancia que media desde el centro de las pólvoras al terreno.

La fórmula general para calcular las cargas, es

$$C=1+10\,P,$$

y los alcances varian entre 25 á $40^m,00$.

Para prevenir que puedan caer algunos proyectiles del lado posterior de la fogata, basta el retrasar la caja del hornillo para aumentar su linea de menor resistencia, sin disminuir

por esto la proyeccion anterior. Segun las esperiencias recientes hechas con estas fogatas, resulta que es suficiente en los terrenos menos favorables, dar un esceso de $0^m,30$ á la línea de menor resistencia que debieran tener, si se construyeran por los métodos ordinarios. Las fogatas rasas con cargas enterradas á $2^m,00$, requieren $6^m,500$ cúbicos de tierras para llenar su escavacion.

Si aquellas fueran de dimensiones mas reducidas, los datos siguientes bastarán para su ejecucion:

Líneas de menor resistencia.	Carga del hornillo.	Volúmen de piedras.	Horas de trabajo para su conclusion.
$1^m,60$	$13^k,50$	$1^m,250$	7 por 3 hombres.
$1^m,30$	$7^k,67$	$0^m,667$	5 por id.
$1^m,00$	$4^k,33$	$0^m,333$	4 por 2 id.

Fogatas de bombas.

Una bomba ó varias reunidas, cargadas y enterradas á $1^m,00$ generalmente, y á las cuales se les dé fuego por una salchicha ú otro medio, producen fogatas muy temibles por los cascos que lanzan al esterior. Sea que las bombas se preparen para reventar dentro del terreno, ó fuera, se emplea siempre una caja dividida en dos partes para su colocacion, y á cuyo fondo viene á parar la salchicha en el primer caso, llenándose de la pólvora necesaria para abrir una escavacion en el segundo.

La tabla siguiente nos basta para guiarnos en la construccion de las fogatas de bombas:

Clase de bombas.		Carga de la bomba llena.	Carga para hacerla reventar.	Profundidad de la carga completa para producir una escavacion.
Calibre.	*Peso.*	*Kilógramos*	*Kilógram.*	
$0^m,168$	$11^k,25$ á $12^k,23$	$0^k,69$	$0^k,36$	$0^m,704$
$0^m,224$	$22^k,02$ á $23^k,01$	$2^k,10$	$0^k,51$	$0^m,128$
$0^m,280$	$50^k,90$ á $52^k,86$	$5^k,19$	$1^k,49$	$1^m,650$
$0^m,286$	$75^k,37$ á $77^k,82$	$8^k,83$	$2^k,59$	$1^m,974$
$0^m,498$	$259^k,91$	$24^k,95$	$6^k,22$	$2^m,654$ á $2^m,961$

Minas de proyeccion.

Se llaman minas de proyeccion, los hornillos que arrojan grandes masas de pólvora, cuya esplosion se verifica en el momento de su caida. Las fogatas dan un medio de lograr el objeto, como vamos á esplicar. Se empieza por trazar un rectángulo *ABCD* (fig. 9.ª, lám. IV) y se escava luego segun el perfil de la fig. 11, con una anchura *AB* ó *CD* suficiente para el paso de un tablero inclinado á 45°, y que soporta el barreno lleno de pólvora *P*; *LL* es el eje de tiro.

Si el terreno es firme, los planos *AB*, *AC* y *BD* son verticales: pero si las tierras fuesen ligeras se cortan en talud de $\frac{1}{4}$ poco mas ó menos (figs. 10 y 12, lám. IV).

Al construir la escavacion se principia por arrancar el sólido *abdc* (figs. 11 y 12), en donde *bd* es igual á 1,414 *p*, llamando *p* la altura del tablero, que es tambien el diámetro del barril *P*, y se continúa despues con el prisma triangular *bed*, de modo que *be* sea perpendicular al eje *LL*, y *ed* á *be*. El plano *dc* tiene una inclinacion un poco mayor que 45°, haciendo $d'c=0^m,25$. Se presenta en seguida el tablero para comprobar su buena disposicion, y en el centro de su asiento se abre la

caja rectangular *gkmn*, para situar la carga del hornillo, cuya inflamacion se asegura contra los efectos de la humedad, ó bien por una salchicha embreada, ó por un tubo de plomo de $0^m,013$ á $0^m,02$ de diámetro interior, dispuestos como en las fogatas pedreras. Tambien puede adoptarse con ventajas la electricidad.

En las esperiencias hechas con estas minas de proyeccion, se ha fijado que la mejor profundidad *gk*, es la del doble del lado de la caja de las pólvoras, atracándose luego con tepes el vacío *gx* entre esta y el tablero. Al colocar el barril se hace con su espoleta hácia arriba, y para asegurar la esplosion del hornillo en direccion del eje, se forma el terraplen *Fyy* revistiendo con tepes el talud *Fy*. La línea de menor resistencia de la carga, se determina por la que correspondiese á un hornillo ordinario del mismo número de kilógramos de pólvora.

Mejor que barriles, debieran usarse grandes esferas huecas de hierro; pero su coste podrá ser un inconveniente. En los ensayos de la Escuela de Metz con bombas de $0^m,595$ de diámetro interior, y $0^m,03$ de espesor, capaces de 100 kilógramos de pólvora, las cargas fueron de 5 á 5,5 por 100 del peso del proyectil y tablero, consiguiéndose resultados muy satisfactorios. Con envolventes de fundicion de $0^m,50$ de radio y $0^m,05$ de espesor, podrán lanzarse unos 500 kilógramos de pólvora, cuyos efectos serán terribles.

Con barriles de 400 kilógramos de capacidad, reforzados por cinchos de metal y con pellejos, para evitar además que se inflamen por la esplosion del hornillo, se obtuvieron en Metz alcances de $390^m,00$ con cargas de 34 kilógramos y líneas de menor resistencia de $2^m,55$ en terrenos de buena arcilla. La disposicion de la salchicha con que se dió fuego á la mina y á la espoleta, se vé en las figs. 11 y 12. El barril al estallar, produjo una escavacion en el terreno de $5^m,50$ de diámetro por $1^m,30$ de profundidad. Mutiplicados hechos tienden á probar, que cantidades tan considerables de pólvora destruyen

toda mampostería comprendida en un radio igual á diez veces el de la masa esplosiva. Se concibe, pues, qué aplicacion pueden tener estas minas para el ataque de puestos atrincherados.

En las esperiencias citadas de Metz, se establecieron las reglas y observaciones siguientes:

1.ª Que los barriles deben colocarse en el sentido de sus aristas sobre el tablero, y nunca por una de sus bases, pues esta desaparece completamente en el momento de la inflamacion del hornillo.

2.ª Que los barriles que usa la artillería resisten muy bien para alcances de 200^{m},00, reforzándolos con aros de madera, doblando los fondos, y envolviendo el todo por pellejos mantenidos sólidamente por un tejido de cuerdas.

3.ª Que las desviaciones horizontales en los tiros fueron pequeñas, no pasando en general de 6 á 8^{m},00 para distancias de 300 á 400^{m},00.

Y 4.ª Que la relacion entre los pesos de la carga y el del barril lleno, no es constante para masas diferentes, ni tampoco para terrenos distintos, siendo los mismos los demas da- Cuanto mas consistente es un medio, menos debe aumentarse la carga para lograr los mismos resultados.

Con esta especie de minas pueden arrojarse tambien un cierto número de bombas á la vez, puestas simétricamente sobre el tablero. De esta manera se han obtenido alcances de 600 á 800^{m},00.

Petardos.

En las demoliciones y en los ataques por la mina, se emplea con frecuencia una caja ó morterete de bronce lleno de pólvora, al que se dá el nombre de petardo (fig. 1.ª, lám. V) y que lleva una espoleta para prenderle fuego. Este se fija por pernos de hierro á un tablero cuadrado de madera, fig. 1.ª (*b*), que tiene dos asas para facilitar su transporte.

La espoleta, que es de bronce tambien, fig. 1.ª (*a*), se prepara con un doble estopin, y una composicion formada de

Polvorin. . . . . 2 partes
Salitre. . . . . 2 id. y
Azufre. . . . . 1 id.

La carga del petardo se compone de pólvora, de una mezcla de dos partes de cera y una de resina, de madera, etc., ó toda otra sustancia inflamable, dispuestas como vamos á indicar. Se echa primero en su fondo una capa de pólvora bien esparramada de 0^m,04 de espesor, se comprime luego fuertemente, y se coloca de nuevo otra segunda capa, continuándose esta operacion hasta unos 0^m,02 de la abertura inferior. Se pone en seguida por encima una hoja de papel circular del diámetro de la base, y despues otras tres de tela de algodon, de hule ó carton, y en su defecto un disco de madera, cubriendo el todo por otros dos espesores de tela; pero cuyas dimensiones sean las del rebajo del tablero en que descansa el aparato fig. 1.ª (*d*). Para que el petardo quede perfectamente cerrado, se hace uso del mastic que ya hemos indicado. El tiempo empleado en estos detalles es de una media hora para cargas de 6 á 7 kilógramos de pólvora.

Un petardo capaz de solo una carga tercio de la anterior, destruye completamente una puerta de 0^m,12 de grueso, y para fijarlo se necesitan dos minutos, lo que se efectúa por medio del instrumento que representa la figura 2.ª, lám. V. Efectos análogos se obtienen por bombas de 0^m,27 á 0^m,32 de diámetro llenas de pólvora, ó por pellejos con cargas de 22,6 kilógramos de la misma materia esplosiva: con 45 kilógramos de pólvora se abre brecha en una estacada de 0^m,05 de escuadría.

Se construyen tambien petardos cúbicos de madera de encina, de 0^m,210 de lado interior y 0^m,250 esteriormente. En el centro de una de sus caras se atornilla una espoleta de 0^m,038 de ancho en la cabeza, y que sobresale unos 0^m,015, como se vé

en la fig. 3.ª, lám. V, la cual además manifiesta claramente las demas partes del aparato. La carga ordinaria no suele pasar de 9 kilógramos de pólvora.

Cuando se deseen resultados de alguna consideracion, se disponen dos ó mas petardos de esta naturaleza, cuidando de compasar los fuegos por los métodos generalmente conocidos.

Las esperiencias hechas en Saint-Maur en 1848, probaron que un petardo cúbico con 9 kilógramos de pólvora, aplicado al pié de un muro de $0^m,60$ de espesor de muy buena mampostería, abria una brecha de $1^m,10$ de ancho y de $0^m,70$ de alto. El trabajo de sólo un minuto, bastó para dar á aquella las dimensiones de $1^m,90$ por $1^m,30$: y que un saco de tela ó pellejo con 20 kilógramos de pólvora, en las mismas condiciones que el caso citado, pero apuntalado con siete ú ocho sillarejos, producia una abertura de $1^m,70$ de alto por $2^m,00$ de ancho.

Llámanse igualmente petardos, pequeños hornillos cilíndricos que se establecen en terrenos muy duros, ó en la mampostería, cuando su demolicion es muy difícil con las herramientas comunes.

Para taladrar el petardo se hace uso de una barrena de mina de $0^m,60$ á $1^m,00$ de longitud, y cuyo peso no pasa de 3 á 6 kilógramos. Si la profundidad del hornillo es mayor de $0^m,40$ á $0^m,50$, entonces se emplea la barra de mina que tiene $1^m,30$ á $2^m,00$ de largo. En ambos casos se cuida que el ramal sea circular, limpiando á menudo dichos útiles con la cuchara llamada de minador. Para cargar el petardo, se vierte la pólvora en su interior hasta una altura que depende de la clase del terreno, y de los efectos que se quieran producir. Los datos que presentan las esperiencias hechas en Montpellier en diversas épocas, son: primero, que para profundidades de $0^m,15$ á $0^m,35$, conviene siempre el ejecutar un atraque sólido, y que la carga para el primer caso, no debe bajar de una longitud de $0^m,05$, ó sea de 0,11 kilógramos para un diámetro de $0^m,05$ que proporciona la barrena de mina; segundo, que de

$0^m,15$ á $0^m,35$ se puede reducir gradualmente la carga de $\frac{1}{3}$ á $\frac{1}{4}$ de la profundidad, cuando esta aumenta, conservando el mismo atraque ya indicado; tercero, que de $0^m,35$ á $0^m,60$ la carga puede disminuir de $\frac{1}{4}$ á $\frac{1}{5}$, y efectuarse el atraque con arena apisonada; cuarto, que una mezcla en la carga de $\frac{1}{4}$, formada de $\frac{1}{3}$ de aserrin de madera y $\frac{2}{3}$ de pólvora, divide en grandes trozos las mamposterías en que juegue el petardo, y que una proporcion semejante en la carga de $\frac{1}{3}$, arranca las piedras en pedazos mas pequeños, pero que son arrojados á distancias mayores que en el caso anterior (1).

Si se comparan estos resultados con las reglas establecidas para las cargas de los hornillos ordinarios, que son proporcionales á los cubos de sus radios de esplosion, veremos que no existe analogía alguna; y la causa estriba sin duda, que para un petardo de poca longitud, el atraque, y frecuentemente el terreno, ceden con facilidad á la accion de los gases, mientras que para los de cierta profundidad el atraque resiste mejor, y permite á la fuerza espansiva de la pólvora el desarrollarse mas completamente, antes de producir la rotura del medio en que se encierra.

El General Bourgoine dá la fórmula $C=\frac{1}{4}h^3$ para la esplotacion de canteras, en que C es la carga en gramas, y h la profundidad del petardo en decímetros.

El atraque de los petardos se ejecuta la mayor parte de las veces con greda bien apisonada, habiendo colocado antes la aguja que deja una canal interior, para prender luego á la carga. Si se quiere mayor consistencia, las últimas capas de aquel material se mezclan con trozos pequeños de ladrillo, ó con grava gruesa calcárea. La tierra vegetal puede sustituir la greda sin inconveniente alguno. Para inflamar la carga, se llenan de polvorin la canal en el atraque, y la taza ó concha

(1) Se estima igualmente que 0,50 kilógramos de pólvora, mezclada con aserraduras de madera, puede elevar $1^m,00$ cúbico de roca.

en que termina superiormente, dándole fuego con un *fraile*.

Hemos iniciado anteriormente los atraques con arena muy seca y fina: en este caso las esperiencias han probado que las cargas deben aumentarse un poco de los tipos ya fijados. Como el uso de la aguja no es posible con la arena, se introducen en el ramal del petardo, al propio tiempo que la carga, unos canutos de paja que forman el cebo, ó bien de papel que ofrezca alguna resistencia. En Grenoble se emplea un método muy económico, y que consiste en un canuto de paja de $0^m,05$ á $0^m,07$ de longitud, cuyo estremo superior se remacha, y se apoya en la taza de la canal del atraque. Se llena este cebo de polvorin, y desde un principio cae sobre la carga, á la que dá fuego. Otro medio sencillo seria, un estopin ordinario que descienda hasta las pólvoras, á través de canutos de paja metidos unos dentro de otros.

El sistema general de construccion de los petardos, aplicados á la esplotacion de canteras, no puede llamarse perfecto, pues las cargas se disponen en posiciones desacertadas, y no guardan tampoco relacion con la naturaleza del terreno, ni resistencias que hay que vencer. La fórmula propuesta por el General Burgoine $C=\frac{1}{4}h^3$ exige que la direccion del barreno se encuentre en sentido de las líneas de menor resistencia, y si esto no es factible, que los atraques sean muy fuertes, calculando las cargas de modo que su accion se produzca con toda su fuerza en el interior de la roca.

Como el abrir petardos de gran diámetro trae inconvenientes graves, se agranda el hornillo en su fondo por diversas esplosiones sucesivas, ó por medio de los dos aparatos recientes que vamos á describir. El primero, en uso en Inglaterra, se compone de un tubo de platino con pequeños agujeros, de $0^m,30$ de largo, y que se une á otro tubo de hierro de una longitud proporcionada á la profundidad del barreno.

Se llena el todo de carbon de piedra encendido, y aplicando un fuelle en la estremidad superior, se produce un calor

intensísimo á través de las aberturas del tubo de platino, que reduce á polvo la roca de la base del petardo.

De tiempo en tiempo se retira el aparato, y se vierte una poca de agua que agranda el taladro: y se continúa así, hasta lograr las dimensiones que se desean. El segundo, consiste en una barra *AB* (figs. 5.ª y 6.ª, lám. V) de 2 á 3^{m},00 de largo, y que termina en una especie de paleta *BI* con dos ranuras interiores, y cuyo fondo lo constituyen dos planos inclinados acerados. Uno de estos se vé en *GV*: el otro se halla simétricamente colocado en la parte posterior.

Al pié de la paleta hay dos botones *I* que siguen las correderas *IJ* en la superficie plana de las dos cuchillas *CD* y *EF*, fuertemente aceradas, que giran alrededor de *M*.

Para servirse de este aparato, se introduce en el interior del petardo en la disposicion de la fig. 6.ª, y se golpea luego el estremo *A* de la barra *AB*, por cuyo esfuerzo van separándose las cuchillas, desgastando poco á poco el terreno, como nos indica la fig. 5.ª Las ventajas principales que proporciona el instrumento son: primero, que el polvo y resíduos se depositan en la parte inferior de la cavidad *DCEF*, que se retiran despues por medio de una cuchara de minador; y segundo, que la forma del hornillo es muy á propósito para permitir que la carga obre eficazmente.

Las barrenas descritas se clasifican por números, segun la magnitud de la escavacion que han de labrar: las menores pueden abrir hornillos de unos 0^{m},15 de diámetro.

Fáciles de concebir son los felices resultados que proporcionarán los métodos indicados, y mas aun si se adopta para la inflamacion de las cargas la electricidad, por uno cualquiera de los medios de que hemos tratado en nuestro trabajo separado, sobre asunto tan importante.

Se ha propuesto tambien para aumentar los efectos de los petardos, el dejar un vacio entre la carga y el atraque.

Sucede con frecuencia el tener que deplorar consecuencias

funestas en esta clase de trabajos, debidas la mayor parte á la inesperiencia ó á la falta de cuidado. El atacador de hierro en terrenos siliceos, produce chispas que pueden inflamar la carga: en casos semejantes debe aquel armarse con cantonera de cobre, y la aguja construirse del mismo metal. El fraile y los otros métodos esplicados para la inflamacion son peligrosos, y debieran sustituirse siempre por la electricidad ó por la salchicha de Bickford, que se forma de una envuelta embreada de hilos cruzados en hélice, de cáñamo y de algodon, y en cuya ánima vá el polvorin. Su diámetro es de 0^m,004 á 0^m,005. La velocidad media de su combustion, es de 95 segundos por metro corriente; pero es mucho mas lenta, cuando la salchicha se encuentra comprimida por el atraque. La humedad ataca algo el polvorin, si no se reviste la envuelta de la composicion siguiente:

8 partes en peso. . . . de pez,
1 id. id. . . . . cera,
y 1 id. id. . . . . grava,

ó bien por dos ó mas capas de gutta-percha.

El tiempo necesario para terminar un petardo ordinario, de 0^m,10 de profundidad y de 0^m,055 de diámetro, es de 20 minutos próximamente, por 3 hombres trabajando en un terreno de roca de dureza media, y de 30 minutos, en uno muy duro. Para el atraque y colocacion del cebo, en barrenos de 0^m,35 á 0^m,60 de longitud, se emplean de 5 á 6 minutos, si el primero es de arena, y de 15 á 20 si fuera de greda ó grava.

Petardos debajo del agua.

La única precaucion que hay que tomar para que las pólvoras no se mojen, es el encerrarlas en un cilindro de cobre ú otro metal, y darles fuego sea por la electricidad, sea por otro

medio adecuado al objeto. Otras veces se construye una ataguía, y en seguida un pozo donde se establece el hornillo.

En terrenos que existan grandes filtraciones, conviene colocar la carga en un saco ó pellejo perfectamente impermeable, la que se inflama por el uso de la salchicha de Bickford preparada como ya hemos dicho, ó bien por la salchicha porta-fuego de que trataremos en la cuarta parte. Por último, se acaban de ensayar en Argel, con toda satisfaccion, unas nuevas minas submarinas, para hacer desaparecer grandes bajos de roca, que obstruyen la entrada del puerto. Sobre estos mismos obstáculos se situan una ó várias jarras de 50 ó 60 litros de capacidad, llenas de pólvora, á las que se dá fuego por la electricidad. La columna de agua superior llena el papel del atraque ordinario, y tiene una altura media de $10^{m},00$ próximamente. El efecto de cada jarra, ha sido el arrancar de 5 á $6^{m},00$ cúbicos de roca.

PARTE CUARTA.

Inflamacion de hornillos, y sistemas de ventilacion de las galerías.

Inflamacion de hornillos.

Poco nos estenderemos en los métodos mas usados para dar fuego á los hornillos de mina, pues nuestro *Manual* detalla suficientemente los conocidos bajo el nombre del *Fraile*, caja de Boule, y cohete porta-fuego, que aunque defectuosos y con inconvenientes, son, sin embargo, preferibles al raton, petardo fulminante y batería fulminante.

Indicaremos además dos clases de salchichas que hasta el presente han cumplido muy bien su objeto, tanto en los casos ordinarios, como en los hornillos que por las filtraciones en el terreno, ó porque se hallen bajo del agua, requieren precauciones especiales para su inflamacion. Aquellas son, la salchicha de Bickford, y la salchicha porta-fuego del Capitan

Larivière. En la parte tercera, al tratar de los petardos, manifestamos ya la composicion y manera de preparar la primera, cuando pudiera temerse que la humedad atacara al polvorin: nos queda solo el sentar dos resultados importantes, como consecuencia de las esperiencias hechas en Francia con esta clase de salchicha. Dijimos en su lugar, que la velocidad media de su combustion era de unos 95 segundos por metro, cuando ardia libremente. Si por el atraque ú otra causa cualquiera se comprime el polvorin, entonces aquella velocidad disminuye en una proporcion sensible, pues $0^m,50$ de salchicha amplean unos 55 segundos para consumirse. Lo mismo sucede con la humedad, sino se evitan sus efectos, pues $1^m,00$ de salchicha sumergido en el agua por 15′ tarda en arder 6′ 40″, y á la media hora de inmersion 8′ 30″.

La salchicha porta-fuego Larivière, se compone de unas mechas de estopin envueltas en una tela impermeable, y revestido el todo por un tejido de bramante muy fuerte. El coste de su fabricacion sale á 0,50 francos por metro corriente, y dos obreros pueden construir en un dia de trabajo, de 150 á 200 metros.

Los estopines de la salchicha se forman con 5 hebras de algodon fino, sumergidas por unas 15 horas en vinagre muy fuerte, y despues en agua hirviendo con salitre, ó bien en una disolucion de 30 gramos de alcanfor en 1 litro de aguardiente. En seguida se les dá una capa de una pasta de polvorin con aguardiente, que contenga en disolucion cada litro, 45 gramas de goma arábiga ó de cola fuerte. Se empieza luego por preparar una disolucion de caoutchouc en esencia de trementina, por los medios ordinarios, con la cual se van dando diferentes capas al tejido esterior de la salchicha. Para conseguir una composicion perfectamente impermeable, se mezclan 0,50 kilógramos de la pasta anterior, con 0,125 kilógramos de cera blanca que se disuelve en frio en la menor cantidad posible de esencia de trementina: luego se añade al todo 1 kilógramo de

aceite de lino secante, que puede obtenerse tomando

102,50 de aceite de lino comun,
3,15 de sulfato de zinc,
y 6,30 de protóxido de plomo,

que se hacen hervir á un fuego lento é igual, por espacio de unas cuatro horas y media.

Las esperiencias principales á que se ha sometido la salchicha Larivière, demuestran que posee las propiedades siguientes:

1.ª El fuego se comunica con una velocidad tal, que hace instantánea su inflamacion para longitudes de $20^{m},00$.

2.ª Los gases que se desprenden son casi insensibles, cuando la salchicha se cubre con tierras en la misma galería.

3.ª Para su uso, no se necesitan establecer canales de ninguna especie.

4.ª Se presta con gran facilidad al compasamiento de fuegos.

5.ª Puede sumergirse por muchas horas en el agua, y aun por 15 ó mas dias, sin temor de que sufra avería alguna.

6.ª No está espuesta á accidentes por una imprudencia casual, lo que permite ejecutar el atraque con los sistemas ordinarios de alumbrado, sean candeleros, linternas, etc.

7.ª Su flexibilidad es muy grande, así como su solidez.

Y 8.ª Que no se rompe por el efecto de esplosiones próximas, requiriendo muchas menos precauciones en su colocacion que la salchicha ordinaria (1).

Para dar fuego á la salchicha de que tratamos, deben ponerse á luz los estopines de la cabeza, y aplicarles un lanzafuego, una caja á la Boule, ú otro medio á propósito.

---

(1) Esta salchicha, cuya construccion es tan conocida, arde á razon de $8^{m},50$ por segundo, en una canal cerrada.
de $5^{m},35$ id. en id. no cerrada.
y de $3^{m},48$ id. colocada al aire libre.

Los sistemas y métodos seguidos para la inflamacion de los hornillos de mina por la electricidad, los hemos ya especificado en un trabajo á parte, por lo que omitimos dar sus detalles (1).

Sistemas de ventilacion de galerías.

Cuando se establece un sistema completo de minas, tanto defensivas como ofensivas, es preciso cuidar de su ventilacion, pues aun en las circunstancias mas comunes, cuando la longitud de las galerías pasa de cierto límite, el aire se rarifica de tal modo, que no es posible seguir los trabajos. Diferentes son los métodos permanentes que se adoptan para tales casos, y que todo Ingeniero conoce: solo haremos mencion, por consiguiente, de algunos mecanismos empleados modernamente y con resultados satisfactorios, para lograr una corriente de aire puro que vaya sustituyendo sucesivamente al aire viciado, que se precisa que pase al esterior.

Los aparatos á que haremos referencia, son el ventilador del General Boutault, y el de Mr. Lewis usado en Inglaterra.

El primero, consiste en un árbol horizontal que lleva un juego de aletas ligeras, que giran rápidamente por el movimiento que se imprime al eje citado por una cuerda sin fin, y que se arrolla á un pequeño torno que un solo hombre maneja con toda facilidad. El sistema de aletas entra en el interior de una caja cilíndrica de $0^m,40$ de alto, por $0^m,95$ de diá-

(1) Hemos tenido ocasion últimamente de ver en Viena, una salchicha instantánea formada de una cubierta impermeable de gutta-percha de un diámetro muy pequeño, rellena de la siguiente composicion fulminante:

$$KO_2,\ Cl.\ O_6 \quad \text{y} \quad Cy_3\ C_2\ Fe,$$

en partes iguales. El carbon puede sustituirse por Pl_2. La salchicha produce una gran detonacion al dársele fuego, y una gran cantidad de humo, que en ciertas ocasiones podrá ser un grave inconveniente en su aplicacion.

Con la misma composicion se construyen cebos muy sensibles á la accion de la electricidad.

metro, y en donde tienen lugar dos corrientes, de aire bueno la una, que penetra por un conducto ó manga central, y otra de aire viciado, que se escapa por una abertura tangente á la base del aparato. Fácil es conocer que la ventilacion de la galería podrá obtenerse, bien sea por aspiracion, bien sea por impulsion, pues á ambos métodos se presta el mecanismo, aunque el último debe ser el preferible.

El aparato de Mr. Lewis, que representan las figuras 7.ª y 8.ª, lám. V, consta de un tambor de palastro ú otro material á propósito, en cuyo centro giran dos grandes aletas, que un minador pone en movimiento por el juego de dos ruedas, diferenciándose por consiguiente muy poco del ventilador anterior, y que por lo demas obra de un modo enteramente análogo.

Brechas y demoliciones por la mina.

Una de las principales aplicaciones de las minas de guerra, es la formacion de brechas en el ataque de las plazas, y las demoliciones de todas clases que pueden ocurrir en los diversos casos que se presentan en campaña.

Para juzgar del estado actual de esta cuestion, tan llena de dificultades, presentaremos las esperiencias de mas importancia que se han llevado á efecto hasta el dia, y las cuales podrán guiarnos en todos los casos que seamos llamados á resolver. Para ello estractaremos los principios que han determinado las cargas en las demoliciones de las fortificaciones de Viena y de Ulma (en 1806); los ensayos hechos en las escuelas regimentales de Francia, y por último, los trabajos que tuvieron lugar en Bapaume en 1847, cuyo conjunto creemos podrá dar una idea clara y precisa del objeto que nos proponemos.

Dos puntos esenciales hay que tener presentes en la formacion de brechas por la mina: primero, encontrar el medio

mas pronto y eficaz para que el minador pueda construir los hornillos que se requieran; y segundo, cuál deba ser la situacion mas conveniente de los hornillos, y sus cargas.

El comité de Fortificaciones francés, en una memoria escrita con motivo de los trabajos de Bapaume, y que el Cuerpo posee ya, se recomienda que el minador deba pasar por dos puntos distantes de unos $2^m,30$ á $3^m,20$ por debajo de la escarpa que se trata de demoler, construyendo un pozo de corta profundidad, entrando luego en galería, de modo que si el terreno se presta á ello formen los mismos cimientos del muro el cielo de aquella.

Con respecto á las cargas y posicion de los hornillos de brecha, es preciso no olvidar que los escombros y el terraplen permitan, por efecto de la esplosion, una rampa de fácil acceso á las columnas de ataque.

Vauban situaba las cargas á una distancia de $\frac{1}{4}$ á $\frac{1}{3}$ de la altura del muro de escarpa, con respecto al paramento esterior de este, y con el fin de prevenir que resultase vertical la línea de menor resistencia; aplicando en seguida las fórmulas que ya conocemos para los terrenos ordinarios, aumentando el número de kilógramos encontrado para la carga, de $\frac{1}{4}$ á $\frac{1}{3}$ del total, para estar seguro del buen éxito de la operacion. Cormontaigne disponia los hornillos en el mismo plano vertical posterior de los contrafuertes, separados unos de otros de unos $9^m,74$. Por lo demas seguia la regla anterior de Vauban para evitar las líneas de menor resistencia verticales.

En las demoliciones de Viena, se computaron los sólidos de esplosion por la fórmula $\frac{1}{6}h^3$, tomando por líneas de menor resistencia en los puntos donde existian galerías de escarpa, la distancia de estas al paramento esterior del muro. El atraque se suprimió, aumentándose al efecto las cargas por las reglas conocidas.

Para el baluarte *Elend*, fig. 9.ª, se emplearon 3171 kilógramos de pólvora, en hornillos separados de unos $9^m,74$, y

con líneas de menor resistencia de $4^m,86$. La esplosion de las cargas fué simultánea, destruyendo completamente el revestimiento, y dando lugar á una brecha accesible, como nos representa la figura. Para el baluarte *Molech*, fig. 10, se establecieron 16 hornillos con cargas de 167,61 kilógramos, y con líneas de menor resistencia de $3^m,95$. El consumo total de pólvora, fué de 2681,76 kilógramos, para una estension de unos $140^m,00$: otra porcion del mismo baluarte, en que las líneas de menor resistencia resultaron de $4^m,26$, el total de las cargas que indicaron las tablas, fué de 1685,16 kilógramos; que con el aumento necesario por no existir atraque, se obtuvo un total general de 6332 kilógramos de pólvora, para la demolicion del citado baluarte.

Se adoptó la siguiente tabla para calcular las cargas de los hornillos que debian emplearse, para la clase de mampostería de que estaban formados los muros de revestimiento de las obras referidas.

Líneas de menor resistencia.	Cargas.	Líneas de menor resistencia.	Cargas.
$1^m,82$	$22^k,65$	$4^m,29$	$210^k,64$
$2^m,13$	$33^k,97$	$4^m,50$	$258^k,21$
$2^m,43$	$43^k,04$	$4^m,81$	$317^k,10$
$2^m,74$	$56^k,64$	$5^m,12$	$374^k,69$
$3^m,05$	$69^k,01$	$5^m,43$	$448^k,47$
$3^m,36$	$104^k,19$	$5^m,74$	$525^k,48$
$3^m,67$	$135^k,90$	$6^m,05$	$611^k,55$
$3^m,98$	$160^k,61$		

El resultado de la esplosion en el baluarte *Molech*, fué el destruir la escarpa en casi su totalidad, sin proyectar á lo lejos los escombros, y dando lugar las tierras del terraplen á una rampa, como nos manifiesta la fig. 10.

En la demolicion del baluarte *Burg*, fig. 11, en el cual las galerías de escarpa se estendian á lo largo de las caras y flancos, en una estension de 292^{m},50, se calculó la carga para cada hornillo en 448,47 kilógramos, y para líneas de menor resistencia de 5^{m},17, dando un total de 12.189,10 kilógramos, que con el aumento necesario para asegurar el éxito de la operacion, se fijó en 14.949 kilógramos de pólvora, para los 25 hornillos que se inflamaron. Las entradas de la galería se atracaron fuertemente, y las cargas se repartieron de modo que en el saliente de la obra habia 2491,50 kilógramos de pólvora; en el ángulo de espalda de la derecha, 1575,50 kilógramos; en el de la izquierda, 2038,50 kilógramos; en el centro de cada flanco, en uno 951,30 kilógramos, y en el otro 996,60 kilógramos, y distribuyéndose el restante á lo largo de las caras del baluarte. La esplosion se quiso que fuese simultánea, lo que no tuvo efecto, á causa de haberse adoptado regaderas de pólvora, medio tan incierto, que hizo que saltaran primeramente los hornillos de un lado, antes que se inflamaran los del otro.

Los escombros de la mampostería no fueron proyectados al esterior, siéndolo solamente las maderas empleadas en el atraque, en que algunas de ellas cayeron á mas de 200^{m},00 de la obra. El baluarte en ruinas, presentó luego un acceso fácil en toda su longitud, esceptuando los ángulos saliente y de espalda que quedaron en pié. La fig. 11 nos indica el relieve y perfil del baluarte *Burg*.

Para la demolicion de una cortina que tenia 14^{m},6 de relieve, se construyeron 22 pozos de mina de 11^{m},30 de profundidad, y desde cuyo fondo se abrieron los ramales convenientes á fin que los hornillos colocados en sus estremos, resultasen con líneas de menor resistencia de 3^{m},90, siendo sus cargas de 130 kilógramos. El atraque en este caso fué completo, con maderas y tierras. La esplosion de los hornillos fué sucesiva, y la demolicion completa.

Para un caballero, cuyo espesor era de $6^m,08$, los hornillos que fueron simultáneos, tenian cargas de 90,60 kilógramos de pólvora situados al estremo de ramales abiertos en la misma mampostería, y de una longitud de unos $4^m,00$. El resultado de la esplosion fué parcial, quedando en pié grandes trozos del revestimiento posterior de la obra.

Con relacion á la velocidad en el trabajo, se obtuvieron de las demoliciones citadas, los datos siguientes: primero, que la construccion de ramales en mampostería muy dura, como en el caso del caballero anterior, nunca avanzó mas de $4^m,00$ en veinticuatro horas, con brigadas de seis hombres: segundo, que en los pozos sin encofrado, se profundizó á razon de $0^m,32$ por hora; y tercero, que en los ramales con revestimiento de ladrillos, cuatro hombres terminaban con regularidad $1^m,00$ corriente diario.

Demoliciones de Ulma.

La clase de mamposterías y de las tierras de los terraplenes en las fortificaciones de Ulma, exigian respectivamente por metro cúbico, 1,25 kilógramos y 75 kilógramos de pólvora.

Para la demolicion de la contraescarpa, un primer hornillo (figuras 12 y 13) de 36 kilógramos de pólvora, derribó una estension del revestimiento de unos $7^m,00$, cuyos escombros fueron lanzados á mas de $8^m,00$ de distancia, no habiéndose empleado para el atraque mas que solo dos gruesos tablones de $0^m,09$ de espesor. Otro pozo situado á $1^m,00$ de las mamposterías, con un hornillo de una carga igual al anterior, y con una línea de menor resistencia de $1^m,00$, dió un sólido de esplosion como representan las figuras 14 y 15, quebrantando además el muro de revestimiento de la contraescarpa. Habiéndose dispuesto en seguida otra carga del mismo número de kilógramos que las precedentes, inmediatamente detrás de las mam-

posterías, y con atraque completo, su esplosion formó una brecha de unos $9^m,00$ de ancho. Otro tanto se logró con un tercer pozo, en una disposicion análoga al últimamente mencionado, pero con una carga de 72 kilógramos de pólvora. Un cuarto pozo, á $2^m,00$ del paramento interior del revestimiento, con un hornillo de 72 kilógramos de pólvora, quebrantó á aquel en una longitud de $4^m,00$, formando en el terraplen un sólido de esplosion, de un diámetro de $4^m,20$. Por último, dos pozos, el uno con su hornillo de 87 kilógramos á $1^m,50$ del esterior de las mamposterías, y el segundo de 128 kilógramos á $2^m,00$ de su interior, ambos con atraque de madera, produjeron una escavacion de $5^m,00$ de diámetro y $1^m,00$ de profundidad, que hizo declinar el muro de su asiento, y una brecha practicable en una estension de unos $14^m,00$.

En los trabajos para derribar las fortificaciones antiguas de Turin y Verona, se siguió el camino que detallan las figuras 18 y 19, para el primer punto, y la figura 20 para el segundo.

Esperiencias en Francia.

En Francia en diversas épocas han tenido lugar, en sus Escuelas regimentales de Ingenieros, diferentes ensayos y pruebas para la demolicion de revestimientos. Entre las principales indicaremos las de Montpellier en 1833, en Metz y en Bapaume en 1848.

En las primeras la contraescarpa tenia $6^m,4$ de alto por $2^m,00$ de base, siendo el material de mala mampostería. Se empezó por construir un pozo de $5^m,00$ de profundidad, con un corto recodo donde se dispuso un hornillo de 170 kilógramos de pólvora, y á $2^m,60$ del esterior del revestimiento. La esplosion de la carga dió por resultado una escavacion de $5^m,00$ de radio en el camino cubierto, y otra de $7^m,00$ del lado

de las mamposterías. Para obtener un sólido de $7^m,00$ de radio en un medio ordinario, con una línea de menor resistencia de $2^m,60$, n en las fórmulas que ya conocemos sería, $\frac{7}{2,60}=2^m,68$: el lado de la caja de las pólvoras$=0^m,745$, que corresponde á una carga de 375 kilógramos, mas del doble de la que se adoptó, segun hemos visto.

Este ensayo se dirigió principalmente á conocer, si era posible lograr un abrigo en el foso, para llegar á cubierto hasta la brecha practicada en el cuerpo del recinto de la plaza. Por su medio se demostraron dos puntos de una gran importancia: primero, que para una brecha determinada en un muro vertical, es suficiente la mitad de la carga que se necesita para el mismo sólido de esplosion en un terreno ordinario; y segundo, que á pesar de la facilidad con que cede la mampostería vertical al efecto de un hornillo convenientemente situado, el sólido de esplosion del lado de las tierras se forma en condiciones iguales á las que tienen lugar en un terreno ordinario.

En Metz se trató de demoler una contraescarpa por dos hornillos colocados en el terraplen, y á una profundidad de $3^m,06$, y á $2^m,40$ del muro de revestimiento, separados entre sí $14^m,50$.

La cantidad de pólvora para cada mina, fué de 60 kilógramos, ó sea el triple de la que dan las tablas para un medio ordinario, en condiciones semejantes. El resultado fué satisfactorio, consiguiéndose sólidos de esplosion de unos $4^m,00$ de radio. Posteriormente se ejecutaron en el mismo punto otros varios ensayos para la demolicion de muros con contrafuertes, con hornillos dispuestos de un modo algo diferente al que dos años antes se empleó para abrir brecha en la media luna de San Lorenzo en la plaza de Amberes, y que tuvo lugar con tres hornillos de 500 kilógramos de pólvora, dos inmediatamente detrás de dos estribos, y el otro en su intermedio, algo retirado en el macizo del terraplen. Las bóvedas en descarga tenian $2^m,00$ de luz, y los piés derechos $1^m,00$ de ancho, por $3^m,40$ de longitud.

En Metz la escarpa media $30^m,00$ de largo, con cuatro contrafuertes. Se principió por construir dos hornillos de 210 kilógramos de pólvora en los mismos contrafuertes estremos, y otros dos de á 90 kilógramos en los arranques de los intermedios, y por último, otro de á 100 kilógramos en la parte posterior de la alineacion de los anteriores. El coeficiente para las mamposterías se tomó como 2, aplicando luego los $\frac{3}{4}$ de las cargas que daba el cálculo.

La brecha resultó practicable, teniendo los sólidos de esplosion estremos radios de $6^m,00$, para líneas de menor resistencia de $4^m,50$.

De estas y otras esperiencias se han deducido consecuencias distintas, de modo que las reglas que han sentado los minadores sobre este asunto, están muy discordes. Sin embargo, el exámen de los datos que hemos ya enunciado, puede dar alguna luz sobre el particular. Se presenta á discusion en primer lugar, si un revestimiento de mampostería con su paramento vertical, ó con un talud muy pequeño, ofrece la misma resistencia que un medio de aquella misma especie, ó aun de tierras terminado por un plano horizontal: es decir, si se requerirá igual cantidad de pólvora para formar un sólido de esplosion en dichos medios, que para derribar un muro en las circunstancias que hemos citado. En las esperiencias de Metz hemos visto, que se calcularon las cargas para un coeficiente 2, solo que luego se tomaron los $\frac{3}{4}$ de estas para abrir la brecha. Si el supuesto primero fuera cierto, el radio de esplosion de los hornillos hubiera sido de $4^m,15$ próximamente, en lugar de $6^m,00$ como resultaron, ó sea $n=1,33$.

Determinando ahora la carga que en un terreno ordinario dé un sólido de $6^m,00$ de radio, se encontrará que es de 250 kilógramos de pólvora: se deduce, pues, que es muy suficiente para abrir brecha en un muro vertical de revestimiento, una carga menor que las que nos dan las tablas para los medios ordinarios.

Por otro lado, el General Guilleman, hace observar en una memoria que publicó sobre demoliciones de contraescarpas, que para estar seguros del buen éxito de los hornillos deben situarse de manera que la altura de tierras sobre la carga, sea igual á la línea de menor resistencia del lado del foso, cualquiera que sean la tenacidad y gravedad especifica de las mamposterías y del terraplen.

A pesar de esta regla, se teme en general que pueda abrirse el sólido de esplosion del lado de las tierras, sin que sufran los revestimientos, y así es que parece prudente el aumentar un poco aquella distancia, sin llegar por esto al límite que establecieron como principio Vauban y Cormontaigne, de todos conocido. Admitiéndose, pues, que el intérvalo entre la carga y el plano superior del terraplen, debe ser menor que el duplo de la línea de menor resistencia del hornillo, será siempre conveniente el empezar el ramal á unos $0^m,60$ ó $1^m,00$ por encima del fondo del foso, dándole luego la inclinacion que sea precisa. Los hornillos no deben construirse ni en el macizo de las mamposterías, ni en el espesor de los contrafuertes si existiesen, que siempre es una operacion muy difícil, sinó de manera que queden inmediatamente detrás, no descuidando el llenar además las condiciones que acabamos de referir.

A pesar de todo lo dicho, para las demoliciones de muros de escarpa, se sigue comunmente la regla sentada por Vauban.

Los siguientes datos presentados por el General Chasseloup, son de un interés grande en los trabajos de que nos vamos ocupando. En una obra cuya planta y perfil representan las figs. 16 y 17, se abrieron diferentes hornillos al pié mismo de los contrafuertes del muro de revestimiento, calculándose las cargas á razon de 8,74 kilógramos de pólvora por cada $7^m,40$ cúbicos en el saliente, y de 7,77 kilógramos en las caras. Los hornillos, siendo ordinarios, y sus líneas de menor resistencia de $6^m,82$, las cargas bajo los tipos anteriores, resultaban de 710,10 y de 631,80 kilógramos respectivamente. El General

Chasseloup las aumentó en seguida hasta 1420,20 y 1263,60 kilógramos. El atraque se hizo completo en los hornillos 1 y 3 de la adjunta tabla.

Los resultados, los manifiesta el cuadro siguiente:

Número de los hornillos.	Su situacion.	Cargas en kilógramos	Fuerza de la pólvora.	Vacíos alrededor de las cargas.	Número de metros cúbicos, levantados por kilógramo.	Relacion de los efectos producidos.	Observaciones.
Esplosion simultánea. 1	Angulo de espalda. . . .	1420,20	26	»	0,96	1,056	
Esplosion simultánea. 2	Cara de la izquierda. . .	1263,60	19	con vacío	0,99	1,092	
Idem. 3	Id. Id.	id.	id.	»	0,91	1,000	
Idem. 4	En el ángulo de flanco. .	1419,30	id.	con vacío	1,24	1,321	
» 5	En la cara derecha. . . .	1649,70	id.	id.	0,94	1,020	

Analizando la tabla anterior, se vé primeramente que el efecto del hornillo núm. 2, el cual tenia un vacío alrededor de la carga, fué mayor que el del núm. 3, con atraque completo; segundo, que el hornillo núm 4, con un vacío de mas consideracion que el del núm. 2, derribó $9^{m},7$ mas de escarpa que el núm. 1.º, siendo la carga próximamente igual; tercero, que el hornillo núm. 5 con vacío mayor que el del núm. 4, dió tambien un resultado mas eficaz que el del núm. 3, pero menor que el del núm. 2; y por último, que el hornillo núm. 4, con carga y vacío menores que los del núm. 5, se consiguió un mayor efecto que con cualquiera de los demas.

En Bapaume en 1847, se ejecutaron por el Cuerpo de Ingenieros francés una série de esperiencias sobre demoliciones, y en las cuales se emplearon para las cargas, las tres clases de pólvora que siguen:

1.º Pólvora de guerra
1 Nitro.
1 Azufre.
y 3 Carbon.
2.º Pólvora de mina
1 Nitro.
2 Azufre.
y 4 Carbon.
Y 3.º Pólvora algodon
2 Algodon.
y 5 Acido nítrico (monohidratado.)

Examinando detenidamente los resultados que aquellos presentan (véase la tabla adjunta), y los que anteriormente hemos indicado del General Chasseloup, se pueden deducir los principios siguientes:

1.º Que los vacíos hasta cierta proporcion, alrededor de las cargas, son útiles en su aplicacion á las demoliciones, reuniendo además la ventaja de asegurar la direccion en que se quiera que obre principalmente la mina.

2.º Que una misma carga bajo condiciones enteramente iguales, no produce el mismo efecto situada en un ángulo saliente ó entrante, ó enfrente de una cara recta, lográndose los mayores en el primer caso.

3.º y último. Que los vacíos alrededor de la carga, deben aumentarse á medida que la densidad y tenacidad del terreno sean mas débiles.

Algunas veces se ha hecho uso de petardos, para demoler la parte superior de un revestimiento, abiertos en la parte posterior del muro, y á profundidades que escedan un poco al espesor de aquel; pero sin que por esto se logren grandes ventajas ni economías en la operacion total.

Vamos á terminar esta parte de nuestro escrito, reasumiendo los métodos mas generalmente seguidos en campaña para la destruccion de los puentes permanentes, pues nuestro

Manual detalla convenientemente los otros casos de menos importancia que pueden ocurrir. Diversos han sido los medios que se han empleado, sin que se tengan aun reglas fijas para calcular las cargas de los hornillos destinados á aquel objeto. Sin embargo, los datos que dá el *Aide memoire de Laisné*, y los que tomamos de una instruccion publicada por el General Burgoine en Inglaterra, podrán ser creemos de mucha utilidad.

Para puentes de mampostería, con arcos de medio punto de $6^m,00$ á $12^m,00$ de luz, basta construir un hornillo á la altura del arranque de la bóveda y próximamente en el centro del ancho de la via, fijando la línea de menor resistencia por la distancia de la carga al intradós del arco que se quiere destruir. Para establecer el hornillo, puede partirse en galería desde uno de los estremos en la prolongacion de las cabezas del puente, y al llegar al punto determinado, ejecutar del lado del estradós un trozo de ramal en recodo, en donde se dispone la carga. Este método, aunque seguro y ventajoso, ofrece inconvenientes cuando el tiempo urge, en cuyo caso es preferible la construccion de un pozo con su hornillo en el fondo, de una carga variable segun se emplee ó no el atraque, por las reglas que ya conocemos. Si fuese precisa una operacion aun mas pronta, basta abrir una trinchera simple ó bien en cruz, por encima de la clave de la bóveda, atacando luego la carga con materiales que presenten una grande resistencia.

Inflamando al aire libre cargas de 100 á 200 kilógramos de pólvora, se destruyen completamente arcos de $8^m,00$ de luz, por $0^m,80$ de espesor en la clave.

Si el ancho del puente es considerable, es preferible el subdividir la carga que dé el cálculo en dos hornillos, cuya esplosion sea simultánea, cuando puedan hacerse con cuidado los trabajos necesarios.

Si por el contrario la via fuere muy estrecha, es prudente el evitar los pozos profundos, para que no resulte que la resistencia en sentido vertical sea mayor que la lateral.

Para atacar por la mina las pilas de un puente, son suficientes hornillos de 50 ó 60 kilógramos á 150 ó 200 kilógramos, segun que aquellas tengan de $1^m,30$ ó $1^m,60$ á $2^m,00$ ó $3^m,00$ de espesor.

Los puentes de madera se inutilizan completamente, destruyendo por la mina sus apoyos ó pilares principales. De 40 á 50 kilógramos de pólvora suspendidos por debajo del tablero, su esplosion basta para arruinar un gran arco. Si la carga se coloca sobre el mismo tablero, entonces hay que aumentarla hasta 100 kilógramos, cubriéndola con maderos fuertes, ú otro material. Tambien puede darse fuego al puente, medio económico, cuando no se tema en algunas horas el ataque del enemigo, levantando con anticipacion el firme si existiese.

Rara vez se podrán establecer los hornillos de mina conforme á las reglas que se conocen, por lo que será preciso siempre aumentar las cargas que dé el cálculo, en lo que prudentemente se juzgue en cada caso particular, á fin de asegurar el éxito de la operacion; sin por esto descuidar las medidas y precauciones que exigen la colocacion de las cajas de pólvora, salchicha, etc., etc.

La destruccion de puentes militares se consigue por medios análogos á los esplicados, ó por hornillos submarinos cuyas condiciones hemos ya sentado en otro trabajo aparte. De 18 á 20 kilógramos de pólvora son bastante bajo una profundidad de agua de 2 á $3^m,00$, para deshacer completamente un tramo de un puente de caballetes: con hornillos de cargas mas considerables, ó por el empleo de varios simultáneos, se podrán lograr mayores resultados.

Terminaremos esta cuarta parte de nuestro escrito, particularizando por algunas ligeras observaciones, la formacion de brechas por la mina, cuando por una causa cualquiera no pueda disponerse de la artillería, que hace mas fácil y segura su ejecucion.

Al coronar el sitiador el camino cubierto de la obra sobre

la cual se dirigen los ataques, y efectuada su bajada al foso, el minador trata de establecer un blindage al pié de la escarpa, bajo cuya proteccion empieza á entrar en galería, procurando impedir que el sitiado no pueda inundar sus trabajos. Al llegar á las tierras del terraplen, construye dos ramales, uno á derecha y otro á izquierda, en cuyos estremos establece sus hornillos, de modo que una parte se encuentre en el espesor mismo del muro de revestimiento, y que sus líneas de menor resistencia se crucen. Si existen contrafuertes, entonces hay que tener presentes las prevenciones que hemos iniciado en su lugar, al hablar de esta clase de demoliciones. La esplosion de las cargas debe ser siempre simultánea, pudiéndose facilitar la caida de las tierras que han de formar la rampa accesible, por otros pequeños hornillos que se hacen volar en el interior del terraplen.

Si el muro tuviese su galería de escarpa, es preciso ante todo desalojar de ella al enemigo, atrincherarse luego, y emprender en seguida la ejecucion de los hornillos de brecha. Puede ahorrarse esta penosa operacion cuando aquella galería esté suficientemente retirada hácia el interior, cerrando sus estremidades, y colocando una cantidad de pólvora que por su esplosion produzca la brecha.

Sea por la mina, sea por barriles de pólvora adosados al paramento esterior, puede abrirse la brecha en un muro sin terraplen, hasta espesores de 3 á $4^{m},00$. Mas allá de este límite, no puede evitarse la construccion de hornillos bajo las reglas que hemos sentado en el curso de nuestro escrito.

APENDICE A LAS MINAS ARTESIANAS.

PARTE TERCERA.

La importancia creciente que van adquiriendo las minas artesianas en los trabajos del minador, nos hacen creer muy útiles las observaciones siguientes del General Picot, que estractamos de un corto escrito que hasta hoy no se ha impreso, que sepamos.

En su lugar dijimos lo que se entiende por minas artesianas, las cuales se sitúan en la estremidad de una sonda de $0^m,20$ á $0^m,22$ de diámetro, ó sea cerca del doble del que proporcionaban los antiguos trépanos. La velocidad en el trabajo en buen terreno, vimos tambien que era de unos $8^m,00$ por hora, para longitudes de sonda de $12^m,00$ próximamente, y para inclinaciones de $0^m,20$ á $0^m,40$ por metro corriente. Mas

allá la velocidad disminuye rápidamente; las probabilidades de desviarse en la direccion que debe seguirse aumentan, aun cuando el ramal sea horizontal, y con mas razon si el terreno ofrece dificultades á la marcha de los barrenos. Pero poco á poco van venciéndose estos inconvenientes, y hoy dia ya su accion puede estenderse hasta los mismos caballeros de trinchera, empezando su construccion en la banqueta del camino cubierto, ofreciendo además por la manera fácil con que se cargan, atracan, etc., medios poderosos en manos del sitiado, para destruir las baterías de brecha, contrabaterías, bajadas al foso, y otros trabajos próximos del sitiador.

No debe olvidarse al hacer uso de esta clase de minas, que el diámetro de las mayores sondas permite solamente el paso de cartuchos de unos 3 kilógramos de pólvora por decímetro corriente, de modo que una carga de 60 kilógramos, ocupa ya una longitud de $2^{m},00$. Esta, sin embargo, bajo una línea de menor resistencia que no esceda de $3^{m},40$ en un medio ordinario, es suficiente para inutilizar, sea una zapa doble, sea un través de coronamiento, ó una galería de bajada al foso, que no disten mas de $5^{m},00$ del hornillo ó mina artesiana. Para lograr resultados de mas consideracion, basta ejecutar dos ó mas sondas de la especie de que tratamos, y suficientemente aproximadas, para que sus cargas produzcan el efecto de un solo hornillo capaz de llenar el objeto propuesto.

Mr. Tholer, Comandante de Ingenieros francés, ha construido al estremo de una sonda ordinaria, hornillos para 200 y 300 kilógramos de pólvora, valiéndose de barrenas articuladas. Nosotros hemos hecho ya indicacion de los principales aparatos que se conocen para ello, como tambien del empleo de esplosiones sucesivas, con cargas mas ó menos grandes, segun manifiesten las pruebas hechas de antemano en el terreno en que se opere. Sea por un método ú otro, se obtienen hornillos en las condiciones ordinarias, y sus cargas se calculan por las fórmulas conocidas: solo debemos hacer notar que

faltan aun estudios especiales sobre los hornillos bastante débiles para no producir un sólido de esplosion al esterior, á profundidades que no pasen de 3m,00 con objeto de verificar luégo la relacion entre el cubo de la carga, y el cubo de la escavacion subterránea.

Una de las principales ventajas de las minas artesianas, es que un sitiado inteligente que hubiese preparado bajo el glácis, terraplenes, fosos y rampas de las brechas, etc., una série de esta clase de hornillos, podrá sostener con éxito la lucha en la zona mas eficaz de una defensa activa y enérgica, y en donde el sitiador pierde la preponderancia que le dan los primeros periodos del sitio.

Con las precauciones que hemos dado á conocer en su lugar, las minas artesianas pueden adaptarse á terrenos donde el agua se encuentra á una corta profundidad del suelo.

En las plazas de guerra con sistema permanente de contraminas, será fácil construir estas minas artesianas en la estremidad de algunas escuchas, ó en la estension de las galerías envolventes, preparando convenientemente los espacios necesarios para la maniobra de los aparatos que requiere su establecimiento.

Otras aplicaciones podrian darse á los grandes barrenos, como en formar conductos á través de los parapetos, para descubrir las comunicaciones de una galería de bajada al foso, ó en las brechas en muros calcáreos, para determinar por medio de una disolucion de ácido clorhídrico una gran efervescencia, que ablandando el terreno, aumentase las dificultades del asalto.

El ataque puede tambien sacar gran provecho del uso de las minas artesianas, tanto para destruir las galerías del sitiado, como para crear al frente de una trinchera, un principio del coronamiento del camino cubierto, ó bien para demoler los reductos en las plazas de armas, y para hacer caer al foso una ó muchas porciones de la contraescarpa, con ó sin gale-

ria defensiva, principalmente si aquel es estrecho y profundo, para permitir el buen juego de las baterías de brecha.

A pesar de todo, las seguridades del buen éxito están de parte del defensor, pues este con anticipacion habrá ejecutado sus sondas, cargando los hornillos al tiempo oportuno para prevenir los trabajos del sitiador, teniendo además por su parte la iniciativa, que es la gran fuerza en la guerra.

FIN.

ESPERIENCIAS DE BAPAUME

EJECUTADAS BAJO LA DIRECCION DE LA COMISION NOMBRADA POR EL MINISTERIO EN 1.° DE JUNIO DE 1847.

MIEMBROS DE LA COMISION.

ARTILLERIA.

Coronel, *Piobert*.
Teniente Coronell, *Morin*.
Comandante de Escuadron, *Perrin*.
Idem, *Didion*.
Capitan, *Joly Trügola*.
Capitan, *Susane*,. relator.
Teniente, *Boutliier*.

INGENIEROS.

Coronel, *de Cassieres*.
Coronel, *Baron de Chaband-la-tour*.
Comandante de Batallon, *le Blanc*, relator.
Idem, *Revel*.
Idem, *Troctschler*.
Capitan, *Mazuel*.
Teniente, *Geay*.

TABLA DE LAS ESPERIENCIAS HECHAS POR EL CUERPO DE INGENIEROS.

PARIS, 29 DE SETIEMBRE DE 1847.

NOTA. El fuego dado á 2^m,00 de salchicha unida á 0^m,50 de salchicha ordinaria tardaba 2′ y ¼ en llegar á la salchicha Larrivière. El fuego de la salchicha ordinaria advertia el momento de la esplosion. La pólvora de guerra venia de Esquerdes; su densidad apilada era de 0^m,977: no apilada 0^m,845. En la fábrica de pólvora, el alcance medio en el pistolete era de 237 metros: en Bapaume de 245 metros. El pyróxilo habia sido fabricado con un volúmen de ácido nítrico y dos volúmenes de ácido sulfúrico: la velocidad en tres gramas era de 415 metros. Segun las esperiencias el coeficiente *P* se ha encontrado igual á 0^m,50 para el pyróxilo y 0^m,60 para el pyróxilo nitrado.

TROPAS ENCARGADAS DE LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS.

ARTILLERIA.

12.ª Batería del 10.° Regimiento de Artillería.
Capitanes, *Maillot* y *Oches de Beaupré*.
Tenientes, *Santy* y *Legrand*.
13.ª Batería del 10.° Regimiento de Artillería.
Capitanes, *Torgeot* y *Narcy*.
Tenientes, *Marion* y *Thessies*.

INGENIEROS.

Destacamentos de Minadores y Zapadores del 3.er Regimiento de Ingenieros.
Capitan, *Andreau*.
Tenientes, *Mouhat*, *Sanglier*, *St. Quentin* y *de Préval*.

Fechas. — Agosto 1847.	Número de las esperiencias.	OBJETO DE LAS ESPERIENCIAS.	Designacion de las obras. Números.	Designacion de las obras. Cara, cortina ó terrapleu, etc.	Dimensiones de las escarpas. Altura total.	Dimensiones de las escarpas. Espesor. En la parte superior.	Dimensiones de las escarpas. Espesor. En la entrada del rampl.	Dimensiones de las escarpas. Talud. Esterior.	Dimensiones de las escarpas. Talud. Interior.	Dimensiones de las escarpas. Contrafuertes. Longitud.	Dimensiones de las escarpas. Contrafuertes. Espesor en la. Raiz.	Dimensiones de las escarpas. Contrafuertes. Espesor en la. Cola.	Servicio de la mina. Oficiales.	Servicio de la mina. Sargentos.	Servicio de la mina. Brigada de cuatro minadores.	Condiciones de las esperiencias. H. Línea de menor resistencia.	Condiciones de las esperiencias. D. Carga de tierra.	Condiciones de las esperiencias. T. Radio de la hoya presumible.	Condiciones de las esperiencias. Número de hornillos.	Condiciones de las esperiencias. C. Carga de los hornillos. Pólvora.	Condiciones de las esperiencias. C. Carga de los hornillos. Pyróxilo.	Condiciones de las esperiencias. P. Coeficiente del pyróxilo.	Condiciones de las esperiencias. B. Lado de la caja de las pólvoras.	Resultado de las esperiencias. Desarrollo en la tierra de los. Ramales.	Resultado de las esperiencias. Desarrollo en la tierra de los. Pozos.	Resultado de las esperiencias. Tiempo para. Apertura del ramal en 0^m,80.	Resultado de las esperiencias. Tiempo para. Acabar de perforar la escarpa.	Resultado de las esperiencias. Tiempo para. Hacer los. Ramales.	Resultado de las esperiencias. Tiempo para. Hacer los. Pozos.	Resultado de las esperiencias. Tiempo para. Cargas.	Resultado de las esperiencias. Tiempo para. Atracar los. Ramales.	Resultado de las esperiencias. Tiempo para. Atracar los. Pozos.	Resultado de las esperiencias. Tiempo para. Todo el conjunto.	Resultado de las esperiencias. T. Radio medio de la hoya.	Resultado de las esperiencias. $n=\frac{T}{H}$	Resultado de las esperiencias. Proyeccion máxima de los escombros.	Resultado de las esperiencias. Desmonte.	Resultado de las esperiencias. Terrapleu.	Resultado de las esperiencias. Aumento de volúmen en las tierras escavadas.	Resultado de las esperiencias. Altura del paramento de la escarp.	Resultado de las esperiencias. Anchura del paramento de la escarp.	Resultado de las esperiencias. Pendiente general.	OBSERVACIONES.
4	1	Conmover las mamposterías con 100^k de pólvora.	1.2	Cortina. .	12^m	»	»	¼	»	»	»	»	St. Quentin..	1	1	»	»	»	»	100^k	»	»	»	»	»	1^h,10′	»	»	»	»	»	1^h,15′	»	»	»	$3^{m,c}$.	»	»	»	»	»	Destruido el paramento sobre una superficie de 11^m,9 y 0^m,42 de espesor.
4	1 *bis.*	Petardo para abrir la escarpa.	1.2	Id.	»	»	»	»	»	»	»	»	Revel.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7,45	»	»	»	»	»	»	»	»	Se ha empleado en una esperiencia 15′ 49″ en un trabajo semejante.
6	2	Ensayo de la regla de Vauban.	10	Derecha. .	5,50	1,42	2,10	⅛	»	»	»	»	Mouhat.	1	1	2^m,55	6,00	2,55	1	25	»	»	0^m,30	5^m,17	»	3,00	5^h,57′	5^h,00	»	0^h,54′	2^h,15′	»	17,06	1^m,90	0,745	7^m	24	82	3,40	4^m,00	3,80	31°	Brecha practicable escepto un resalto de 2^m,00 de altura.
6	3	Id. con pyróxilo.	10	Derecha. .	5,50	0,90	1,60	⅛	⅛	»	»	»	Mouhat.	1	1	2,55	6,00	2,55	1	»	11^k	0,45	»	7,00	»	2,53	3,49	8,00	»	0,15	4,00	»	19,02	1,50	0,59	3	200	300	1,50	0,00	0,00	0,00	Escavacion en la escarpa sin brecha practicable.
9	4	Cruzamiento de las hoyas.	14	Derecha. .	8,95	1,00	2,60	⅛	1/20	2^m,30	1^m,20	1,80	Sanglier..	2	2	5,00	7,50	5,50	2	229 229	»	»	0,627 0,627	8,15	6,32	»	»	10,00	11,00	2,00	3,45	0,45	27,30	5,25	1,05	14	356	580	1,63	4,50	25,00	20,00	Escarpa completamente destruida entre los dos hornillos.
9	5	Brecha pasando por debajo de los cimientos.	10	Derecha. .	5,35	1,40	»	⅛	1/15	»	»	»	Mouhat.	1	1	4,40	8,50	4,50	1	124	»	»	0,518	7,00	1,80	»	»	10,13	3,47	0,45	3,45	0,10	18,38	4,50	1,68	16	129	187	1,45	4,50	13,00	26°,30′	Brecha practicable con un resalto de 0^m,80 en lo alto.
10	6	Brecha con $D=H$ con pyróxilo.	14	Izquierda..	8,55	1,70	3,10	⅛	1/17	2,00	1,10	1,10	Sanglier..	1	1	4,50	4,50	4,40	1	»	81	0,60	0,815	8,60	3,50	»	»	17,00	5,00	2,00	4,15	1,00	29,15	5,80	1,29	22	331	513	1,55	5,60	11,40	24°,40	*Revestimiento bien destruido. Brecha muy practicable.*
10	7	Brecha con $D=H$ con pólvora.	14	Izquierda..	9,27	1,60	3,10	⅛	1/15	2,00	1,10	1,10	Sanglier..	1	1	4,50	4,50	4,40	1	133	»	»	0,53	8,95	4,00	5,04	»	22,00	6,00	0,45	5,15	0,50	34,50	5,60	1,24	17	119	523	2,75	5,70	11,60	27°,02	Id. id.
11	8	Disposicion de Vauban.	2.3	Cortina. .	10,60	2,50	3,18	⅛	1/3	»	»	»	De Préval..	2	2	5,00	13,00	5,40	2	228 228	»	»	»	13,46	»	5,40	18,56 17,20	8,00 9,00	»	4,30	4,15	»	40,45	7,00	1,40	18	720	1080	1,38	6,10	24,00	26,02	Brecha practicable escarpada en lo alto á causa de un muro antiguo en la parte posterior.
11	9	Brecha con pyróxilo nitrado.	10	Gola. . . .	4,50	1,80	1,80	⅛	1/5	»	»	»	Mouhat.	1	1	2,55	3,75	2,55	1	»	12,50	0,50	»	7,55	3,75	»	»	12,00	6,00	0,25	2,50	0,10	21,25	»	»	»	»	»	»	»	»	No se formó hoya: grietas en las tierras.
12	10	Disposicion de la comision.	2	Izquierda..	11,45	1,60	2,90	⅛	1/9	2,30	1,70	1,50	Mouhat.	2	3	5,50	11,50	6,40	3	315 182 303	»	»	0,675 0,585 0,675	20,50	»	4,10 2,45	9,20 16,38	15,00	»	2,10	4,30	»	41,03	8,00	1,45	20	1100	1820	1,63	7,00	29,00	27,20	Brecha muy fácil con algunos restos verticales en la parte superior.
13	11	Rompimiento de galería con pyróxilo.	Castillo.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	De Préval..	1	1	3,00	7,00	»	1	»	60	0,60	»	3,00	12,90	»	»	6,00	39,50	1,00	2,30	4,00	53,45	»	»	»	»	»	»	»	»	El espesor de la bóveda $=1^m$,13. Grieteada lo mismo que los piés derechos.
13	12	Rompimiento de galería con pólvora.	Id.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	De Préval..	1	1	3,00	9,00	»	1	100	»	»	0,479	3,55	10,55	»	»	11,00	25,00	0,45	2,00	3,00	41,45	»	»	»	»	»	»	»	»	Id. Derruida la bóveda en 2^m,00 de longitud.
13	13	Hornillo de prueba con pólvora.	10	Terraplen.	»	»	»	»	»	»	»	»	Mouhat.	2	2	4,00	»	4,00	2	93	»	»	0,47	9,00	4,00	»	»	21,00	9,40	1,00	2,50	0,10	35,00	4,00	1,00	15	37	59	1,57	»	»	»	Tierra ordinaria. Altura de las tierras lanzadas, $=30^m$. Flecha de la hoya 1^m,50.
13	14	Id. con pyróxilo nitrado.	10	Id.	»	»	»	»	»	»	»	»	Sanglier..	1	1	4,00	»	4,00	1	»	84	0,74	»	»	»	»	»	18,00	5,00	1,15	3,40	0,55	28,55	4,75	1,19	22	33	56	1,57	»	»	»	37^k de nitro y 47^k de pyróxilo: no se ha visto inflamacion de gas en la esplosion.
13	15	Id. con pyróxilo.	10	Id.	»	»	»	»	»	»	»	»	Sanglier..	1	1	4,00	»	4,00	1	»	47	0,50	»	7,00	4,00	»	»	16,00	6,30	0,50	4,00	1,00	28,50	4,00	1,00	11	24	38	1,60	»	»	»	
14	16	Escombramiento de la brecha.	15	Derecha. .	6,00	»	»	⅛	1/10	»	»	»	Sanglier..	1	1	3,00	»	»	»	300	»	»	18 0,16.0,16	33,00	»	»	»	28,00	»	4,15	2,10	»	34,25	»	»	16,5	187	»	»	»	1,75	»	El óxido de carbono se ha inflamado en la subida.
16	17	Disposicion de la comision.	2.3	Cortina. .	10,00	2,00	3,15	⅛	1/10	2,00	1,70	1,50	De Préval..	2	3	5,50	12,50	5,90	3	»	152 152 152	0,50	»	22,70	»	5,40 6,34	16,50 13,26	16,00	»	2,00	5,30	»	36,15	8,00	1,45	25	1080	1167	1,06	6,00	16,00	26 y 45	El hornillo tenia 13^m,40 de longitud: la brecha ha quedado limpia.
17	18	Disposicion de Cormontaigne.	2	Saliente. .	11,60	2,50	3,50	⅛	1/9	2,80	1,70	1,50	St. Quentin..	4	6	5,50	13,00	5,50	6	1452	»	»	0,65	22,60	»	1,47	18,00	7,00	»	0,27	4,15	»	37,29	9,50	1,45	22	2644	3110	1,20	6,50	28,00	26°,03′	Brecha practicable: queda un dado de mampostería en el saliente.
18	19	Escombramiento de la brecha.	6	Derecha. .	10,50	2,20	4,50	⅛	1/9	»	»	»	Sanglier..	4	4	5,70	»	»	1	1140	»	»	18 0,26.0,26	»	»	»	26,45	37,48	»	3,50	5,00	»	73,03	»	»	170	1440	»	»	»	»	»	Limpia la brecha. Baterías fuera de servicio para el dia. Trincheras cubiertas de escombros.
19	20	Efecto del vacio.	11	Izquierda..	4,80	1,30	2,55	⅛	1/9	»	»	»	De Préval..	1	1	2,55	7,50	2,55	1	30	»	»	0,32	5,25	»	1,15	3,45	9,00	»	0,20	3,00	»	16,50	2,50	1,00	8	11	32	3,00	4,00	5,00	18,02	La brecha no es practicable.
19	21	Id. con pyróxilo.	11	Izquierda..	4,80	1,60	2,55	⅛	1/9	»	»	»	De Préval..	1	1	2,55	8,00	»	»	»	15	0,50	»	5,25	»	2,45	4,35	10,55	»	0,45	3,30	»	22,30	2,50	0,98	6	7	11	1,67	2,20	5,00	»	Brecha practicable.
19	22	Limpiar las hoyas.	11	Terraplen.	»	»	»	»	»	»	»	»	Sanglier..	1	1	4,00	»	»	1	186	»	»	0,59	7,40	4,00	»	»	13,00	10,00	1,00	3,00	0,25	27,30	4,75	1,19	28	40	»	»	»	»	»	La flecha de la hoya tiene 2^m,25.
20	23	Pyróxilo en una caja fuerte.	11	Izquierda..	5,20	1,60	2,10	⅛	1/9	»	»	»	Mouhat.	1	1	2,55	7,00	»	»	»	15	0,50	»	6,05	»	5,30	5,20	12,00	»	1,15	3,00	»	27,05	»	»	»	»	»	»	»	»	No hay mas que un hornillo en las tierras.
20	24	Brecha por una galería de escarpa.	3	Derecha. .	11,85	2,70	3,22	⅛	1/9	2,00	1,50	1,40	St. Quentin..	2	2	3,16	15,00	»	3	765	»	»	»	»	»	»	»	12,00	»	»	0,30	6,35	»	23,35	»	»	84	1340	2250	1,68	7,00	27,00	26,30	Brecha muy practicable: resalto de 1^m,80 en lo alto.
21	25	Brecha con $D=\frac{3}{4}H$.	10	Gola. . . .	4,00	1,40	2,20	¼	»	»	»	»	Mouhat.	1	1	4,50	3,37	»	»	133	»	»	0,52	6,40	3,40	»	»	12,00	6,00	1,15	3,45	30	23,30	5,50	1,22	20	89	150	1,68	1,00	11,00	31	Brecha muy practicable.
22	26	Preparar el alojamiento del minador con una pieza de á 12.	3.4	Cortina. .	»	»	»	»	»	»	»	»	Joly.	»	»	»	»	»	»	6tiros	»	»	»	»	»	0,09	»	»	»	»	»	0,15	»	»	»	0,50	»	»	0,80	0,65	»	El disparo de 6 tiros ha durado 1 hora sobre polines 10 sobre afuste.
22	27	Brecha en una escarpa de tierra.	Castillo.	»	6,60	»	»	⅛	»	»	»	»	De Préval..	1	1	4,00	7,40	4,00	»	93	»	»	0,467	10,00	»	»	»	18,00	»	0,15	»	»	23,45	7,25	2,00	8	155	195	1,26	2,80	14,50	24,40	Brecha como en una escarpa de tierra.
22	28	Hueco para batir el baluarte.	17	Derecha. .	6,00 4,50	1,70 1,20	2,80 0,00	⅛ ¼	» »	2,00 1,60	1,10 »	1,10	Sanglier..	2	3	5,60 5,00	6,10 5,40 4,80	» » »	2 1 2	900 520 900	»	»	0,79 0,83 0,65	25,68	4,80	2,30	9,30	21,15	»	1,00	3,35	»	41,50	8,00 7,00	1,43 1,54	40 340 20	1125	»	»	2,40 2,00	22,00 20,00	18,02 18,02		Boquete abierto completamente en la contraguardia.
23	29	Disposicion de Cormontaigne con pyróxilo.	2	Id.	11,40	2,00	2,60 2,60	»	»	»	»	»	St. Quentin..	2	2	5,50	13,00	»	»	»	145 180 180	0,60 0,74 0,74	»	20,00	»	1,50 3,20	4,10 7,40	17,00	»	0,40	4,00 3,15	»	27,40	10,50	2,00	17	1090	1340	1,23	8,60	34	23	Hornillos de la derecha y del centro con pyróxilo nitrado. Brecha muy buena.
Setiembre.																																									Detonacion bastante fuerte: hoya muy abierta.
23	30	Caja larga vertical.	146	Glácis. . .	»	»	»	»	»	»	»	»	Esnault. . . .	1	1½	2,30	2,30	2,30	1	18	»	»	2^m,5 0,1 20 0,15.0,47	»	»	»	»	»	3,45	0,05	»	0,40	4,30	2,18	0,95	12	11	»	»	»	»	»	
23	31	Carga larga horizontal.	146	Id.	»	»	»	»	»	»	»	»	Id.	1	2	4,00	4,00	4,00	1	478	»	»		25,40	4,20	»	»	30,15	11,00	2,40	1,10	0,10	45,15	4,51	1,12	80	282	»	»	»	»	»	La longitud de la hoya es de 28^m por 2^m,70 de profundidad.
29	32	Escarpa de tierra $D=\frac{1}{4}H$.	146,143	Plano posterior. .	4,8	»	»	⅛	»	»	»	»	Bailly. . . .	1	1	4,00	2,00	4,00	1	93	»	»	0,47	8,50	2,00	»	»	8,00	3,00	0,30	1,15	0,15	15,00	5,47	1,36	100	168	»	»	0,80	10,95	19°	Proyeccion considerable: la tierra ha resistido menos que la mampostería.

Corte del bastidor.

Planta. hornillo.

Fig. 1.ª

Fig. 2.ª

(b,b)-clavijas

c-compuerta

(n,n) curbas de madera p.ª mantener la compuerta.

Fig. 3.ª

Fig. 4.ª

Fig. 5.ª

Fig. 6.ª

Fig. 7.ª

Fig. 8.ª

Fig. 9.ª

A. B. C. D.

Fig. 11.

Fig. 10.

A $y = 1{,}75\,x$.

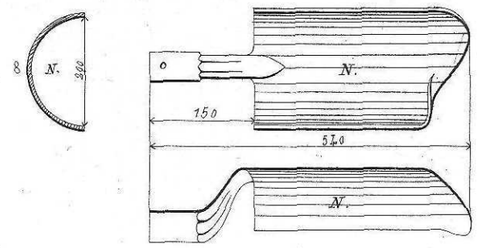
B $y = 1{,}154\,x^3$

E $y = 1{,}17\,x$.

F $y = x$

T $y = -\frac{749}{37}\,x$.

Fig. 1.



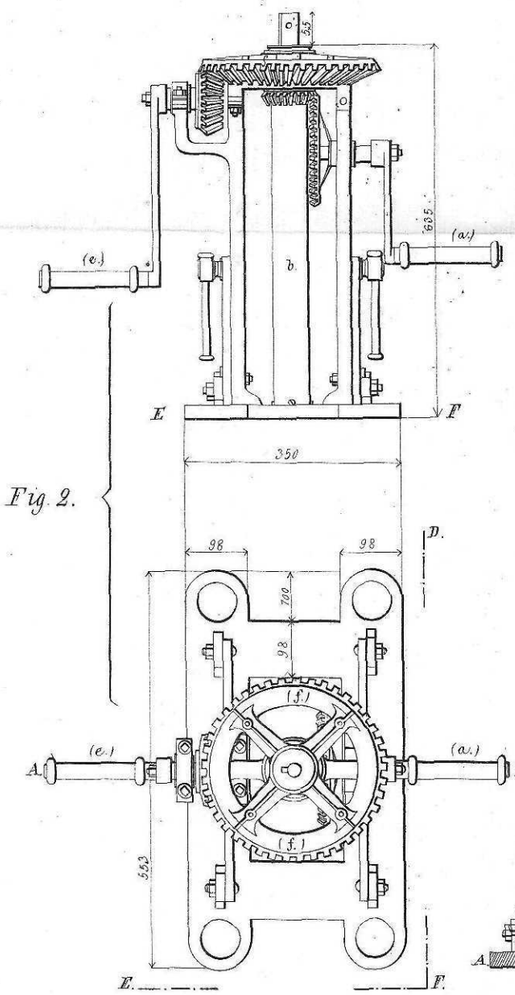


Fig. 2.

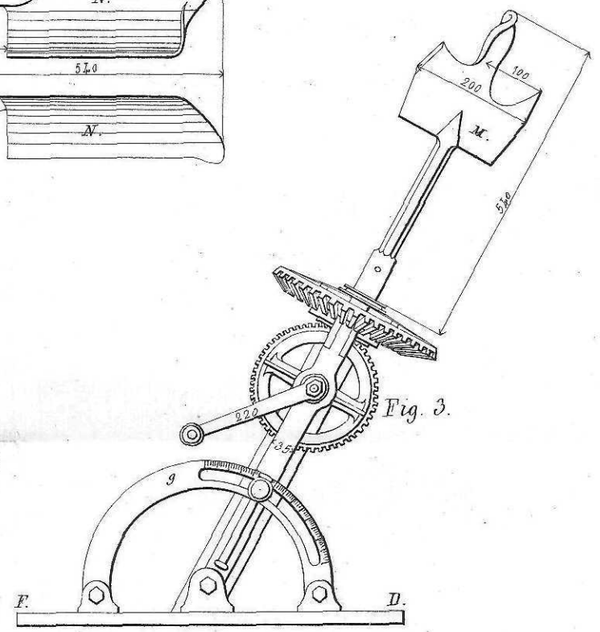


Fig. 3.

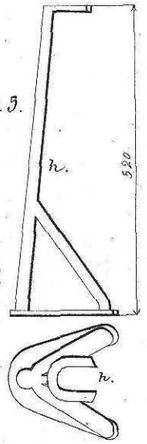


Fig. 5.

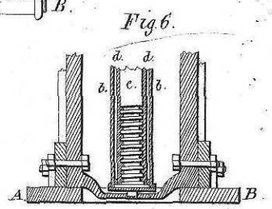


Fig. 6.

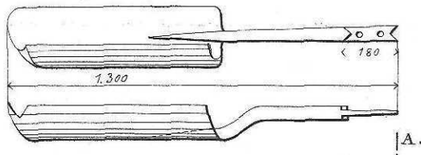


Fig. 9.

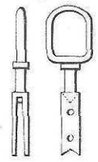


Fig. 17.

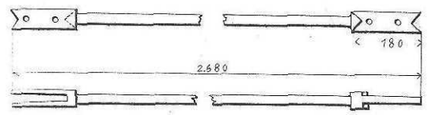


Fig. 10.



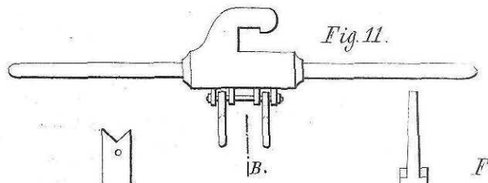


Fig. 11.

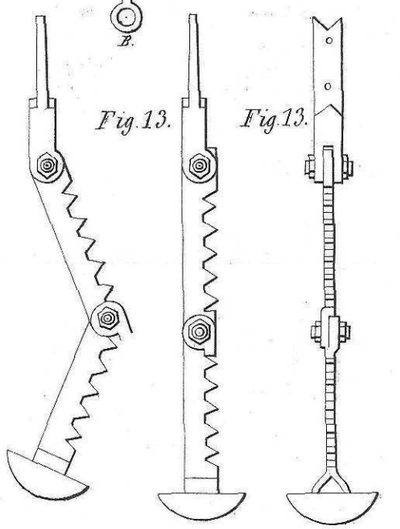


Fig. 13.

Fig. 13.

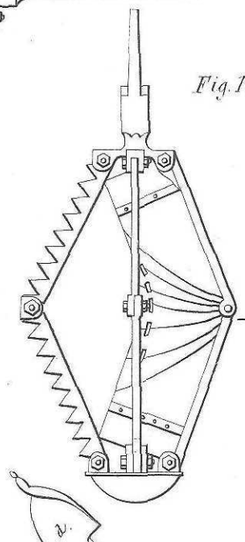


Fig. 17.

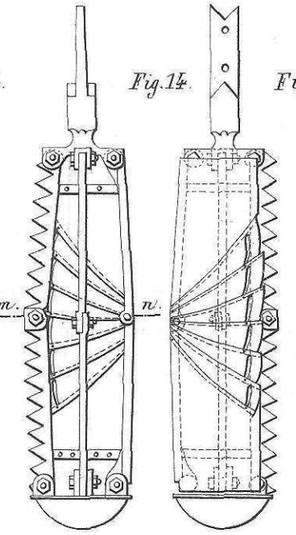


Fig. 14.

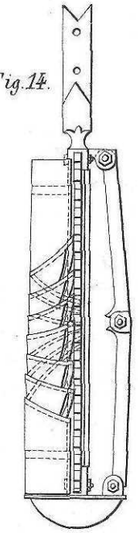


Fig. 14.

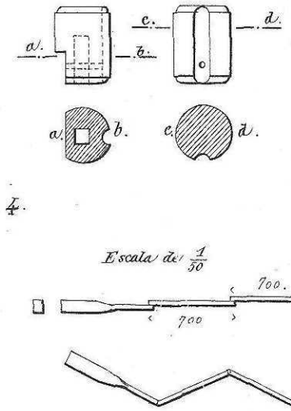


Fig. 4.

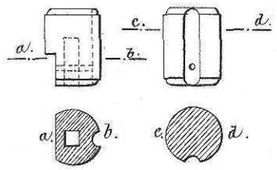


Fig. 16.



Fig. 12.

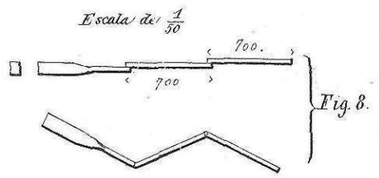


Fig. 8.

Fig. 15.

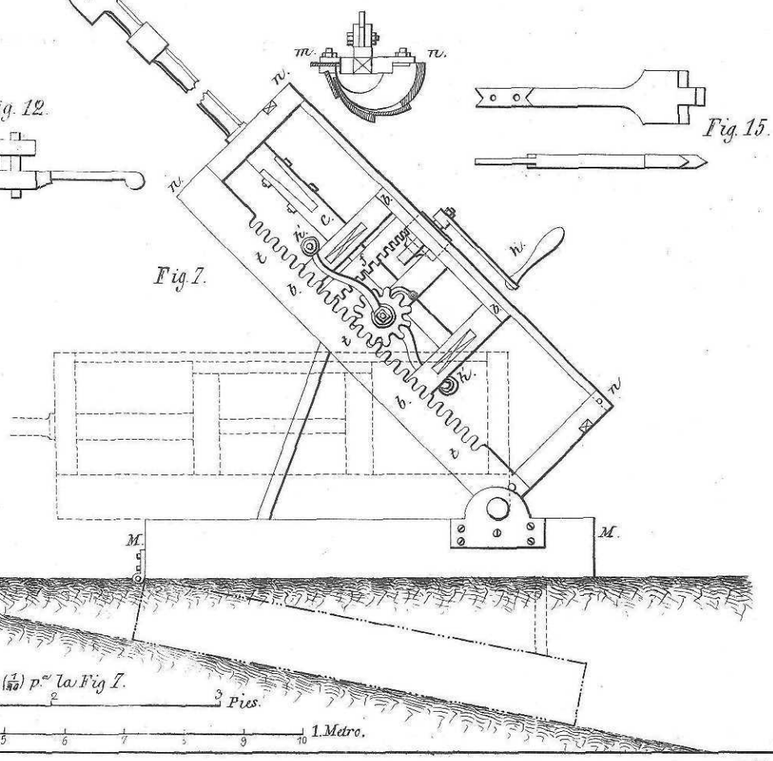

m.
n.
n.
n

Fig. 1.

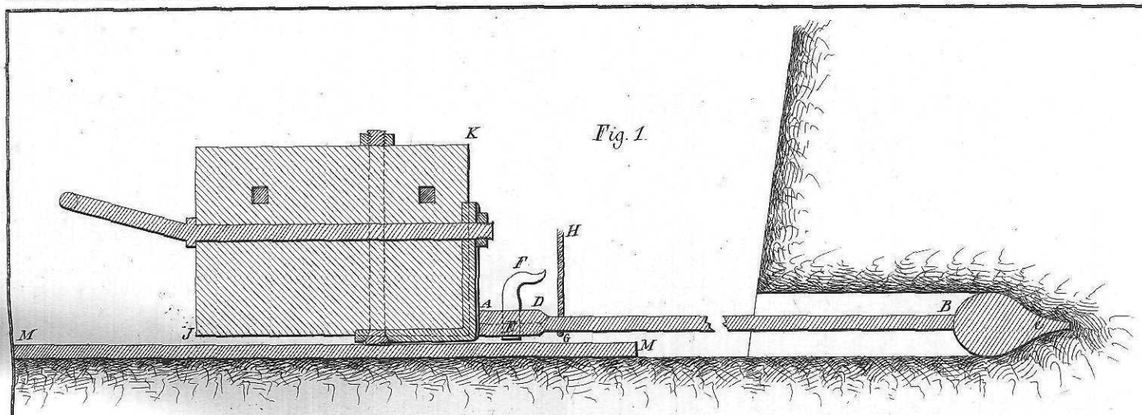


Fig. 2.

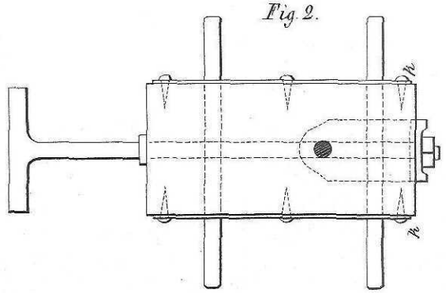


Fig. 13.

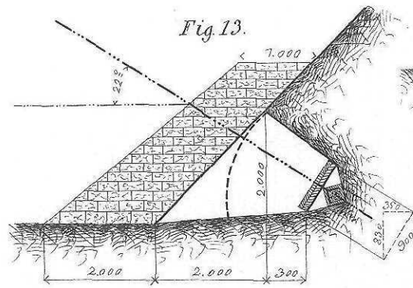


Fig. 12.

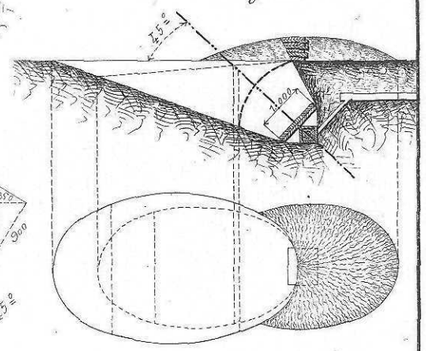


Fig. 3.

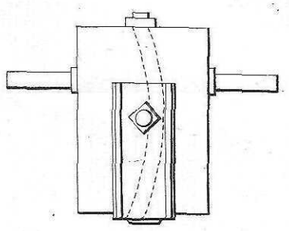


Fig. 7.

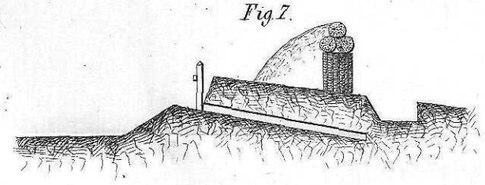


Fig. 5.



Fig. 8.

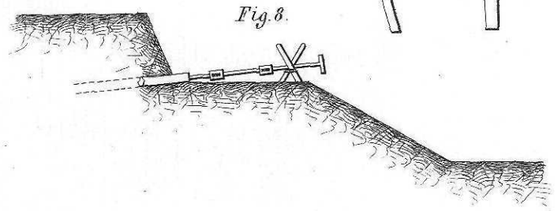


Fig. 6.



Fig. 11.

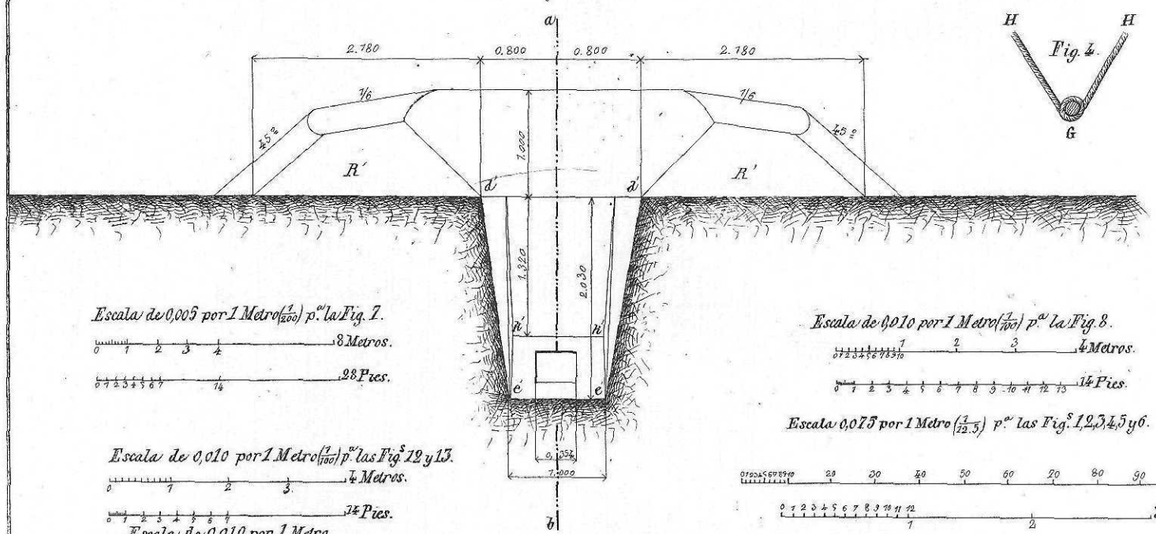


Fig. 4.

Escala de 0,005 por 1 Metro $(\frac{1}{200})$ p.ª la Fig. 1.

Escala de 0,010 por 1 Metro $(\frac{1}{100})$ p.ª las Figs. 12 y 13.

Escala de 0,010 por 1 Metro.

Escala de 0,010 por 1 Metro $(\frac{1}{100})$ p.ª la Fig. 8.

Escala 0,075 por 1 Metro $(\frac{1}{12.5})$ p.ª las Figs. 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

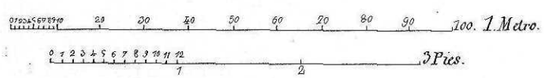


Fig. 10.

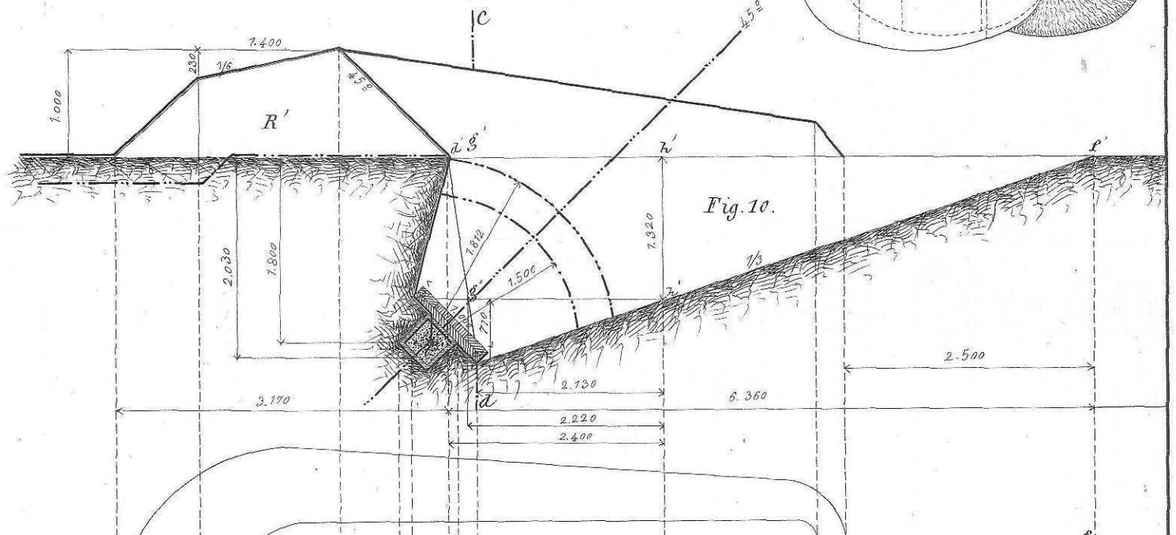
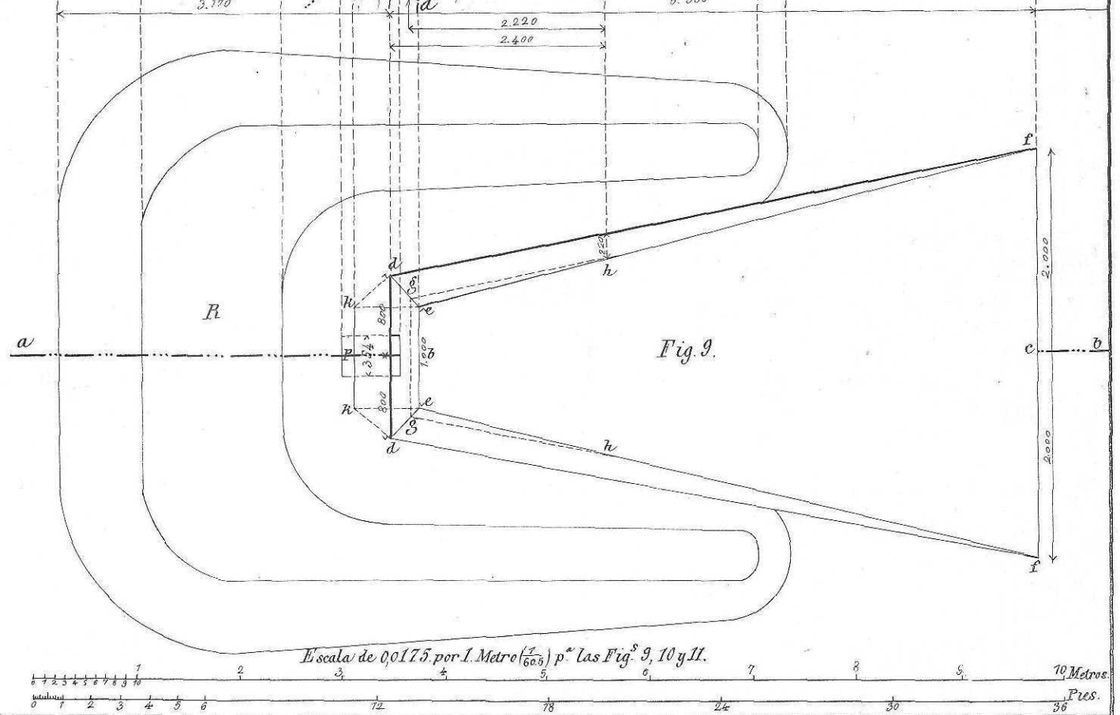
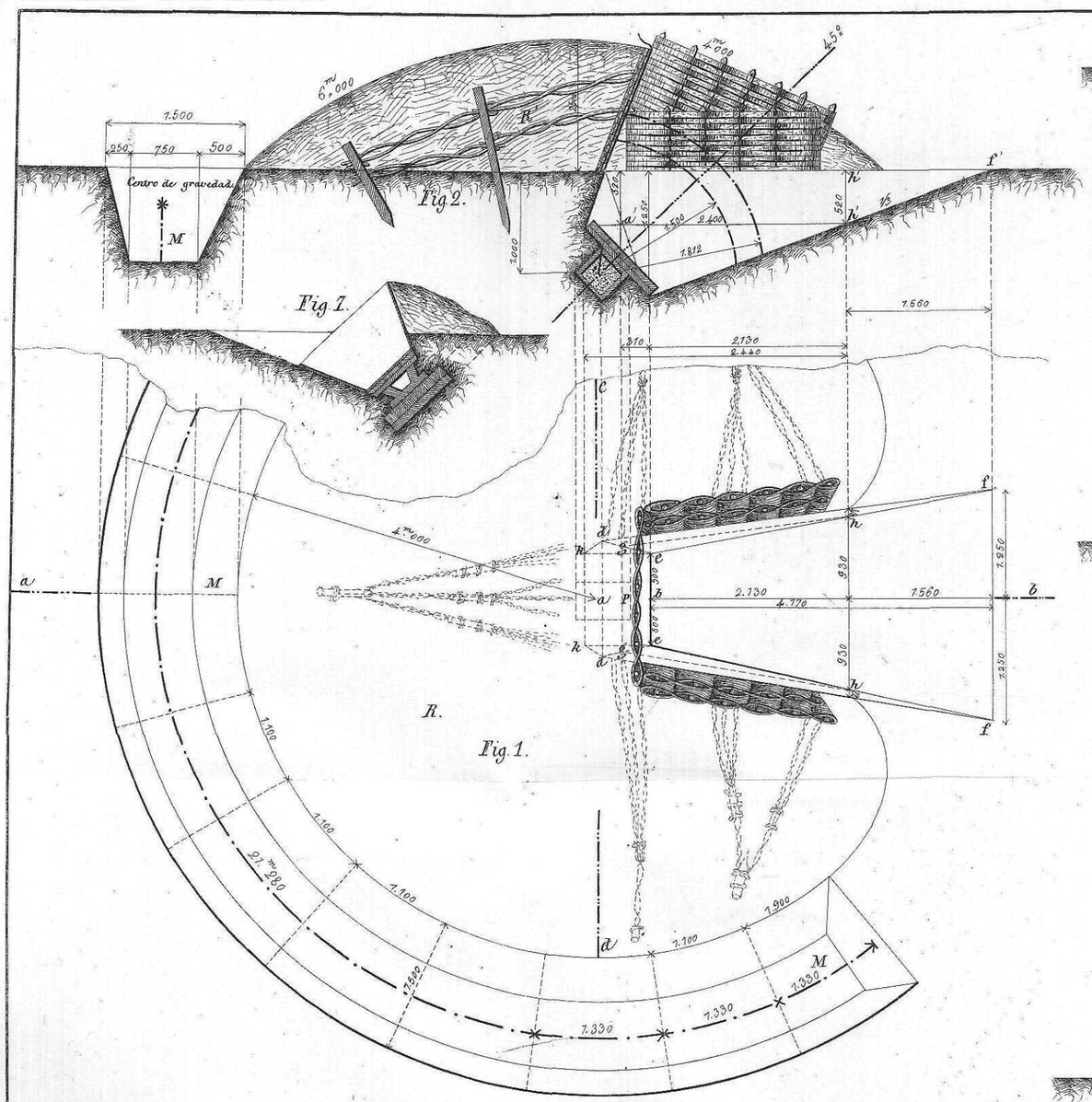
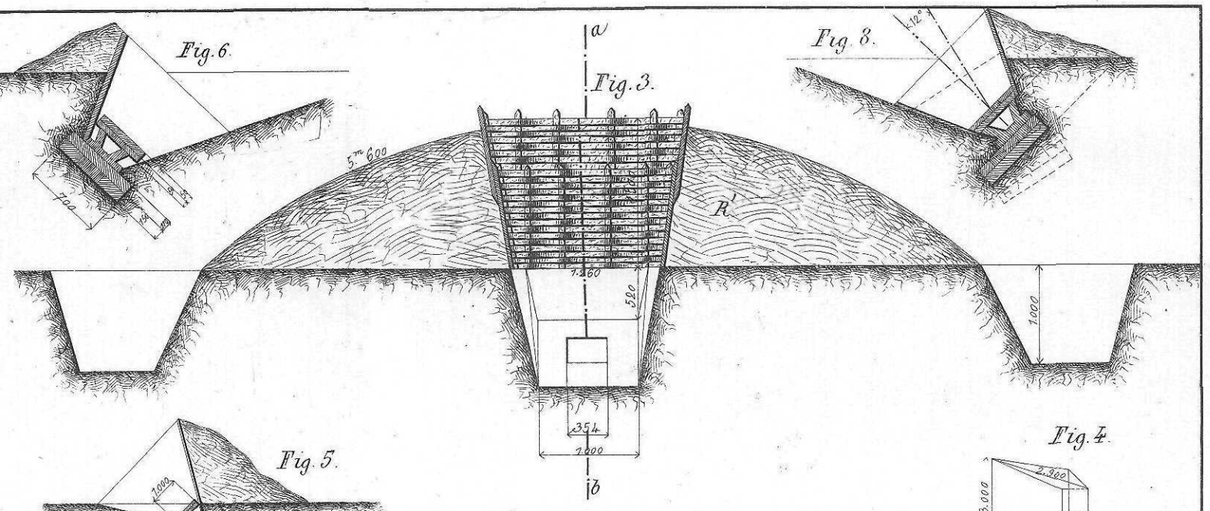


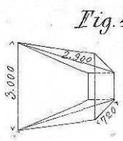
Fig. 9.

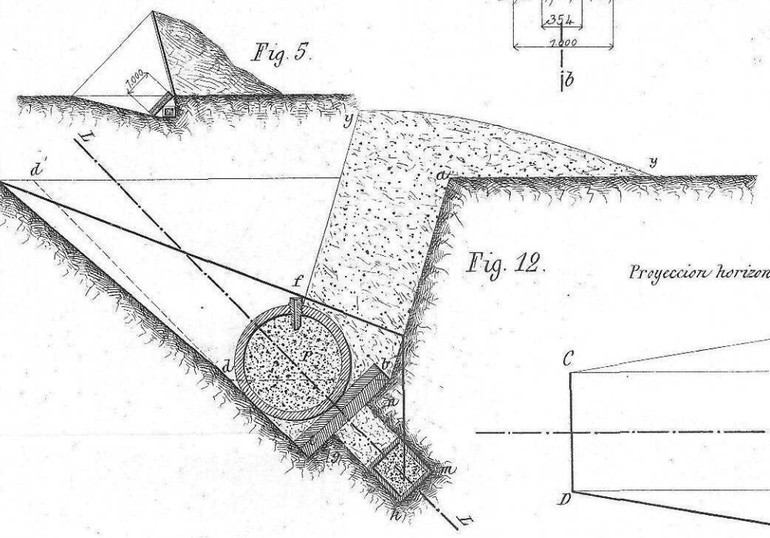


Escala de 0,0175 por 1 Metro $(\frac{1}{60.5})$ p.ª las Figs. 9, 10 y 11.









Proyeccion horizontal de la Fig.ª 12.

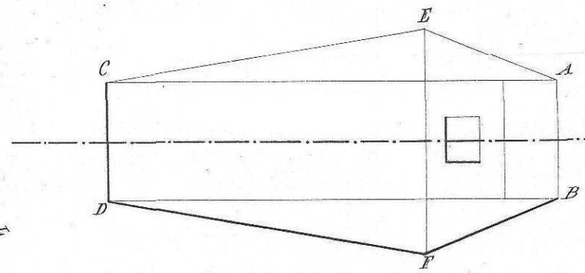
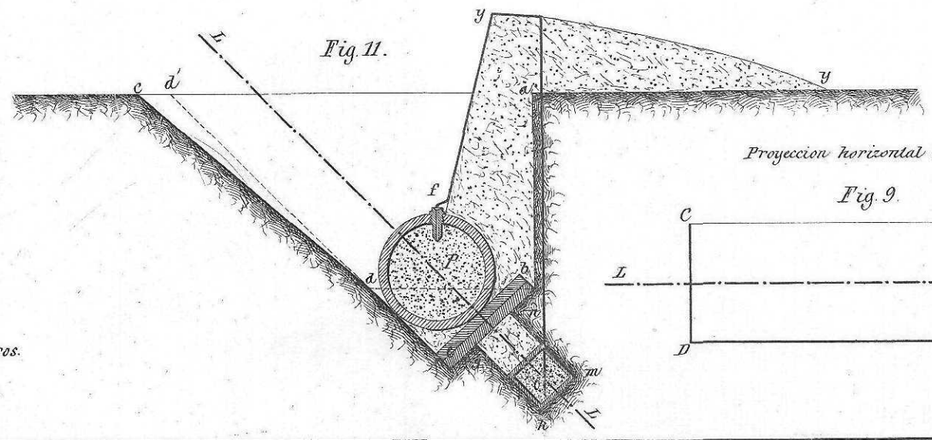
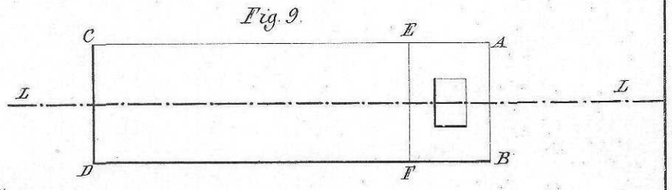


Fig. 10.



Proyeccion horizontal de la Fig. 11.



Escala de 0,005 por 1 Metro ($\frac{1}{200}$) p.ª las Fig.ª 4 y 5.

4 Metros.

14 Pies.

Escala de 0,020 por 1 Metro ($\frac{1}{50}$) p.ª las Fig.ª 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

2 Metros.

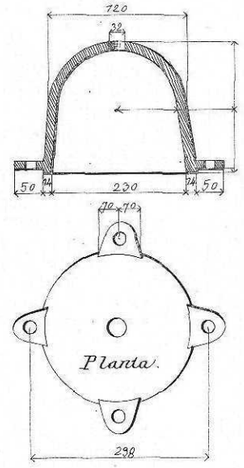
7 Pies.

Escala de 0m,0115 por 1 Metro ($\frac{1}{60,5}$) p.ª las Fig.ª 1, 2 y 3.

10 Metros.

36 Pies.

Fig. 1.



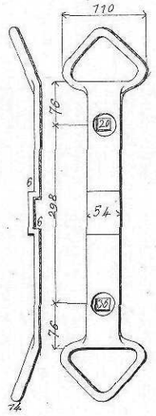
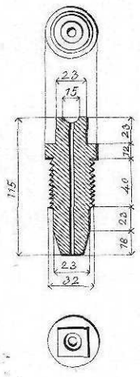
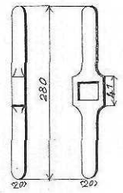


Fig. 1 (a)





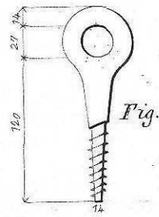
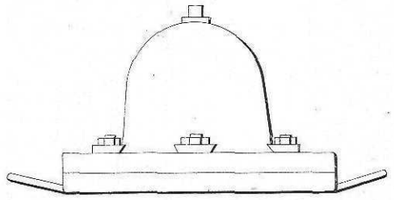


Fig. 2.

Fig. 1 (d)



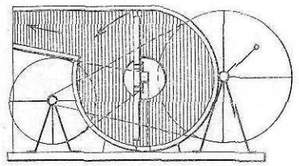


Fig. 7.

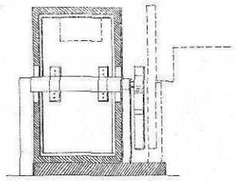


Fig. 8.

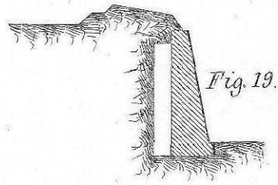


Fig. 19.

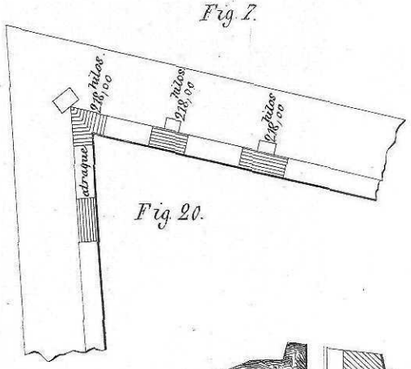


Fig. 20.

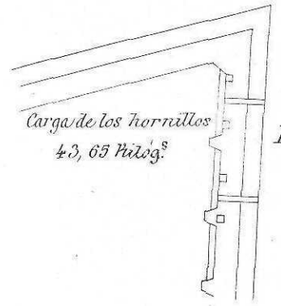


Fig. 18.

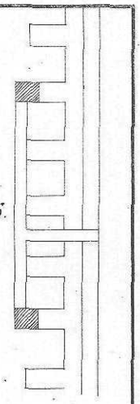


Fig. 16.

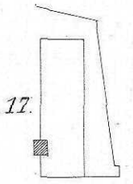


Fig. 17.

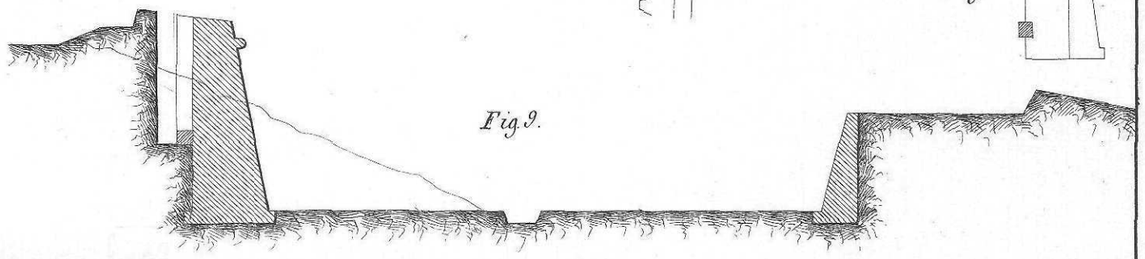


Fig. 9.

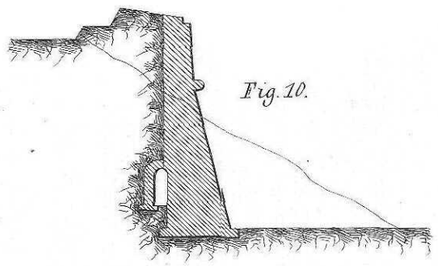


Fig. 10.

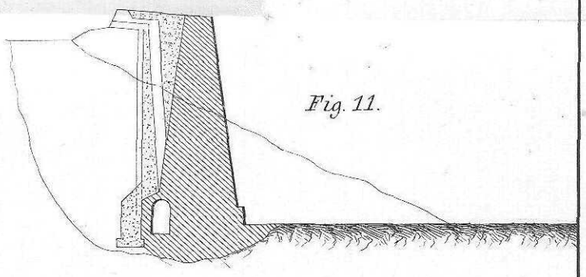
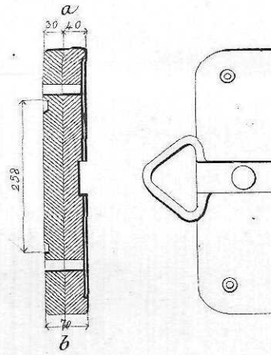


Fig. 11.



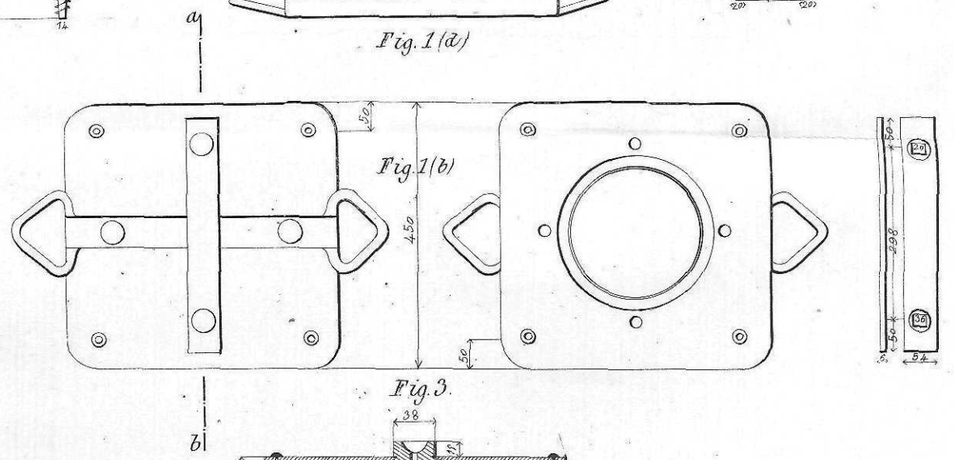
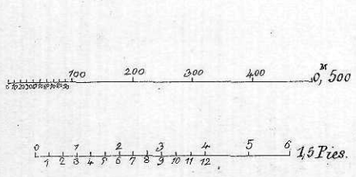
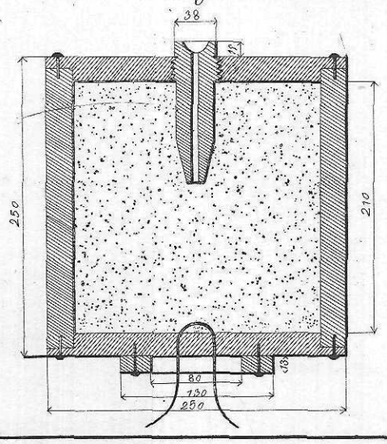
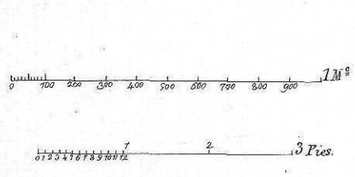


Fig. 3.







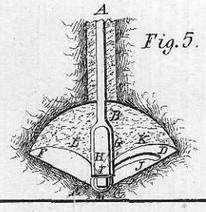


Fig. 5.

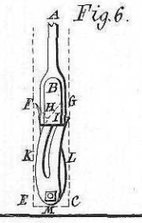


Fig. 6.

Fig. 12.

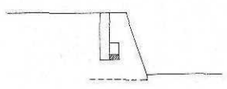


Fig. 13.

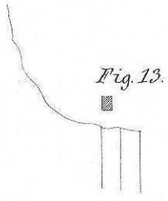


Fig. 14.

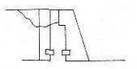
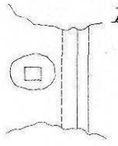


Fig. 15.





MISCELANEA.

NOTICIA REMITIDA DESDE PARIS

por el Teniente coronel del Cuerpo

DON NICOLAS VALDÉS

SOBRE

LA PLANCHETA FOTOGRAFICA

inventada por el médico de aquella capital

Mr. CHEVALLIER.[1]

Mr. A. Chevallier, médico del hospital *du Ros-Caillon* (París), acaba de inventar un instrumento á que llama *Plancheta fotográfica*, por medio de la cual se puede levantar el plano de un país con suma exactitud y rapidez, conocidos que sean los simples procedimientos de la fotografía.

Por el interés de actualidad que ofrece esta invencion y la

(1) La idea que sirve de fundamento á este invento la tuvo ya en 1853 el entonces Capitan del Cuerpo y Profesor de nuestra Academia D. Angel Rodriguez Arroquia, quien la consignó en un escrito dirigido al Excmo. Sr. Ingeniero general, cuyo objeto es demostrar la posibilidad de levantar el plano de un terreno por medio de dos estaciones fotográficas hechas en los estremos de una base elegida convenientemente.

feliz aplicacion que puede tener en España, me ví con el autor así que tuve la primera noticia, y no solamente conseguí enterarme de la composicion de este ingenioso instrumento, sino que por efecto de la amabilidad de su inventor pude practicar con él y convencerme de la exactitud y fijeza de todas las operaciones topográficas que se quieran ejecutar.

Debo, por tanto, recomendarle muy eficazmente y llamar la atencion que merece el autor y su invento hácia las personas y corporaciones científicas.

Se compone de un daguerreotipo ordinario *a* (véase la lámina), sentado horizontalmente sobre un círculo graduado de metal *b*, que á su vez lo está y gira resvalando sobre otro *c*, fijo á la mesa de un trípode de plancheta ó cualquiera otro instrumento geodésico. Este último círculo, de mas espesor que el primero, lleva en su canto dos órdenes de dientes para engranar en un tornillo sin fin *d* y una rueda dentada *e*, produciéndose á la vez con ellos los dos movimientos horizontal y vertical de que ahora hablaremos. La cámara del daguerreotipo termina posteriormente y en su parte inferior en una tabla saliente *f*, á que está adosada una plancha metálica que lleva el nonio para apreciar, si se quieren, los ángulos azimutales de 12″ en 12″.

Al estremo izquierdo de la misma tabla saliente hay dos ejes, tambien metálicos, *g*, *h*, perpendiculares entre sí, con dos ruedas dentadas cada uno, respectivamente iguales, y engranando, la inferior del vertical con el borde del círculo horizontal *c*, su igual en el otro eje con el borde del círculo vertical *i* que lleva la placa sensible, y entre sí las intermedias cónicas, de diámetro algo mayor que el de las anteriores.

Al otro estremo de la espresada tabla *f* existe una polea vertical *j*, cuyo eje lleva otra rueda dentada para engranar con el piñon de una manivela *k*. Esta polea corresponde á otra inferior *l* en su mismo plano, que existe en el estremo del tornillo sin fin *d* á la altura del canto inferior del círculo fijo. Ambas

poleas se trasmiten su movimiento por medio de una correa de goma elástica *m* (1).

Resulta de esta disposicion de ruedas y poleas, que, dando vuelta á la manivela, gira horizontalmente el círculo superior y con él la cámara oscura, cuyo eje vertical corresponde al tornillo *n*) y verticalmente el círculo *i* que lleva la placa sensible. Y como estos círculos son de un mismo diámetro é igual número de dientes en sus bordes, engranados en piñones iguales entre sí, el camino recorrido por ambos en todos los instantes ha de ser tambien necesariamente igual. Así, pues, descubierto el objetivo desde el momento en que su focus pinta visiblemente las imágenes de los diferentes objetos que tiene á su frente, y producido el doble movimiento, se ven coincidir los dos puntos de partida, el 0° por ejemplo, con los 360° en ambos círculos al terminarse una revolucion. Los objetos que durante ella se habrán figurado en la placa del daguerreotipo, han ido formando desde el punto de estacion (centro del instrumento) los diversos ángulos horizontales que se habrán podido medir con el círculo graduado, como sucede con un instrumento cualquiera de topografía. Si, pues, estos ángulos han quedado grabados en la placa sensible, el problema está resuelto. Veamos á este fin la ingeniosa disposicion inventada por Mr. Chevallier.

De dos maneras obtiene la espresada solucion, segun el grado de sensibilidad de la materia con que se preparan las placas.

1.° Operando á visuales por cada uno de los puntos que se quieren fijar en el plano, para lo cual basta mirar por la pínula *p*, que puede ser un anteojo telemétrico.

---

(1) Recientemente acaba de hacer el autor una modificacion en la trasmision del movimiento, la cual consiste en sustituir á las dos poleas antedichas, dos cilindros en contacto forrados de terciopelo. Por este medio el movimiento es mas dulce y uniforme.

Y 2.° Por medio del movimiento continuo producido por la manivela.

Debemos observar con este objeto, y es en lo que consiste la parte mas esencial de esta importante invencion, que la imágen panorámica grabada en la placa no diferiria en nada de la que se podria obtener con un daguerreotipo ordinario, inservible, por consiguiente, á las aplicaciones topográficas, si apareciese toda entera en la misma placa sin marcarse en ella el centro de estacion y los rayos visuales que de él partan á los diferentes puntos que se quieran fijar. Para alcanzar este fin, dispone Mr. Chevallier dos especies de mamparas *o*, *q*; las *o* que entran y marchan verticalmente por entre la caja *r s* que contiene la placa sensible *t*, y las *q* que forman á partir del centro del círculo, un ángulo tan agudo como se quiera, aproximándose ó separándose por efecto de dos barras escéntricas que van á unirse á la cremallera *u*, movida por el tornillo *v*. Del centro del círculo parte un hilo vertical, como se ve en *x*, prolongacion del eje de la pínula, y traza del plano determinado por esta línea y el eje horizontal del daguerreotipo. La doble caja *r s* no deja ver por un lado mas que la mitad del círculo, por lo que las imágenes se pintan en la parte inferior, limitadas lateralmente cuanto se quiera segun el espacio que dejan abierto las mamparas; espacio que conviene sea el menor posible, á fin de no ocupar mucho campo en la placa por cada objeto observado.

Resulta de aquí, que sin salir la placa del daguerreotipo y haciéndola girar al rededor de su eje lo suficiente para que una nueva imágen se proyecte al lado de la anterior, y dirigiendo el objetivo á los distintos puntos del horizonte, se podrian obtener cuadros parciales, cuyo conjunto será el verdadero panorama del país, en el que aparecerán tantos rayos ó trazas como sean las visuales tiradas por la pínula ó telescopio: trazas que formarán naturalmente los diferentes ángulos exactos que se puedan haber medido á mas abundamiento con el círculo graduado.

La cremallera *u* está dividida en 180° correspondientes á los que miden las mamparas radiantes *q*. Así, observando un objeto y visto el campo que estas dejan á la placa, leyendo en la cremallera el ángulo que abrazan, se podrá saber de antemano el número de vistas parciales, y por consiguiente de objetos visados que se podrán contener en cada círculo.

El esterior que se ve tras de la caja vertical que contiene la placa, cuyo eje es el mismo que el de esta, sirve para hacer visible el movimiento de la misma y comprobar á cada instante la exactitud de los ángulos proyectados que va señalando una aguja sujeta al espresado eje. El limbo está penetrado de agujeros de dos en dos grados, donde se ponen botones ó pequeños pasadores por cada amplitud del ángulo que forma un panorama parcial, con el fin de no confundir las imágenes en la placa de una á otra observacion. De esta manera se pueden obtener, á mas de los ángulos azimutales, todos los episodios casi simultáneos de una accion general de cualquiera naturaleza que sea.

En *y* existe una brújula que se utiliza para la orientacion del plano haciendo coincidir con la línea *N. S.* el eje de la alidada, y dejando abierto el objetivo el tiempo suficiente para que se imprima en la placa la traza del plano vertical correspondiente.

Claro es que hallada así la imágen negativa del país, se podrán obtener tantas pruebas positivas como se quieran.

Este primer método de la aplicacion de la fotografía al levantamiento de un plano de cualquier país, no deja nada que desear en cuanto á la exactitud; siendo natural y prácticamente comprobado que, repetidas todas las operaciones bajo igual amplitud de ángulo en las mamparas, se confundan entre sí todas las vistas panorámicas y por consiguiente las trazas de las visuales: comprobacion de exactitud que no puede asegurarse con otro instrumento geodésico, aunque cada ángulo apreciado sea el término medio de tres ó cuatro observaciones.

Se concibe, á mas de lo dicho para la medida de ángulos,

que con este instrumento se puede proceder á la nivelacion de cualquier terreno; para lo cual basta marcar en la placa una horizontal, que quedará señalada en todas las vistas parciales.

Para empezar las operaciones topográficas, fijo que sea el instrumento, y puesta su meseta horizontal por medio de un nivel de aire, se hace salir la caja interior de la cámara oscura hasta que el focus del objetivo pinte distintamente las imágenes en el plano de un cristal circular que ocupa provisionalmente el lugar de la placa sensible. Se dirige luego la primera visual al punto de partida, y convencido de su coincidencia con el hilo de la pínula y el del cristal sobre la imágen, se quita este y se pone la placa; procediendo despues como con un simple círculo graduado.

El segundo método, si no mas exacto, es por lo menos mucho mas rápido y completo, puesto que no exige mas tiempo para hallar todos los puntos del país que los pocos segundos que se tardan en hacer dar una vuelta á la placa por una revolucion del círculo horizontal: á cuyo fin solo hay que manejar la manivela con movimiento uniforme. Las mamparas radiantes se cerrarán casi del todo, no dejando entre sí mas espacio que el equivalente á una línea ó el grueso que tendrá el hilo de la pínula. Sensibilizada la placa del cristal por medio del colodium ó albumino, como lo están hoy dia las de los daguerreotipos mas perfeccionados, con las que se toman instantáneamente los diversos objetos de un país y hasta su propio movimiento en los que le tienen, claro es que la línea de luz que dejan las mamparas irá dibujando en el movimiento de rotacion de la placa los diferentes elementos del campo panorámico que pasa por el objetivo durante la revolucion de este al rededor de su eje. Marcado como queda en el centro de la placa el correspondiente de estacion, no habria que hacer, despues de desarrollada la imágen y hechas las pruebas positivas, otra cosa que poner encima un círculo de talco ó un transpor-

tador con su nonio y leer los ángulos de 0° á 360° que forman todos los puntos que interesan al levantamiento del plano.

Debo manifestar, como lo he notado en las diferentes esperiencias que he tenido el gusto de verificar con este precioso instrumento, que no pudiendo acomodarse el movimiento del brazo (al manejar la manivela) á la uniformidad precisa que seria menester para la completa continuidad de accion, y por consiguiente de proyeccion de todas las imágenes, aparecerá siempre al fin de la operacion un cuadro circular radiado ó en que se ven multitud de radios mas ó menos intensos segun las diferencias de tiempo á que ha dado lugar la pulsacion ó movimiento febril del brazo operador; pero como estas líneas del centro á la circunferencia en nada alteran el conjunto, se puede prescindir de ellas para la medicion ó lectura de los ángulos, si se quiere operar por medio del cálculo, ó tirar á regla las que convenga para determinar por intersecciones las longitudes respectivas, como se hace ordinariamente con la plancheta.

Nada hay en la fotográfica que no sea digno de elogio; todo está previsto en ella; y aunque el instrumento es aun algo mas voluminoso que los conocidos para el levantamiento de planos, nada se opone á reducirle cuanto se quiera, pudiendo llegar á igual ó menor tamaño que un teodolito ó un grafómetro. Mr. Chevallier no tuvo en cuenta otra cosa, al poner en práctica el fruto de su laboriosidad y estudios continuados por espacio de tantos años, que llegar á una solucion clara y sin peligro de error alguno, haciendo lo mas visibles que se pudieran las imágenes del gran campo que se quiera abrazar de una vez, dejando para mas adelante variar, si fuera menester, las proporciones de su plancheta. Tal como es hoy dia este ingenioso aparato, que podemos decir no ha salido de la condicion de instrumento de estudio, es tan manejable y tan perfecto como utilísimo en sus aplicaciones.

Seria, por tanto, de desear que ya para alentar la noble

emulacion de su modesto inventor, ya para ensayarle en grande escala, se hiciera la adquisicion de uno por cada una de las diferentes corporaciones que pueden haber un interés directo en las aplicaciones á la topografía. Es por esto que tanto se ha recomendado esta preciosa invencion por várias autoridades científicas de Francia, entre ellas la *Societé d'encouragement* de París y vários miembros del Instituto.

RELACION *que manifiesta el resultado del noveno sorteo de libros, mapas é instrumentos correspondiente al año de 1859, celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia 27 de octubre de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	NOMBRES.	LOTES.
1.°	71	Depósito Topográfico de Valencia.		*Armengaud.* Publicacion industrial de máquinas, útiles y aparatos.
2.°	296	Teniente.	D. Ramon Calvo.	*Koch.* Táctica del Marqués de Ternay. *Pasley.* Reglas para conducir un sitio. *Perdreau.* Cosmografia. *Cayuela.* Tablas de reduccion.
3.°	39	Coronel.	D. Pedro Abello.	*Ponteconlant.* Teoria analítica del sistema del mundo.

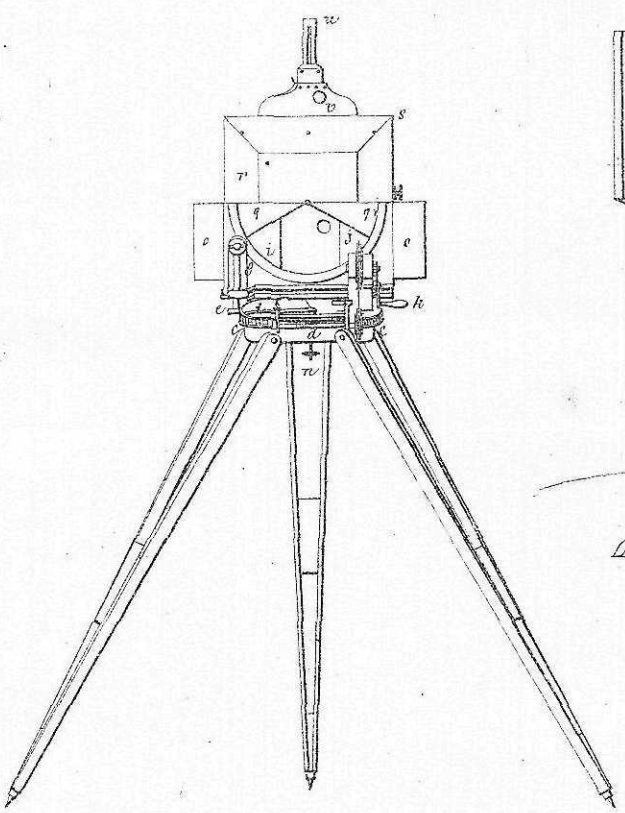
Guadalajara, 27 de octubre de 1859.=El Ayudante encargado=*Antonio Roji.*=V.° B.°=*Otermin.*

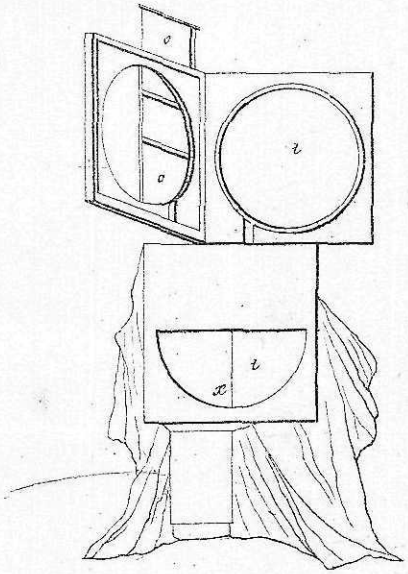
RELACION *que manifiesta el resultado del décimo sorteo de libros, mapas é instrumentos, correspondiente al año de* 1859, *celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 27 *de octubre de dicho año.*

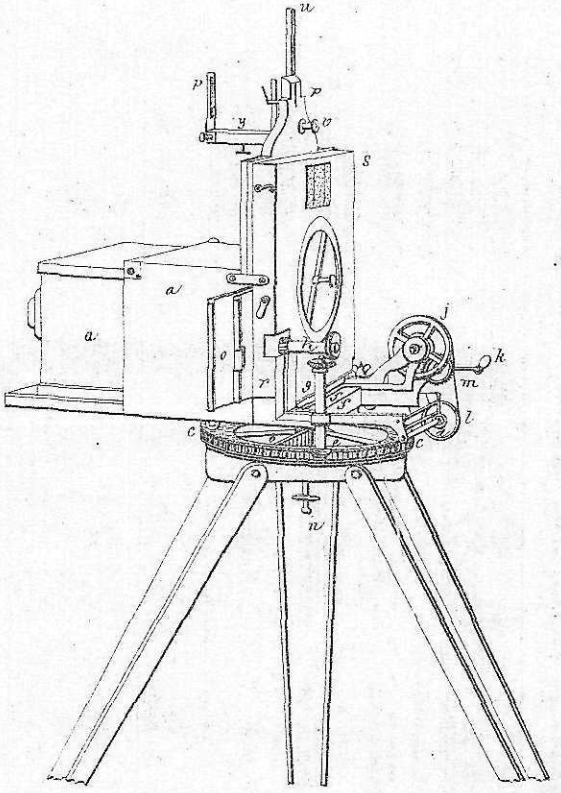
NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	257	Capitan.	D. Francisco Ruiz Zorrilla.	*Bruyere*. Estudios relativos al arte de las construcciones.
2.°	293	Capitan.	D. Rafael Pallete.	*Niel*. Sitio de Sebastopol. *Loresecha*. Investigaciones matemáticas.
3.°	32	Brigadier.	D. José Navarro.	*Rudtorffer*. Geografía militar de Europa. *Anónimo*. Memoria sobre la fortificacion poligonal. *Corréard*. Reconocimientos militares. *Manguin*. Memoria sobre la fortificacion poligonal.

Guadalajara, 27 de octubre de 1859.=El Ayudante encargado=*Antonio Roji*.=V.° B.°=*Otermin*.

Plancheta—fotográfica.







Litografía de Ingenieros.

J. Pajares G.

MISCELANEA.

CALCULO DE LAS PILAS DE BALAS

CON SOLOS LOS PRINCIPIOS

DE GEOMETRIA ELEMENTAL.

Era por los años de 1817 cuando D. Bartolomé Amat, de honrosa memoria en el Cuerpo de Ingenieros y uno de los Profesores mas dignos que ha tenido su Academia, propuso la resolucion de este problema á sus discípulos.

Seguramente la teoría de los números figurados es la que conduce con mas sencillez á las fórmulas que dan el número de balas de una pila; pero aquella teoría se olvida con el tiempo, y en la práctica es necesario buscar estas fórmulas en un *Manual* ó consultar tablas que dan calculado dicho número.

No sucede lo mismo con las verdades de Geometría, ya por su frecuente uso, ó ya porque entrando por los ojos dejan indelebles en el ánimo sus impresiones. Nadie olvida, en efecto, que el volúmen de un prisma es el producto de su base por su altura; que el de una pirámide es el tercio del prisma de igual base y altura, y otras reglas de continua aplicacion.

Con solos estos recuerdos, el que escribe las presentes líneas ha calculado de memoria las pilas de balas en cuantas ocasiones desde la citada fecha le han ocurrido, componiendo sus fórmulas sin esfuerzo alguno para las pilas generalmente adoptadas por los artilleros.

Este método puede además insertarse como aplicacion de la Geometría en todos los tratados de matemáticas que se escriban para militares y en los cuales no suele darse la doctrina de las séries.

Las bases de las pilas usadas por los artilleros son: ó un triángulo equilátero, ó un cuadrado, ó un rectángulo.

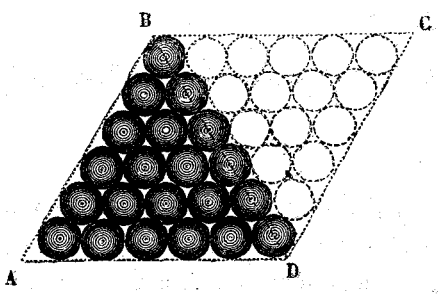


Fig. 1.ª

Considérese primero una base triangular *ABD* en que se coloca una capa horizontal de balas, y complétese el rombo *ABCD* de quien es mitad el triángulo.

Cuando en Geometría se dice abreviadamente que el área de un paralelógramo es el producto de su base por su altura, se sobreentiende que es el producto del número de unidades de superficie que formando una fila pueden aplicarse á la base por el número de filas iguales que pueden acomodarse dentro del paralelógramo.

Por comodidad se adoptó la figura cuadrada para unidad superficial, pero sabido es que para un paralelógramo cualquiera podria emplearse por unidad un paralelógramo semejante. En el caso actual la unidad es el círculo máximo de la bala; y la igualdad de sus rádios hace que las líneas de sus centros y de sus puntos de contacto, al colocarse tantas filas

como unidades tenga la base, formen siempre triángulos equiláteros. Así, pues, el número de balas que caben en el rombo *AC* viene á ser el producto de las que caben en la base *AD* por el número de filas que hay, y que por la causa espresada es el mismo que el de unidades de la base. Se halla por consiguiente el número de balas de la capa *AC* multiplicando por sí mismo el número de las de una fila *AD*.

Ahora bien, al tomar la mitad de este producto para tener las balas del triángulo *ABD*, se echa de ver que quedan del otro lado de la diagonal *BD* del rombo la mitad de cada una de las balas correspondientes á esta línea, ó la mitad de una fila de balas, las cuales, sin embargo, hacen parte de la capa triangular *ABD* considerada al principio. Es pues necesario para tener esta capa añadir á la mitad del producto espresado la mitad de una fila.

En el caso de la figura siendo 6 el número de balas de la fila, las del rombo serán 36, y añadiendo á su mitad 18 la mitad 3 de la fila, se tendrán las 21 de la capa triangular (1).

Si cumpliendo con la condicion de continuidad se quisiera aplicar el rigor geométrico á la anterior demostracion, bastaria concebir que, fija la primera fila *AD* se corren las otras hácia la izquierda hasta que las líneas de los centros y de los puntos de contacto sean perpendiculares á *AD*. El rombo se convertiria en cuadrado: inscrita cada bala en un cubo, el conjunto de estos formaria un paralelepípedo recto contínuo de base cuadrada y de una altura igual al diámetro de la bala.

Bastaria repetir respecto de estos cubos lo dicho de las balas.

---

(1) En general llamando n el número de balas del lado del triángulo, será n^2 el del rombo y

$$\frac{n^2}{2} + \frac{n}{2} \text{ ó } \frac{n(n+1)}{2}$$

de balas de la capa triangular.

Igual consideracion se aplicaria á los problemas que siguen para no dejar nada que desear en punto á exactitud geométrica.

Pila triangular.

Esto sentado, sea una pila de base triangular *SABD*. Concíbase completado el prisma de que hace parte y cuyas aristas serán paralelas á *SA*. El número de balas del prisma será el

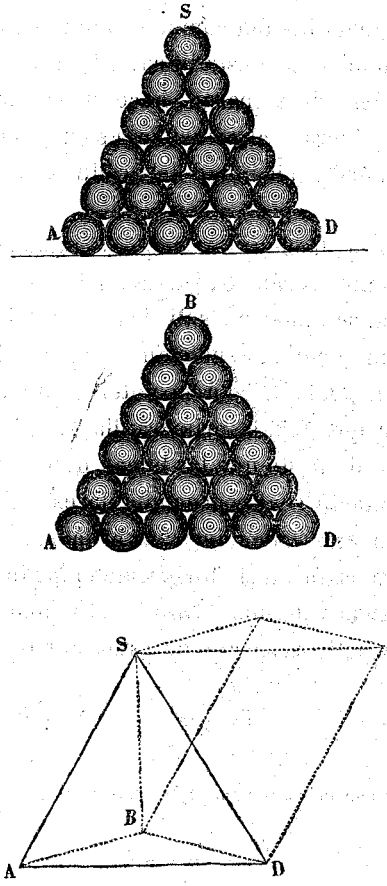


Fig. 2.ª

producto de las que hay en la base *ABD* por el número de capas iguales á esta base, número que es el mismo que el de balas de uno cualquiera de los lados *AB*, *AD* ó *BD* de la base.

Pero al cortar el prisma por el plano *SBD* para separar la pirámide, se ve análogamente á lo que sucedió con el triángulo respecto del rombo, que quedan fuera de ella trozos de balas equivalentes á los $\frac{2}{3}$ de todas las correspondientes á la cara *SBD*, las cuales pertenecen íntegras á la pila.

Al volúmen representado por el $\frac{1}{3}$ del prisma es pues necesario añadir los $\frac{2}{3}$ de balas del triángulo *SBD*, ó lo que es igual, $\frac{2}{3}$ de las balas de la base *ABD*, para obtener las balas de que consta la pila.

Por ejemplo, si el número de balas del lado de la base es 6, las del triángulo de esta serán 21 segun lo dicho anteriormente: las del prisma serán el producto de 21 por el número 6 de capas ó 126 balas. Tomando la tercera parte de 126, que es 42, y añadiéndole los $\frac{2}{3}$ de 21 ó 14, se tendrán 56 para el número de balas de la pila triangular (1).

En la práctica convendrá calcular sucesivamente el triángulo, el prisma y la pirámide ayudándose de los recuerdos de Geometría, ya para cada caso particular, ya para establecer la fórmula, pero teniendo presente que la diagonal del rombo deja fuera la mitad de las balas que atraviesa, y que análogamente el plano que corta el prisma para obtener la pirámide se deja fuera de esta los $\frac{2}{3}$ de las balas atravesadas por dicho plano.

---

(1) En general para una pila cuyo lado tiene n balas se hallará

$\frac{n^2+n}{2}$, ó $\frac{n\,(n+1)}{2}$ para la base;

$\frac{n^2+n}{2} \cdot n$, ó $\frac{n^2\,(n+1)}{2}$ para el prisma, y

$\frac{1}{3} \cdot \frac{n^2\,(n+1)}{2} + \frac{2}{3} \cdot \frac{n\,(n+1)}{2}$, ó $\frac{1}{6}\,n\,(n+1)\,(n+2)$ para la pila.

Pila de base cuadrada.

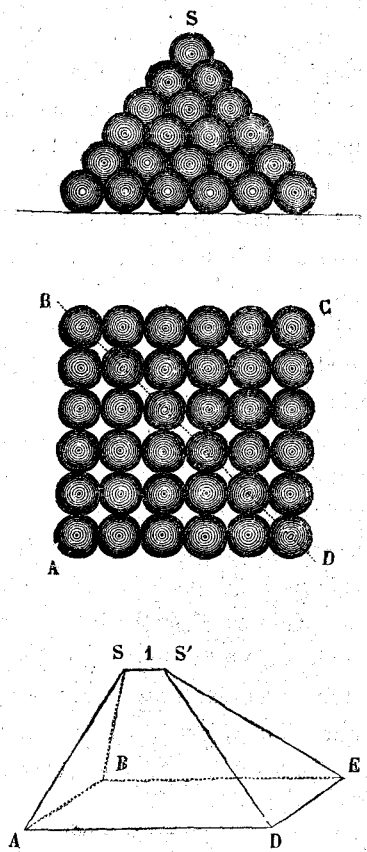


Fig. 3.ª

Para el cálculo de esta pila podria emplearse el de la pirámide triangular tomando primero por base la capa *ABD*, despues la que tiene por base la *BCD*, y restando de la suma de las dos pirámides la capa vertical triangular de balas, cuya base está en las de la diagonal *BD*, que se ha contado dos veces.

Es empero mas corto considerar esta pila como un prisma truncado cuyas bases opuestas son las caras triangulares laterales *SAB*, *S'DC* y cuyas aristas son *AD*, *BC*, *SS'*.

Recordando que el volúmen de un prisma triangular truncado es el producto de su base por el $\frac{1}{3}$ de la suma de las tres aristas, se tiene resuelto el problema. Dado el número de balas del lado *AB* del cuadrado, se calcularán las del triángulo *SAB*: al hacer despues la multiplicacion del número resultante por el $\frac{1}{3}$ de las tres aristas, se tendrá presente que la superior *SS'* consta solo de una bala, y que las otras dos *AD*, *BC* son iguales y lados del cuadrado.

Por ejemplo, siendo de 6 balas el lado de la base, las de la cara lateral serán 21: el $\frac{1}{3}$ de las tres aristas 6+6+1 será $\frac{13}{3}$ y el producto de 21 por $\frac{13}{3}$ ó 91 dará las balas de la pila (1).

Pila rectangular.

Este caso coincide con el anterior.

La pila puede mirarse como un prisma triangular truncado cuyas bases opuestas son *SAB*, *S'DC* y las aristas *SS'*, *AD*, *BC*. La superior consta siempre de una bala mas que la diferencia entre el lado mayor y el menor del rectángulo.

---

(1) En general si n es el lado del cuadrado, el triángulo lateral será

$$\frac{n^2+n}{2} \text{ ó } \frac{n(n+1)}{2};$$

las tres aristas, n, n y 1;
su suma

$$2n+1;$$

y el producto

$$\frac{n(n+1)}{2} \cdot \frac{2n+1}{3},$$

ó

$$\frac{1}{6} n(n+1)(2n+1)$$

el número de balas de la pila.

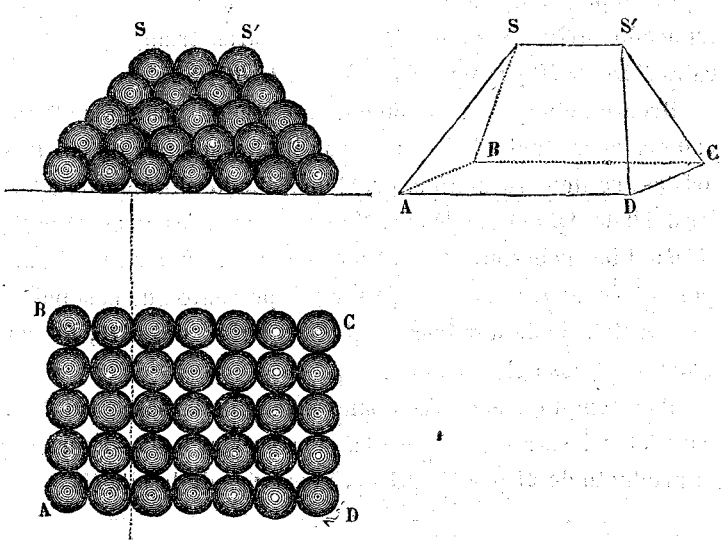


Fig. 4.ª

En el ejemplo de la figura el lado mayor del rectángulo tiene 7 balas, el menor 5; á la diferencia 2 se añadirá 1 para tener la arista superior. La suma de las tres será 17. La cara lateral *SAB* tendrá $\frac{1}{2}(5\times5+5)=15$ balas que multiplicadas por $\frac{17}{3}$ dará las 85 de la pila (1). C. P.

---

(1) En general llamando
m el número de balas del lado mayor,
n el del lado menor del rectángulo, la arista superior será

$$m-n+1;$$

y la suma de las tres

$$m+m+(m-n+1)=3m-n+1.$$

El triángulo lateral tendrá $\frac{n^2+n}{2}$ ó $\frac{n(n+1)}{2}$ balas; y el producto

$$\frac{n(n+1)}{2}\cdot\frac{3m-n+1}{3}$$

ó

$$\frac{1}{6}\,n(n+1)(3m-n+1)$$

será el número de balas de la pila rectangular.

NOTICIA VERBAL

SOBRE EL

MANUAL DEL INGENIERO

del Teniente coronel

DON NICOLAS VALDÉS,

dada por Mr. Morin *en la Academia de Ciencias de Paris en la sesion del 9 de enero de* 1860.

Mr. Valdés, Teniente Coronel del Cuerpo de Ingenieros militares en España, acaba de publicar bajo el título de *Manual del Ingeniero*, una obra que está llamada á prestar útiles servicios á todos los Ingenieros de su pátria en esta época en que tantos enérgicos esfuerzos, secundados por el Gobierno, tratan de volver á este bello país su antiguo esplendor.

El enunciado solo de las materias que abraza el autor, demuestra los estensos estudios teóricos y prácticos á que ha debido entregarse para reasumir los principios en un solo volúmen. La obra se compone en efecto de ocho capítulos.

El primero contiene los principios, reglas y métodos de la Aritmética; las tablas, números, reglas y fórmulas de la Geometría y de la Trigonometría; los principios y fórmulas princi-

pales del cálculo diferencial é integral; terminando por la descripcion de los instrumentos y de las operaciones topográficas.

El capítulo segundo está consagrado á la Mecánica, cuyas nociones fundamentales y principios se hallan reasumidos con cuidado, aunque de una manera que tal vez pudiera parecer un poco demasiado científica para una obra destinada á los Ingenieros de un país donde los elevados estudios matemáticos no han alcanzado aun todo el desarrollo que seria de desear.

Las reglas conocidas para el aforamiento de las corrientes de agua y el establecimiento de los canales y cañerías, se hallan desarrolladas en el capítulo tercero, donde el autor ha discutido muchas aplicaciones importantes á distribuciones de aguas.

El capítulo cuarto está dedicado á los motores hidráulicos, á las máquinas para elevar el agua, y á los molinos de viento.

La construccion y el estudio de los efectos de las máquinas de vapor son el objeto del capítulo quinto, en el cual Mr. Valdés da á conocer los resultados de la esperiencia y las condiciones para el establecimiento de este género de motores.

El estudio del vapor, de las máquinas que este hace marchar, de las calderas que le producen, de todos los órganos que constituyen las máquinas de vapor y los vehículos á los cuales sirven de motores, como tambien el de las ruedas y hélices empleadas para los barcos de vapor, han sido objeto de numerosas investigaciones reasumidas en este capítulo.

El capítulo sesto está consagrado al estudio de los materiales empleados en las construcciones; y á los datos generales que ha tomado de otros autores, Mr. Valdés ha unido un gran número de observaciones propias y que se refieren mas particularmente á los materiales que se emplean en España y sus colonias. Esta parte de su trabajo, del todo peculiar á su pátria, no será una de las menos útiles al desarrollo y ejecucion de los grandes trabajos de caminos de hierro que deben contribuir allí tan poderosamente á aumentar la riqueza pública.

Las fórmulas y reglas deducidas de la teoría y de la esperiencia para apreciar la resistencia de las diversas piezas empleadas en las construcciones, siguen al estudio directo de los materiales, y el autor demuestra en el resúmen de estas reglas un conocimiento muy profundo en el asunto.

El estudio de los principios que deben guiar á los Ingenieros en la eleccion de los modos de cimentar en los trabajos hidráulicos ó cualesquiera otros, la esposicion de los procedimientos mas nuevos puestos en uso para la ejecucion de los grandes trabajos de arte, las reglas que han de seguirse para la construccion de las bóvedas, se hallan tambien reunidas en el capítulo sesto.

Bajo el título de *Arquitectura higiénica*, el autor trata en él de la ventilacion, calefaccion y de todos los accesorios de las habitaciones.

La construccion de puentes de todo género, hace el objeto del último artículo de este capítulo; y las reglas del arte para todos los sistemas en uso, están allí reasumidas con cuidado, al mismo tiempo que se han introducido numerosas aplicaciones y notables ejemplos.

El capítulo sétimo se halla consagrado á los caminos ordinarios y á los de hierro. El autor dá en él todos los datos necesarios para su trazado, construccion y entretenimiento.

Las cuestiones que se refieren al trazado, á las pendientes de los caminos de hierro, al perforamiento de los túneles, al establecimiento de la vía y de sus accesorios, están estudiados allí con cuidado, como tambien lo concerniente al material móvil.

El capítulo octavo está consagrado á los canales de navegacion, y comprende las nociones fundamentales que deben servir de reglas para el establecimiento, trazado y alimentacion de agua de estas grandes vías interiores de comunicacion.

La obra, en fin, se termina por dos capítulos, dedicado el uno á los pozos artesianos y el otro á la Gnomónica.

Se vé por este análisis, que bajo el título de *Manual del Ingeniero* el Teniente Coronel Valdés ha reasumido la mayor parte de los conocimientos, de los principios, de las teorías y de las reglas prácticas que un Ingeniero puede tener necesidad de consultar en el curso de sus trabajos.

Mr. Valdés no pretende, por otra parte, haber hecho una obra original; reconoce que su *Manual* no es sinó una compilacion de los trabajos publicados en otros paises y particularmente en Francia, y se ha impuesto la obligacion de señalar el orígen de donde los ha tomado. Pero un trabajo semejante exige un gran espíritu analítico, numerosas y perseverantes investigaciones, y el autor ha dado pruebas de estas diversas cualidades.

No dudamos que para todos los Ingenieros dotados de los conocimientos matemáticos, que sirven de base á los métodos que ha adoptado, el libro de Mr. Valdés será un gran recurso.

En consecuencia, creemos que la Academia debe hacer dar las gracias al Teniente Coronel Valdés por la espresion que la ha hecho de su *Manual del Ingeniero*.

RELACION *que manifiesta el resultado del undécimo y duodécimo sorteo de libros, mapas é instrumentos, correspondientes al año de* 1859, *celebrados en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 23 *de diciembre de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	»	Ingeniero general...	D. Antonio Remon Zarco del Valle.	Nivel de anteojo con caja y tripode.
2.°	»	Depósito topográfico de Galicia.		Barómetro metálico.
3.°	»	Depósito topográfico de Aragon.		Estuche de matemáticas de bolsillo. Carta de España.

Guadalajara, 23 de diciembre de 1859.=El Ayudante encargado=*Antonio Roji.*=V.° B.°=*Otermin.*

RELACION *que manifiesta el resultado del primer sorteo de libros, mapas é instrumentos, correspondiente al año de* 1860, *celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 13 *de abril de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	113	Señores Oficiales y Biblioteca de Cuba.		*Eck.* Construcciones de hierro. *Augoyat.* Ojeada histórica sobre las fortificaciones, Ingenieros y Cuerpo de Ingenieros en Francia.
2.°	300	Brigadier.	D. Gabriel Saez de Buruaga. . . .	*Bacardi.* Nuevo Colon con apéndice. *Correard.* Historia de los cohetes de guerra. *Gosselin.* Efectos subterráneos de la pólvora. *Loresecha.* Investigaciones matemáticas. *Chairaut.* Teoria de la luna.
3.°	217	Capitan.	D. José Angel Fernandez.	*Valdés.* Manual del Ingeniero. *Milne Edwards.* Historia natural. Zoología. *Griffon.* Historia de la campaña de 1815.
4.°	60	Depósito general Topográfico.		*Tregold.* Máquinas de vapor. *Gumpertz y Lebrun.* Tratado teórico de las minas. *Noizet.* Principios de fortificacion. *Ramirez Arcas.* Manual descriptivo y estadistico de España.

Guadalajara, 13 de abril de 1860.=El Ayudante encargado=*Antonio Roji.*=V.° B.°=*Otermin.*

RELACION *que manifiesta el resultado del segundo sorteo de libros, mapas é instrumentos correspondiente al año de* 1860, *celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 13 *de abril de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	301	Coronel.	D. Juan Porcell.	*Leon Feuchere.* El arte industrial.
2.°	13	Mariscal de Campo. .	D. Gregorio Brochero.	*Gournenie.* Tratado de perspectiva lineal. *Unger.* Ensayo sobre los caminos de hierro considerados como líneas de operaciones militares. *Muñoz.* Tratado de materiales. *Jussien.* Botánica.
3.°	111	Señores Oficiales y Biblioteca de Cuba.		*Niel.* Sitio de Sebastopol. *Chairaut.* Teoria sobre la figura de la tierra.
4.°	227	Teniente coronel. .	D. Ignacio María del Castillo. . . .	*O-Ryan.* Viaje militar á la Crimea. *Rodriguez.* Manual de Física. *Deless.* Materiales de construccion. *Mordret.* Memoria sobre la fortificacion. *Claudel y Larocque.* Prácticas del arte de construir.

Guadalajara, 13 de abril de 1860.=El Ayudante encargado=*Antonio Roji.*=V.° B.°=*Otermin.*

RELACION *que manifiesta el resultado del tercer sorteo de libros, mapas é instrumentos, correspondiente al año de* 1860, *celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 13 *de abril de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	29	Capitan.	D. Juan Barranco.	Trabajos de la Artillería en el sitio de Sebastopol.
2.°	262	Capitan.	D. Enrique Manchon.	*O-Ryan.* Viaje militar á la Crimea. *Muñoz.* Materiales de construccion. *Morin.* Aide-memoire de Mecánica práctica. *Correa y Viergol.* Tiro de las armas rayadas. *Noizet.* Principios de fortificacion.
3.°	184	Alumno.	D. Juan Manuel Garcia.	*Valdés.* Manual del Ingeniero. Anónimo. Contabilidad del ejército. *D'Arcy.* Memoria sobre la teoría de la Artillería. *Cayuela.* Tablas de reduccion.
4.°	131	Coronel.	D. Nicolás Valdés.	*Rodriguez.* Manual de Física. *Figuier.* Año científico é industrial. *Picot.* Defensa de las plazas. *Perdreau.* Cosmografía. *Pirón.* Fortificacion ecléctica. *Paixhans.* Fuerza y debilidad militar de la Francia. *Rombrenat.* Empleo de los hierros de doble T.

Guadalajara, 13 de abril de 1860.=El Ayudante encargado=*Antonio Roji.*=V.° B.°=*Otermin.*

PARTE OFICIAL.

MINISTERIO DE LA GUERRA.

Real órden estableciendo las divisas que han de usarse en todas las armas é institutos del Ejército.

Excmo. Señor:=Deseando la Reina (Q. D. G.) uniformar las divisas de las clases de Jefes y Oficiales de las diferentes armas é institutos del Ejército, así en la Península como en Ultramar, con presencia de lo manifestado por la Junta consultiva de Guerra en 5 de setiembre de 1856, se ha servido disponer se observen las reglas siguientes:

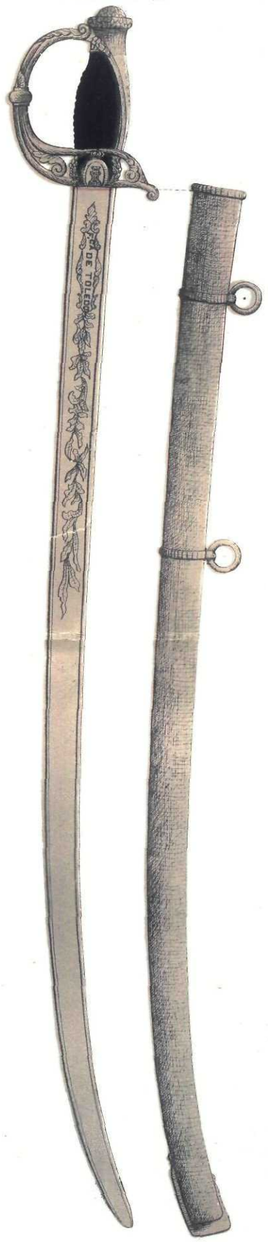
Artículo 1.° Los Coroneles usarán tres galones de cinco hilos con el intervalo de dos milímetros, llevándolos en el sombrero, chacó ó ros y en la bocamanga de la casaca, levita ó abrigo con tres estrellas de ocho puntas y tres centímetros de diámetro bordadas por bajo de los referidos galones en la bocamanga, y debiendo ser de oro ó plata segun lo fuesen los demas cabos del uniforme.

Artículo 2.° Los Tenientes Coroneles usarán del mismo modo dos galones con dos estrellas, y en igual forma, con la diferencia de ser un galon de oro y otro de plata, y lo mismo las estrellas las llevarán los primeros Comandantes ó Comandantes en las armas que no se conozca mas que una sola clase de ellos: los segundos Comandantes usarán los mismos galones que los primeros, pero llevando una sola estrella.

GEFES Y OFICIALES DE INGENIEROS—Detalles de su uniforme y equipo.

Sable.

Escala de ½



Escala de ½



Cinturon de gala—Escala de ¼



Hombreras en tamaño natural, para casaca de Oficial. En la levita se ponen sin el vivo encarnado.

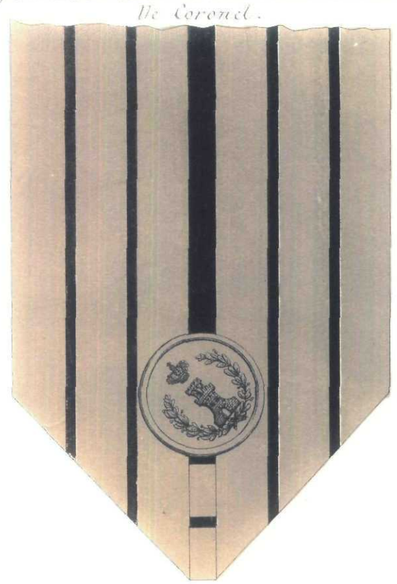


Cinturon de diario—Escala de ¼

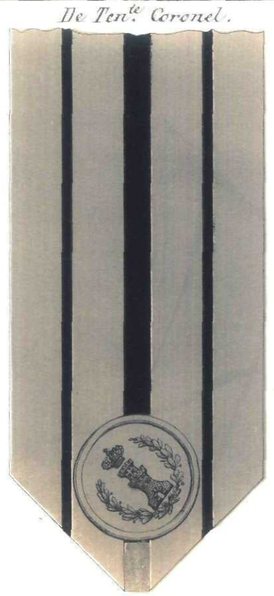


Presillas para sombrero—(tamaño natural.)

De Coronel.



De Tenᵗᵉ Coronel.



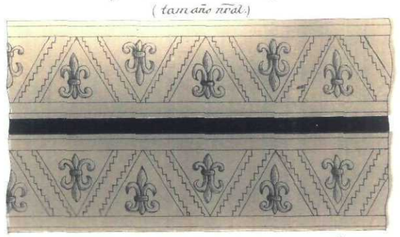
De Capitan.



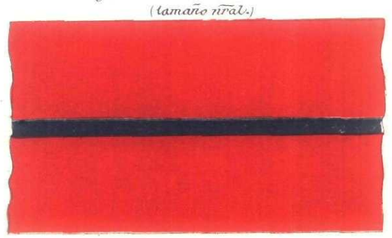
De Teniente.



Franja pᵒ pantalon de gala.
(tamaño natural.)



Franja pᵒ pantalon de diario.
(tamaño natural.)



Estrella para divisas.
(tamaño natural.)



Cromolitografia de Ingenieros

Lit.ª por el Sargᵗᵒ 2.º J. Pajares

Artículo 3.° Los Capitanes llevarán tres galones en la parte superior de cada brazo, formando un ángulo de 60° y abierto hácia la parte inferior con igual intervalo y clase que los Jefes, y además tres estrellas colocadas en el interior del ángulo, una bajo del vértice y las otras dos simétricamente á los lados.

Artículo 4.° Los Tenientes usarán dos galones en igual forma que los Capitanes con las estrellas en lo interior del ángulo junto á los lados de él, y los Subtenientes ó Alféreces un solo galon y una estrella bajo el vértice.

Artículo 5.° Debiendo significar las estrellas la efectividad de los empleos, los que tuviesen grado superior los marcarán usando los galones correspondientes á dicho grado, y en el caso de ser un Capitan ó Subalterno el que tuviese el grado de Jefe, lo marcará llevando tan solo en la bocamanga los galones del grado que tuviese.

Artículo 6.° Las divisas en sombrero, chacó ó ros, serán para los Capitanes tres trencillas, dos los Tenientes y una los Subtenientes ó Alféreces, del ancho de cinco milímetros y de diez el intervalo de cada uno.

Artículo 7.° Los Jefes y Oficiales de los Cuerpos facultativos usarán las divisas correspondientes á los grados y empleos superiores que tuviesen, con escepcion del sombrero, chacó ó ros, en que no debiendo marcarse en ello mas que efectividades, solo llevarán las correspondientes á su empleo efectivo del Cuerpo.

Artículo 8.° Se prefija el término de dos meses en la Península é Islas adyacentes y el de cuatro en las provincias de Ultramar para llevarse á efecto las anteriores disposiciones.

De Real órden lo digo á V. E. para su inteligencia y efectos consiguientes.=Dios guarde á V. E. muchos años.=Madrid, 2 de julio de 1860.=O'Donnell.=Sr. Ingeniero general.

Real órden aclaratoria de la de 2 de julio sobre divisas.

Excmo. Señor:=Deseando la Reina (Q. D. G.) que las divisas mandadas usar por Real órden de 2 de julio último tengan la debida uniformidad, se ha servido disponer:

1.° El uso de las estrellas como divisa de los empleos, no comprende á los Generales y Brigadieres, que continuarán llevando galones en los uniformes especiales que estén autorizados á usar.

2.° Los Brigadieres que desempeñen destino de Coronel, llevarán los galones de este empleo en el sombrero, chacó ó ros.

3.° El galon de las divisas de los Jefes y Oficiales tendrá de ancho un centímetro, y diez las bocamangas, conservando estas los mismos colores ó vivos que tienen actualmente.

4.° Los Jefes efectivos y graduados llevarán en los ponchos y gabanes divisas enteramente iguales á las de las bocamangas de las casacas y levitas, formando los galones un ángulo recto delante de la costura esterior.

5.° En los grados de Capitan y Subalterno, el galon inferior terminará á la altura del codo en las dos costuras de la manga de la casaca, levita ó gaban, quedando en los ponchos á la indicada altura del codo el vértice del ángulo formado por dicho galon inferior.

6.° Las estrellas serán en su totalidad de canutillo mate, y el intervalo entre ellas de un centímetro para los Coroneles, Tenientes Coroneles y primeros Comandantes, y de tres centímetros para los Capitanes y Tenientes, distando todas un centímetro del galon mas inmediato. Los segundos Comandantes llevarán solo la mas próxima al boton de la bocamanga, debiendo ser esta estrella para los primeros Comandantes del color correspondiente á los cabos del uniforme.

7.° Los Jefes de los Regimientos de Húsares llevarán los galones y estrellas en la misma forma que actualmente los usan, pero dejando el intervalo de un centímetro entre el galon superior y la trencilla del escuson cuando este sea de oro. Las divisas de los Capitanes y Subalternos de dichos Regimientos se arreglarán á lo que se previene para los demas de su clase.

8.° La distancia de las trencillas, señalada por la regla 6.ª de la Real órden de 2 de julio último, se entenderá de centro á centro de trencilla, quedando de consiguiente entre ellas un intervalo de cinco milímetros.

9.° Las divisas en las presillas de los sombreros apuntados serán dobles, dando la vuelta al boton y dejando en el medio un intervalo de cinco milímetros en la presilla de galones, y de diez en la de trencillas, sin ningun adorno esterior.

10. Los Jefes y Oficiales de los Cuerpos que usan capote de montar, llevarán, dando la vuelta al cuello de este, los mismos galones ó trencillas que deben usar en el sombrero, chacó ó ros, poniendo la bomba, cifra ó número del Regimiento dentro del ángulo recto que formará dicha divisa detrás de los botones de la cartera.

11. Los Sargentos primeros que tengan grado ó empleo superior, usarán el mismo uniforme que los demas Sargentos de su Cuerpo, pero la divisa de la manga será la que corresponda á dicho grado ó empleo superior.

12. Los Sargentos primeros efectivos ó graduados llevarán tres galones de trece milímetros de ancho, con el intervalo de dos milímetros, y colocados en la manga del mismo modo que los que usan actualmente, debiendo ser el galon del llamado de panecillo, y de oro ó plata segun los cabos de uniforme. Los Sargentos segundos llevarán dos galones iguales á los de los primeros.

13. Los Brigadieres y Subrigadieres de las compañías de Cadetes usarán las mismas divisas que los Sargentos del Ejército.

14. Los Cabos primeros y segundos llevarán divisas res-

pectivamente iguales á las de los Sargentos primeros y segundos, pero los galones serán de estambre de color rojo. En los Cuerpos en que no hay mas que una clase de Cabos, usarán estos los tres galones de estambre rojo que se señalan para los Cabos primeros.

De Real órden lo digo á V. E. para su cumplimiento y efectos correspondientes.=Dios guarde á V. E. muchos años.=San Ildefonso, 5 de agosto de 1860.=O'Donnell.=Sr. Ingeniero general.

DIRECCION GENERAL DE INGENIEROS.

CIRCULAR.

Remito á V. ejemplares de la esplicacion que he mandado formar de las insignias que corresponden á los Jefes y Oficiales del Cuerpo con arreglo á la Real órden de 2 de julio próximo pasado, para conocimiento de los que sirven á sus órdenes.

Dios guarde á V. muchos años.=Madrid, 10 de agosto de 1860.=Fito.=Sr.....

ESPLICACION *de la Real órden de 2 de julio de 1860, aplicándola á los distintos casos que pueden ocurrir en el Cuerpo de Ingenieros.*

En Infantería.		En el Cpo.	
Grado.	Empleo.	Empleo.	
		T.e	Divisa de este empleo en el brazo y en el sombrero, ros y gorra.
C.n	»	T.e	Divisa del grado de Capitan y del empleo de Teniente en el brazo; de Teniente en el sombrero, ros y gorra.
	C.n	T.e	Divisa de Capitan efectivo en el brazo; de Teniente en el sombrero, ros y gorra.
C.e	»	T.e	Divisa de Comandante graduado en la bocamanga. Divisa de Teniente en el sombrero, ros y gorra.
C.e	C.n	T.e	Como en el caso anterior.
	2.o C.e	T.e	Divisa de segundo Comandante en la bocamanga. La de Teniente en el sombrero, ros y gorra.
		C.n	En el brazo, y en el sombrero, ros y gorra, divisa de Capitan efectivo.
C.e	»	C.n	Divisa de Comandante graduado en la bocamanga; de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
	2.o C.e	C.n	Divisa de segundo Comandante en la bocamanga, de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
	1.er C.e	C.n	Divisa de primer Comandante en la bocamanga. Divisa de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
T.e C.l	»	C.n	Divisa de Teniente Coronel graduado en la bocamanga; de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
T.e C.l	2.o C.e	C.n	Dos galones en la bocamanga y una estrella, todo de plata. Divisa de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
T.e C.l	1.er C.e	C.n	Dos galones de plata y dos estrellas, una de oro y otra de plata. Divisa de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
	T.e C.l	C.n	Divisa de Teniente Coronel en la bocamanga; de Capitan en el sombrero, ros y gorra.

En Infantería.		En el Cpo.	
Grado.	Empleo.	Empleo.	
C.l	»	C.n	Divisa de Coronel graduado en la bocamanga; de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
C.l	2.º C.e	C.n	Tres galones y una estrella de plata en la bocamanga. Divisa de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
C.l	1.er C.e	C.n	Tres galones de plata y dos estrellas, una de oro y otra de plata, en la bocamanga. Divisa de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
C.l	T.e C.l	C.n	Tres galones y dos estrellas de plata en la bocamanga. Divisa de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
	C.l	C.n	Divisa de Coronel efectivo en la bocamanga; de Capitan en el sombrero, ros y gorra.
		C.e	Divisa de Comandante efectivo en la bocamanga y en el sombrero, ros y gorra.
T.e C.l	»	C.e	Dos galones de plata y una estrella de oro y otra de plata en la bocamanga. Divisa de Comandante en el sombrero, ros y gorra.
	T.e C.l	C.e	Divisa de Teniente Coronel efectivo en en la bocamanga; de Comandante en el sombrero, ros y gorra.
C.l	»	C.e	Tres galones de plata y una estrella de oro y otra de plata en la bocamanga. Divisa de Comandante en el sombrero, ros y gorra.
C.l	T.e C.l	C.e	Tres galones y dos estrellas de plata en la bocamanga. Divisa de Comandante en el sombrero, ros y gorra.
	C.l	C.e	Divisa de Coronel efectivo en la bocamanga; de Comandante en el sombrero, ros y gorra.
		T.e C.l	Divisa de este empleo en la bocamanga y en el sombrero, ros y gorra.
C.l	»	T.e C.l	Divisa de Coronel graduado con dos estrellas de plata en la bocamanga. Divisa de Teniente Coronel en el sombrero, ros y gorra.
	C.l	T.e C.l	Divisa de Coronel efectivo en la bocamanga; de Teniente Coronel en el sombrero, ros y gorra.
		C.l	Divisa de este empleo en la bocamanga y en el sombrero, ros y gorra.

NOTAS. 1.ª=En la divisa de primer Comandante deberá ponerse la estrella de plata, en la bisectriz del ángulo que forman los galones.

2.ª=Se habla de divisa en el ros, refiriéndose á los Jefes y Oficiales de los dos regimientos, únicos del Cuerpo que usarán esta prenda.

Madrid, 10 de agosto de 1860.

MINISTERIO DE LA GUERRA.

Real órden fijando el modo en que deberán colocarse las condecoraciones.

EXCMO. Señor:=El Señor Ministro de la Guerra dice hoy al Capitan General de Granada lo que sigue:

«Enterada la Reina (Q. D. G.) de la comunicacion que V. E. dirigió á este Ministerio consultando el modo en que deberán colocarse las condecoraciones en el pecho y el tamaño de que deberán usarse; de conformidad con lo espuesto por la Junta Consultiva de Guerra en 25 de junio próximo pasado, S. M. se ha servido disponer se observen las reglas siguientes:

1.ª No se podrán usar condecoraciones de mayor tamaño que el prefijado á las mismas cuando respectivamente fueron creadas.

2.ª Se llevarán las referidas condecoraciones con un pasador de oro que embeba las cintas correspondientes, las que no guardarán mas distancia entre sí que la precisa para fijar un ligero filete ó bisel que las divida, quedando unidas á los pasa-

dores con una pequeña anilla sin que cuelgue ó sobresalga cinta alguna.

3.ª Cuando hubiese necesidad de colocarlas en dos órdenes se pondrá el primero á la altura del primer boton de la levita ó casaca y el segundo á la del tercero, colocándose en una distancia intermedia en el caso de que pudieran llevarse en un solo órden, é inmediatamente por bajo de ellas las placas que corresponden á ciertas condecoraciones.»

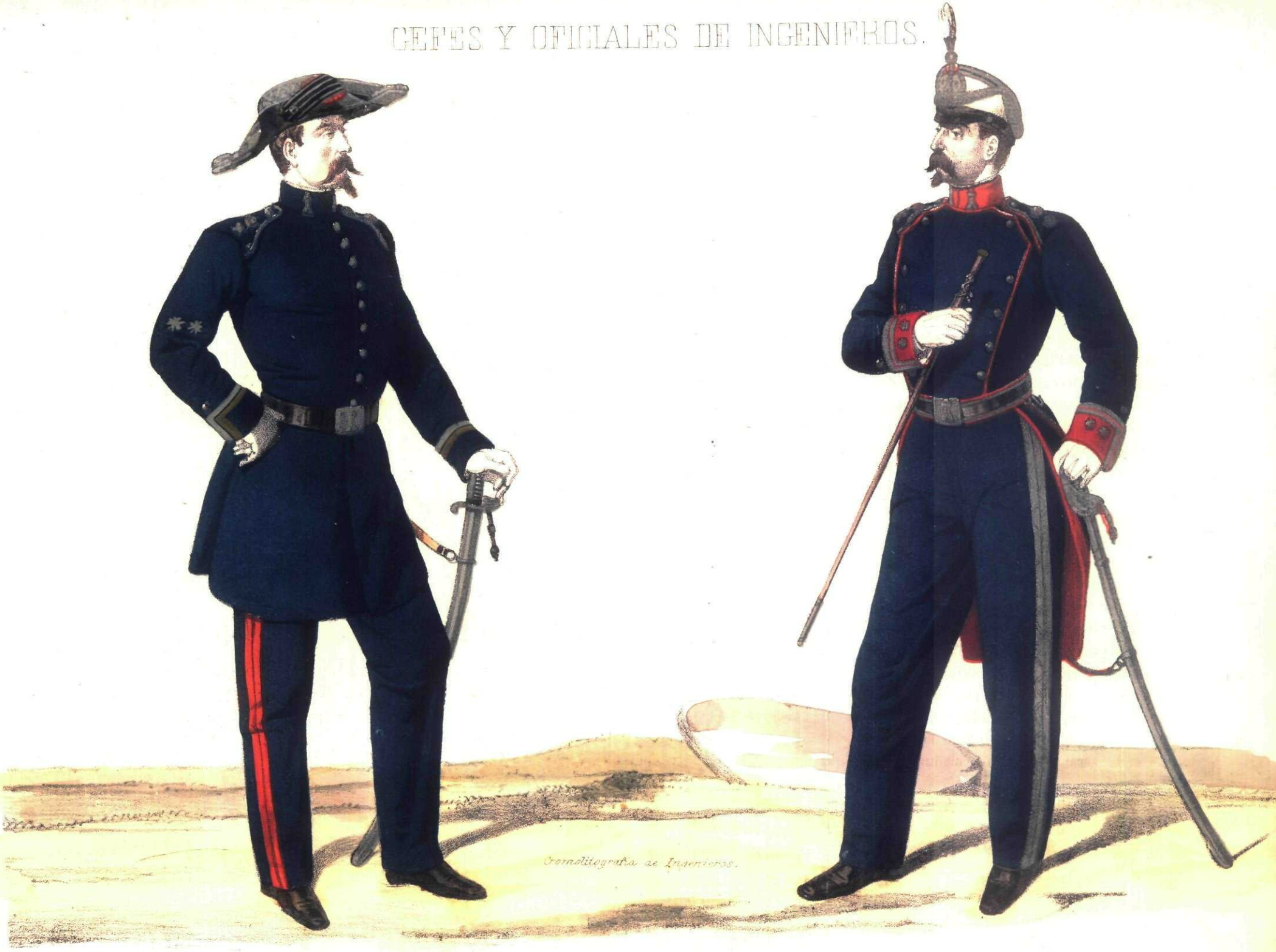
De Real órden comunicada por dicho Señor Ministro, lo traslado á V. E. para su conocimiento y efectos correspondientes.=Dios guarde á V. E. muchos años.=Madrid, 18 de julio de 1860.=El Subsecretario, Francisco de Ustariz.=Sr. Ingeniero general.

Real órden suprimiendo en el Ejército las sardinetas y determinando la forma de las bocamangas.

Excmo. Señor:=La Reina (Q. D. G.), se ha servido disponer que las bocamangas de las casacas y levitas en los uniformes de las diferentes armas é institutos del Ejército, con escepcion de los Regimientos de Húsares, se usen rectas con la abertura en el costado á la prolongacion de la costura, y en la propia forma que está prevenido para las levitas que usan los Jefes y Oficiales del Cuerpo de Ingenieros, aunque llevando tan solo un boton; siendo al propio tiempo su Real voluntad que los Jefes de Infantería cesen en el uso de las sardinetas que hasta el presente han llevado.

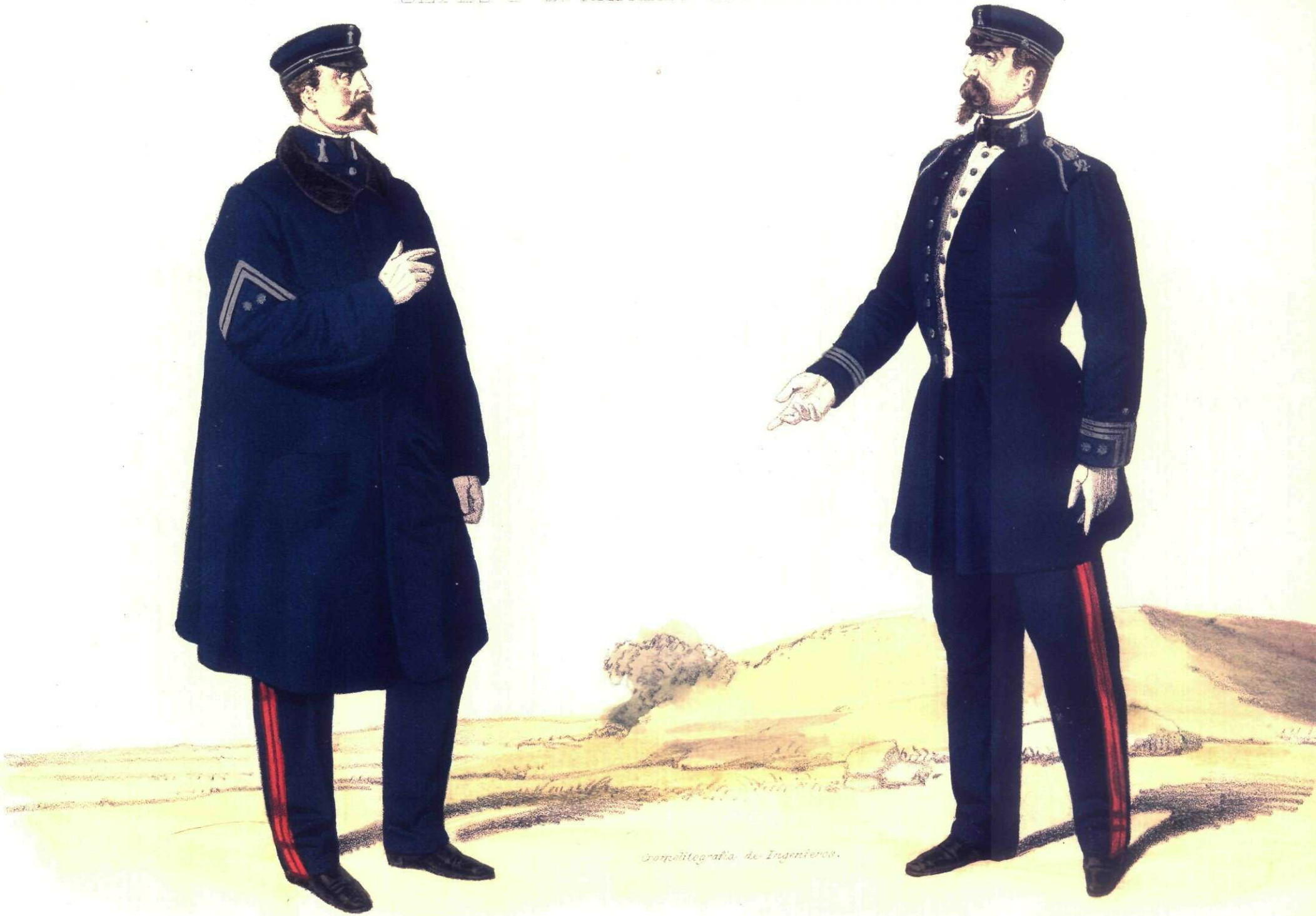
De Real órden lo digo á V. E. para su inteligencia y cumplimiento.=Dios guarde á V. E. muchos años.=Madrid, 21 de julio de 1860.=O'Donnell.=Sr. Ingeniero general.

CEFES Y OFICIALES DE INGENIEROS.



Cromolitografia de Ingenieros.

GEFES Y OFICIALES DE INGENIEROS.



Cromolitografia de Ingenieros.

Real órden acompañando el modelo de las hombreras que han de llevar todos los cuerpos é institutos del Ejército, esceptuando la Caballería.

Excmo. Señor:=La Reina (Q. D. G.) se ha servido disponer que todos los Jefes, Oficiales y Cadetes de los diferentes cuerpos é institutos del Ejército, con escepcion de los del arma de Caballería, lleven hombreras de paño del color de las respectivas casacas ó levitas, con el vivo correspondiente, y guarnecidas con una trencilla del ancho de dos milímetros, teniendo bordada la cifra Y. 2. y sobre fondo de terciopelo carmesí una corona Real de relieve, la cual, así como la cifra y trencilla, serán de canutillo mate de oro ó plata segun los demas cabos del uniforme, y con sujecion al modelo adjunto: siendo al propio tiempo la voluntad de S. M. que los Oficiales de los Regimientos de Coraceros y Lanceros, Direccion general, Escuela y Colegio de Caballería, usen caponas iguales á las de los Jefes.

De Real órden lo digo á V. E. para su conocimiento y efectos correspondientes.=Dios guarde á V. E. muchos años.=San Ildefonso, 5 de agosto de 1860.=O'Donnell.=Sr. Ingeniero general.

Real órden determinando el uniforme, equipo y armamento del Cuerpo de Ingenieros.

Excmo. Señor:=Demostrado por la esperiencia adquirida en la última campaña con el Imperio de Marruecos, que algunas de las prendas que en la actualidad usa el Cuerpo de Ingenie-

TROPA DE INGENIEROS.



Litografia de Ingenieros.

ros no son á propósito para el servicio que por su instituto está llamado á prestar, la Reina (Q. D. G.), conformándose con lo propuesto por V. E. en 2 del mes próximo pasado, se ha servido disponer lo siguiente:

Artículo 1.° El uniforme de los Jefes y Oficiales de los Regimientos de Ingenieros consistirá en adelante: casaca de gala, la misma que hoy llevan sin alteracion. Levita de una sola fila de botones en medio del pecho, con cuello abierto de puntas redondeadas. Chaleco, blanco en verano y de paño azul en invierno, abrochado con una sola fila de botones pequeños ó de manga; cuello recto de dos dedos de alto y abierto por delante; autorizando su uso para obras y trabajos de Escuela práctica. Pantalon azul con tiras encarnadas iguales á las de la tropa para diario, y estas mismas de plata para gala. Polaina de charol de piel de vaca. Sable el del dibujo adjunto con cinturon y tirantes de charol negro para diario; y para gala ribeteado el cinturon de tafilete encarnado y trencillas estrechas de plata, dejando al descubierto el fondo de charol negro: los tirantes en este caso serán cordones tejidos de encarnado y plata. La chapa de los dos cinturones de gala y diario será blanca con el castillo en el centro blanco tambien. El cinturon de diario tendrá una pieza de charol que sirva para resguardar del roce de la empuñadura del sable, cuando se lleve enganchado en la correilla de charol para este objeto, suprimiendo aquella en el de gala. Gorra de visera, de paño azul como actualmente. Chacó-ros, igual al de la tropa, con la sola diferencia de la divisa de los empleos, en vez del galon y la cordonadura, siendo para gala de plata. Abrigo de paño azul como en la actualidad.

Artículo 2.° Las Planas Mayores del Cuerpo en los distritos usarán las prendas iguales en un todo á las de los Jefes y Oficiales del Regimiento, esceptuando las polainas y chacó-ros peculiares á estos, adoptándose las charreteras y caponas de escama de metal y autorizándose para la asistencia á las obras

el uso de la levita abierta, con el chaleco que corresponda á la estacion y la gorra de visera. El abrigo será tambien el mismo con divisas en las mangas.

Artículo 3.° Los Alumnos de la Academia llevarán el mismo uniforme que los Oficiales de los Regimientos; pero la casaca sin solapa y la levita sin chaleco. El uso del sombrero de tres picos con galon de plata, es solo para los Jefes y Oficiales del Cuerpo, cualquiera que sea su destino.

Artículo 4.° El vestuario de los individuos de tropa de los dos Regimientos de Ingenieros se compondrá: casaquilla de gala tal cual ha existido hasta ahora, adicionándola unas hombreras que sustituyan á las charreteras, que deberán ser suprimidas. Hombreras, para casaquilla y capote, de grana en la parte almohadillada ó chorizo, y del paño de la prenda en las orejetas, que llevarán ribetes-barras del color de los vivos. Pantalon azul tina, con franja estrecha encarnada á ambos lados de cada costura esterior. Borceguíes de piel para guarnicion, zapato de piel ó alpargata para campaña. Polaina ó guarda-pierna, de paño negro para campaña, marchas y ejercicios en tiempo lluvioso. Chacó-ros de fieltro blanco, sin orejeras ni cogotera, con imperial de charol negro: galon encarnado en la union de la imperial con los costados; chapa de metal blanco con el trofeo de castillo, corona, laurel y roble, todo de una pieza, y el número de cada Regimiento entre el castillo y las palmas: de diario una bombilla de metal blanco con un freson y para gala en vez de este último un *esprit* de cerda blanca, circuyéndose además al ros con unos cordones encarnados en la forma que representa el dibujo. Gorra de visera con galon blanco de algodon al rededor y en la costura ribete grana: esta prenda será chata, sin armadura, y reemplazará á la de cuartel.

Artículo 5.° El equipo consistirá, en tirantes-hombreras de cuero blanco para sustituir al tahalí y porta-cartuchera que se llevaban puestos en cruz. Los tirantes cruzados por detrás,

sujetarán al cinturon en cuatro puntos, del cual penderán por medio de correderas: la cartuchera, llevada en la parte media posterior; el machete, al costado izquierdo, y la bayoneta al derecho. El morral, mochila, porta-útil y demas, como hasta aquí, con la adicion de una correa travesera sobre el pecho para repartir mejor el peso de la mochila.

Artículo 6.° y último. El armamento será: carabina rayada de 1857 y machete el usado hasta ahora. Es al mismo tiempo la voluntad de S. M., que lo mandado en esta soberana resolucion sea con sujecion á las modificaciones consiguientes á lo dispuesto en la Real órden de 2 de julio último sobre divisas del Ejército, ó la de 5 del actual, respecto á hombreras, y á la de igual fecha, aclaratoria á la primera de las dos citadas.

De la misma Real órden lo digo á V. E. para su conocimiento y efectos correspondientes.=Dios guarde á V. E muchos años.=San Ildefonso, 7 de agosto de 1860.—O'Donnell.=Señor Ingeniero general.

RELACION *que manifiesta el resultado del cuarto sorteo de libros, mapas é instrumentos, correspondiente al año de* 1860, *celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 13 *de abril de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	284	Teniente.	D. Mariano Buelta.	*Valdés.* Manual del Ingeniero. *Muñoz.* Materiales de construccion.
2.°	189	Alumno.	D. Fernando Orueta.	*Claudel.* Fórmulas, tablas y reseñas prácticas. *Perdreau.* Cosmografía. *Picot.* Defensa de las plazas. *O-Ryan.* Viaje militar á la Crimea. Anónimo. Contabilidad. *Loresecha.* Investigaciones matemáticas.
3.°	208	Teniente.	D. José Montero.	*Armengaud.* Publicacion industrial.
4.°	104	Coronel.	D. Vicente Herrera.	*Valdés.* Manual del Ingeniero. *Mordrel.* Memoria sobre la fortificacion. *Cayuela.* Tablas de reduccion.

Guadalajara, 13 de abril de 1860.=El Ayudante encargado=*Antonio Roji.*=V.° B.°=*Otermin.*

RELACION *que manifiesta el resultado del quinto sorteo de libros, mapas é instrumentos, correspondiente al año de* 1860, *celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 13 *de julio de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	9	Excmo. Sr.	D. Antonio Remon Zarco del Valle.	*Madoz.* Diccionario geográfico-histórico-estadístico de España.
2.°	32	Brigadier.	D. José Navarro.	*Valdés.* Manual del Ingeniero.
3.°	219	Alumno.	D. Luis de Eugenio.	*Claudel y Larocque.* Prácticas del arte de construir. *Dumoncel.* Noticia sobre el aparato de induccion eléctrica. *O-Ryan.* Viaje militar á la Crimea. *Perdreau.* Cosmografía. *Shutz.* Descripcion geológica de Asturias.

Guadalajara, 13 de julio de 1860.=El Ayudante encargado=*José María Piñar.*=V.° B.°=*Otermin.*

RELACION *que manifiesta el resultado del sesto sorteo de libros, mapas é instrumentos correspondiente al año de* 1860, *celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 13 *de julio de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	283	Capitan.	D. Manuel Pujol.	*Reynaud.* Arquitectura.
2.°	265	Capitan.	D. Mariano Esteban.	Anónimo. Trabajos de sitio de la Artillería en Sebastopol.
3.°	110	Señores Oficiales y Biblioteca de Cuba.		*Adhemar.* Puentes oblícuos de piedra y madera. *Dumoncel.* Noticia sobre el aparato de induccion eléctrica. *Loresecha.* Investigaciones matemáticas.

Guadalajara, 13 de julio de 1860.=El Ayudante encargado=*José María Piñar.*=V.° B.°=*Otermin.*

PARTE OFICIAL.

Real órden estableciendo que los Capitanes y Tenientes graduados de Jefe lleven en el brazo las estrellas que indiquen su empleo, y otras disposiciones para el arma de Caballería.

Excmo. Sr.: S. M. la Reina (Q. D. G.), en vista de las consultas hechas por los Directores generales de Infantería, Caballería y Estado Mayor, se ha servido disponer que en todas las armas é institutos del ejército los Capitanes y Subalternos graduados de Jefe lleven en las mangas de las casacas, levitas, ponchos y gabanes las estrellas correspondientes á sus empleos efectivos del ejército, colocadas en los mismos sitios en que las llevarian si no tuviesen grado superior; pero sin otros galones que los de la bocamanga, y de modo que entre esta y las estrellas inferiores de los empleos de Capitan y Teniente quede, cuando menos, en los ponchos, un intervalo de cinco centímetros; siendo al propio tiempo la voluntad de S. M., que los Jefes y Oficiales que usan capote de montar lo lleven con bocamangas de un decímetro de ancho, colocando en ellas los galones y trencillas correspondientes á los grados, de la manera que está mandado se usen los galones de Jefe en los ponchos y gabanes; pero con el intervalo de cinco milímetros de trencilla á trencilla para los grados de Capitan y Teniente, llevando todos en el cuello del mismo capote de montar las divisas de sus empleos efectivos del ejército, colocadas en la forma que

previene la regla 10 de la Real órden de 5 del actual, y estas mismas divisas en la indicada bocamanga del capote si no tuviesen grado superior.

De Real órden lo digo á V. E. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde á V. E. muchos años. Madrid 30 de agosto de 1860.=O'Donnell.

RELACION *que manifiesta el resultado del sétimo sorteo de libros, mapas é instrumentos, correspondiente al año de* 1860, *celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 13 *de julio de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	1	Capitan.	D. Arturo Escario.	*Kraff.* Planos, cortes y elevaciones de diversas producciones de carpinteria.

Guadalajara, 13 de julio de 1860.=El Ayudante encargado=*José Maria Piñar.*=V.° B.°=*Otermin.*

RELACION *que manifiesta el resultado del octavo sorteo de libros, mapas é instrumentos correspondiente al año de* 1860, *celebrado en el establecimiento de Ingenieros, en Guadalajara, el dia* 13 *de julio de dicho año.*

NUMERO DE LOS LOTES.	NUMERO DE LAS ACCIONES PREMIADAS.	ACCIONISTAS. CLASES.	ACCIONISTAS. NOMBRES.	LOTES.
1.°	230	Coronel	D. Pedro Andrés Burriel.	*Belidor*. Arquitectura hidráulica.
2.°	128	Comandante.	D. Francisco Arajol.	Anónimo. Servicio de la Artilleria en el sitio de Sebastopol.
3.°	57	Alumno.	D. Juan Macias.	*Capitaine*. Cartas de España.

Guadalajara, 13 de julio de 1860.=El Ayudante encargado=*José María Piñar*.=V.° B.°=*Otermin*.

MISCELANEA.

NOTICIA

SOBRE

LOS NIVELES-PENDULOS DE MAYER Y CHARLES

por el Capitan del Cuerpo

DON RAFAEL CERERO.

Los inconvenientes del nivel de agua, por el cuidado necesario para conservar el líquido que proporciona la superficie horizontal, como por la poca exactitud que se obtiene en las operaciones hechas con él, han sido muy justas razones para que poco á poco se haya abandonado este instrumento, reemplazándolo por los de aire con tornillo, ya de pínulas, ya de anteojo. Sin embargo de ser estos muy exactos y que permiten hacer niveladas de gran estension, tienen tambien sus desventajas en muchas ocasiones. El trasporte de estos niveles es siempre mas ó menos incómodo y algunas veces peligroso en los terrenos accidentados y pasos difíciles de montañas ó bosques. Además, la colocacion del anteojo en direccion de la

horizontal, se hace siempre por aproximaciones sucesivas que ocasiona una pérdida de tiempo precioso. Estos dos inconvenientes son de tanta importancia en las operaciones militares, que nunca puede dedicarse este instrumento á ellas; debiendo recurrir á procedimientos y medios en que se sacrifica la exactitud, á las imperiosas condiciones de celeridad en la operacion y facilidad en el trasporte.

El inmenso desarrollo que han tenido en estos últimos años las operaciones de nivelacion, con los numerosos estudios de caminos de hierro verificados en Europa, han obligado á estudiar detenidamente la construccion de los niveles, con el objeto reunir en ellos, hasta donde sea posible, las condiciones, que parecian opuestas, de facilitar su trasporte, obteniendo al mismo tiempo celeridad y exactitud en la operacion.

Los niveles de péndulo de Mayer y de Charles, ensayados recientemente con buen éxito, son verdaderamente instrumentos de bolsillo que, á la gran ligereza y sencillez de su forma, reunen las condiciones siguientes:

1.ª Mayor exactitud que el nivel de agua.
2.ª Gran facilidad para el trasporte.
3.ª Operar con rapidez.
4.ª Facilidad para rectificarlos.
5.ª Facilidad para repararlos en el campo.
6.ª Economía.

Propiedades que los hacen muy á propósito y útiles para las operaciones militares.

Nivel-péndulo de Mayer.

Descripcion.

La construccion de este nivel se funda en la propiedad bien conocida que tiene toda varilla, sujeta en un punto de suspension alrededor del cual puede oscilar libremente en todas direcciones, de tomar la posicion vertical. Por consiguiente si se fija á ella invariablemente y en una direccion perpendicular á su longitud un anteojo, siempre que la union se verifique en el centro de gravedad de este, su direccion será horizontal cuando el sistema esté en equilibrio.

El intrumento se compone: 1.°, del anteojo; 2.°, de los círculos graduados para las pendientes; 3.°, del péndulo; 4.°, del aparato de suspension; 5.°, del pié.

1.°—*Anteojo.* El anteojo se reduce á un tubo de laton delgado *aa* que tiene en cada estremidad otro mas pequeño *bb* para alargarlo y que llevan ambos una lente de igual foco. Los dos deben sacarse la misma cantidad, siempre que se trate de alargar el tubo con el objeto de que el centro de gravedad del instrumento pase siempre por el eje del péndulo: para conseguirlo con facilidad están graduados los tubos. En el centro del anteojo, foco comun de las dos lentes, hay un diafragma de hilos cruzados, móvil en sentido del eje y que puede sacarse fuera del tubo en caso necesario.

Este anteojo no amplifica los objetos; pero se ve con notable claridad y permite dirigir las visuales lo mismo hácia adelante que hácia atrás; lo que ofrece grandes ventajas, sobre todo en las rectificaciones.

2.°—*Círculos graduados para medir y trazar las pendientes.* Estos se reducen á dos círculos concéntricos: formado el esterior por una corona anular, en cuyo interior corre el otro, es-

tando ambos situados en el mismo plano vertical. El eje del esterior, es un cono hueco soldado á una plancha de laton, que á su vez lo está al tubo *cc*, el cual sirve para unir los tubos al anteojo. El tubo de union es cilíndrico esteriormente; pero por su interior es un cono truncado, siendo su base menor igual al diámetro esterior del anteojo y la otra algo mayor. Introducido á rozamiento en el anteojo, se le fija á él por medio del tornillo *d* colocado en su base menor: en la mayor hay tres pequeños *e* para acabarlo de fijar y que permitan además aflojando el *d* darle pequños movimientos al anteojo en todos sentidos. El eje del círculo interior es un clavito de acero unido á la plancha del anteojo y al círculo; de modo que estas dos piezas se muevan juntas, girando siempre dentro del círculo esterior.

En este círculo hay un cuadrante dividido en grados comunes y situado de modo que el eje del péndulo pase por la mitad del cuadrante ó sea por la graduacion 45°: en los cuadrantes restantes hay otra division en que están marcadas de ½ en ½ por 100, las pendientes hasta la de 20 por 100. En el círculo interior hay una division análoga. Las zonas que abrazan las divisiones están plateadas y las graduaciones hechas con el mayor cuidado por medio de una máquina de dividir.

3.°—*Péndulo.* En la parte superior y en la inferior del círculo esterior están sujetas por medio de tornillos dos piezas *m* y *p*: la primera para el aparato de suspension y la segunda para el péndulo. A esta última se atornilla la barra *q* del péndulo, que es de acero y tiene su estremidad superior terminada en filo para servir de destornillador. El cilindro macizo de laton *s*, regulador del instrumento, está atornillado en la parte inferior de la barra *q*. En el eje del cilindro hay una aguja de acero terminada por un tornillo para asegurarla á aquel; tiene tambien una abertura para suspender mas peso si no bastara el del regulador. La aguja de acero tiene por objeto formar una palanca introducida por el agujero *r* de la barra *q* para

CERERO—Niveles-péndulos de Mayer y Charles.

Nivel-péndulo de Mayer.

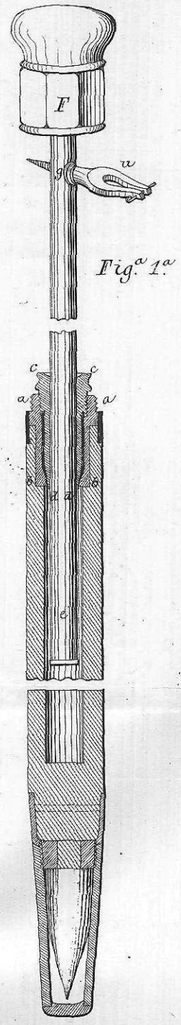


Fig.ª 1.ª

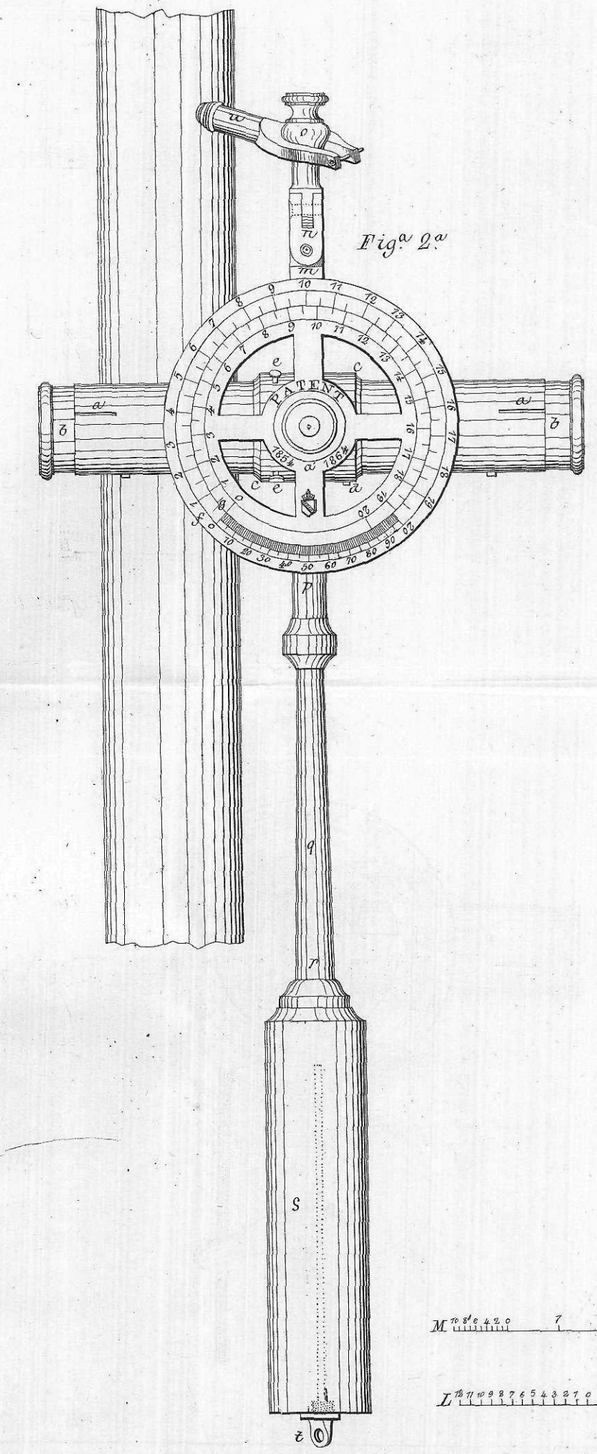


Fig.ª 2.ª

Nivel-péndulo de Charles.

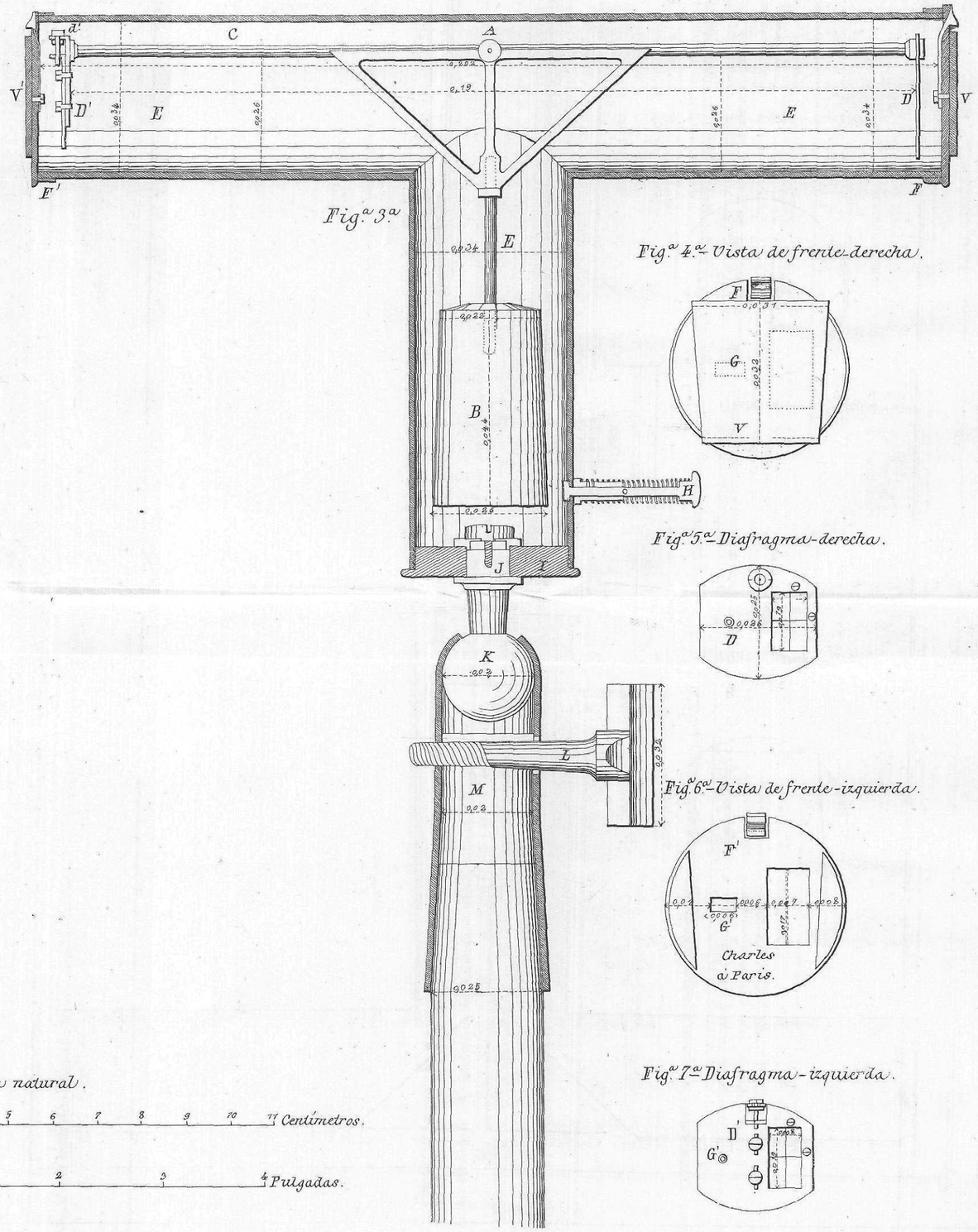


Fig.ª 3.ª

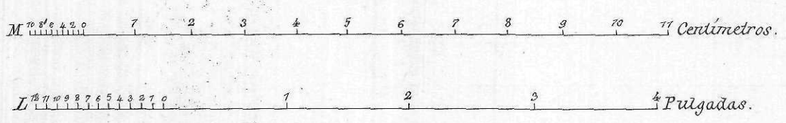
Fig.ª 4.ª Vista de frente-derecha.

Fig.ª 5.ª Diafragma-derecha.

Fig.ª 6.ª Vista de frente-izquierda.

Fig.ª 7.ª Diafragma-izquierda.

Escala natural.



Litografía de Ingenieros.

G.º por el Sarg.to 2.º J. Pajares.

poder destornillarlas, siempre que esté demasiado apretada la rosca que une el regulador y la barra.

4.º—*Aparato de suspension.* La pieza *m* sujeta en la parte superior del círculo esterior, se une á una charnela de doble movimiento *n* terminada por una bola que sirve para la suspension y rotacion del instrumento en un plano horizontal. La horquilla de suspension termina por un lado en tornillo para fijarla al pié, y por el otro se abre en dos brazos para dar paso á la varilla de la bola *o* que descansa en una abertura proporcionada á su diámetro.

5.º—*Pié.* El pié es un baston de caña, madera, etc., hueco, por cuyo interior corre una barra de hierro para poderle dar la altura conveniente. La contera entra á tornillo en una punta de hierro fija en la parte inferior para clavarlo en el terreno.

Rectificacion del instrumento. El anteojo, como ya dijimos en la descripcion del instrumento, tiene sus dos lentes iguales y ambas pueden servir indistintamente de objetivos y oculares; por consiguiente, si el eje del anteojo es perpendicular al del péndulo se debe obtener la misma altura de mira con la visual dirigida directamente, que con la que se dirija despues de haber hecho dar media vuelta al instrumento.

Esta disposicion del anteojo, si bien tiene el inconveniente de no proporcionar mucho alcance, permite en cambio hacer la rectificacion con mucha celeridad por no tener necesidad de sacarlo y volverlo.

Si el anteojo no estuviese perpendicular al péndulo, lo que se conoce por la diferencia obtenida en las alturas de mira, se corrige por medio de los tres tornillos *e* que hacen variar el ángulo formado por el eje del anteojo con el eje del péndulo.

Nivel-péndulo de Charles.

Descripcion.

El nivel de Charles está fundado en el mismo principio que el anterior; pero es mas sencillo y mas económico. Debe preferirse cuando las niveladas han de ser mas cortas porque no tiene anteojo.

Consiste en dos pínulas de hilos cruzados *DD'* colocadas en las estremidades de una varilla metálica que puede oscilar al rededor de un eje fijo *A* y que está siempre horizontal por la accion de un contrapeso *B*, dispuesto en la estremidad de una barra perpendicular á la primera y unida á ella en su centro.

Todo el sistema móvil está encerrado en un tubo *EEE* de bastante diámetro para permitir las oscilaciones entre ciertos límites. Este tubo, que tiene el eje fijo, se une tambien por medio de otro tubo vertical del mismo diámetro á la estremidad superior de un baston de la altura conveniente para que quede el instrumento próximamente á la altura de la vista ó bien se fija á un trípode terminado por una barra vertical de madera.

Las diferentes piezas de que se compone el nivel, son las siguientes:

A Centro de suspension formado por una aguja de acero (figura 3.ª).

B Contrapeso ó péndulo (figura 3.ª).

C Varilla metálica á que se unen las pínulas *D D* (figuras 3.ª, 5.ª y 7.ª).

D Pínula fija de hilos cruzados (figuras 3.ª y 5.ª).

D' Pínula móvil ó de rectificacion (figuras 3.ª y 7.ª)

E Tubo que envuelve todo el sistema y lo preserva de la accion del viento (figura 3.ª)

F F' Tapas del tubo *E* (figuras 3.ª, 4.ª y 6.ª).

G G' Aberturas de mira (figuras 4.ª y 6.ª).

H Boton de presion para detener las oscilaciones del péndulo (figura 3.ª).

I Tornillo para desarmar la union del nivel con el pié (figura 3.ª).

J Eje que permite el movimiento de rotacion del nivel en todos sentidos (figura 3.ª).

K Esfera de base (figura 3.ª).

L Llave para sujetar y apretar la anterior (figura 3.ª).

M Tubo de union del instrumento con el pié (figura 3.ª).

V Cristales que pueden colocarse á voluntad para evitar la accion del viento (figuras 3.ª, 4.ª y 6.ª).

Modo de servirse del instrumento. Se une al nivel por medio del tornillo *I* la pieza que sirve para unirlo al pié, introduciendo en seguida el tubo *M* en la parte superior del pié. Despues se afloja un poco el boton *H* que sujeta el movimiento del péndulo, hasta que lo deje oscilar con libertad: este se conoce tomando el nivel por el tubo vertical é inclinándolo un poco hácia adelante ó hácia atras, hasta que se vea oscilar el hilo horizontal. Al inclinar el tubo es menester procurar en cuanto sea posible, que se conserve en un plano vertical, sin que se incline á la derecha ó á la izquierda.

Convencidos ya de que se mueve con libertad, para suprimir las oscilaciones del pénpulo, se aprieta el boton *H*, aflojándolo despues muy despacio y sin sacudidas hasta dejarlo en su posicion vertical.

Rectificacion del instrumento. Para rectificarlo basta dirigir una visual al mismo punto directamente y despues de haberle hecho girar 180°: la altura de mira debe ser la misma en los dos casos. En caso de no dar la misma altura, para arreglarlo se quita la tapa *F'* y se aflojan ligeramente los tornillos de la pinula *D'*, haciendo mover el tornillo de ajuste á la dere-

cha para hacer subir la pinula y á la izquierda para hacerla bajar.

Para trasportar el nivel se introduce el boton *H* hasta que el contrapeso quede en contacto con la pared opuesta del tubo *E*, haciéndole girar en seguida para sujetarlo en esta situacion por medio de una pequeña pieza que hay en el interior del tubo con este objeto.

Cádiz, diciembre de 1859.

FERRO-CARRILES.

NUEVO MATERIAL ARTICULADO

DE M. EDMOND ROY,

que permite el fácil y seguro paso en curvas de pequeños radios y fuertes pendientes á gran velocidad.

Por el Teniente coronel de Ingenieros

DON NICOLÁS VALDÉS.

El ingeniero francés Mr. Ed. Roy, conocido por vários notables escritos y como hábil constructor de caminos de hierro en el trascurso de muchos años, acaba de dar á conocer su inapreciable sistema de material articulado con las esperiencias á que hemos tenido el gusto de asistir, verificadas en Vitry ante muchas de las primeras capacidades científicas en semejante materia, y de comisionados especiales del Emperador y ministro de Obras públicas: esperiencias que nada han dejado que desear, y que, por tanto, han sido coronadas del mejor éxito que se pudiera esperar, mereciendo la aprobacion de cuantas personas las presenciaron y aun tomaron en ellas parte activa.

Terminados los trabajos teóricos que resuelven de un modo tan preciso el problema de que M. Roy se ha ocupado sin des-

canso durante cuatro años, y habiendo conseguido hacer con feliz éxito los primeros ensayos prácticos con una locomotora y dos wagones en escala de $\frac{1}{10}$, que llamaron la atencion del Emperador de los franceses, halló en seguida proteccion en el ánimo de S. M., que, convencido de la utilidad de tan interesante invento, abrió á favor de M. Roy un crédito de 100.000 francos para que por los talleres de la compañía de Orleans se hicieran una locomotora, 10 wagones y un trozo de camino de hierro en forma de 8 con radios de 200^m en el cruzamiento y 80^m en las curvas de mas amplitud. Es así como, al cabo de poco tiempo, hubo de conseguir el autor llegar al triunfo tan completo que ha obtenido su muy recomendable sistema, y que á juzgar por él y los excelentes resultados que separadamente han certificado los ingenieros jefes del material en las líneas de Alicante, Burdeos y otras, despues de recorridos miles de kilómetros con vários de estos wagones, será el sistema Roy preferido con mucho al ordinario por las inmensas ventajas económicas y otras mas que ofrece.

En las esperiencias de Vitry la locomotora tenia 8 ruedas acopladas, pesando 46 toneladas ó 12.000 kilógramos próximos sobre cada eje: los 10 wagones, de 6 ruedas acopladas, llevaban la carga de 12.000 kilógramos cada uno; haciéndose el atalaje por un sistema particular de que luego se dará una idea.

Estos wagones habian servido ya sin accidente de ninguna especie en los caminos de Paris á Orleans y Burdeos durante tres meses para el trasporte de mercancías.

El camino preparado para la prueba tenia, como ya se ha dicho, la forma de un 8, con radios de 200^m y 80^m y un desarrollo de 1040^m. El declive de los carriles era de 15 centímetros, término medio próximo del que corresponde á las velocidades de 40 y 30 kilómetros, ó sea el que corresponderia á 35 kilómetros de velocidad, que es la máxima á que ordinariamente suelen llegar los trenes de mercancías.

Puesta la máquina en movimiento, bien pronto la vimos adquirir la velocidad de 45 kilómetros por hora, y aun 50 kilómetros en ciertos momentos, sin que se notase trepidacion, balance ni movimiento alguno en los wagones, que hiciera conocer habia rozamientos ó esfuerzo que vencer en tales ó cuales puntos del trayecto. En la segunda prueba subimos todos á un wagon y la máquina, en cuya carrera, á igual velocidad que

anteriormente, no se notó sacudimiento de ninguna especie, ni el movimiento apareció menos suave que si la distancia recorrida hubiera sido en línea recta. La máquina y tender obedecieron fácilmente á la presion del freno, sucediéndose la parada en cualquiera punto del camino sin la menor novedad en el material y carril, ni dejar los ejes de las ruedas de permanecer un solo instante en posicion normal á las curvas, y por consiguiente sin trabajo ni rozamiento alguno por parte del reborde. Debe además advertirse que el camino, como provisional y de una sola via, carecia de todas las buenas condiciones que tienen los de líneas explotadas, cuyos terraplenes gozan de mas perfecto asiento, y cuyas traviesas están mas encajonadas y sujetas por el mismo terraplen.

Segun este resultado, lo que se sabe del material rígido, y la opinion de todos los ingenieros mas célebres entre los que asistieron á la prueba, no hay ó no debe haber inconveniente alguno en adoptar con semejante material curvas de menores radios, aunque lleguen estos á 60^{m}. Pero seguro puede estarse que con el de 80^{m} y la pendiente del 20 por 1000, á que llega la fuerza de esta locomotora, se podrán subir fácilmente las montañas de faldas mas inclinadas, ahorrándose así en su mayor parte el inmenso gasto que producen las grandes obras de fábrica, como túneles y mayores viaductos.

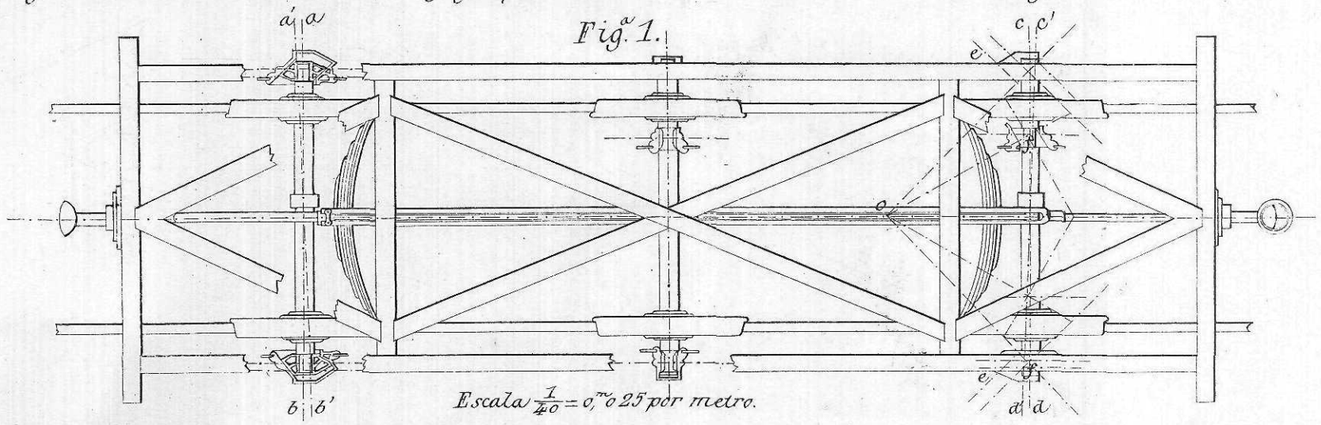
Analizado el actual material de ruedas, se verá que, despues de tantos años que llevan de práctica los caminos de hierro, léjos de progresar en semejante materia, parece hemos tenido empeño en quedar en la infancia del arte, sin atrevernos á salir ni dar un paso mas allá de lo hecho por nuestros padres en los tiempos mas primitivos. Efectivamente, el material rodado que sirve hoy dia en todos los caminos de hierro, material llamado rígido por el paralelismo constante de los ejes, no es otra cosa que un armazon montado sobre dos ejes de hierro, á cuyos estremos están las ruedas solidariamente unidas á ellos, sin poder tener otro movimiento aquellos y estas á la vez que el de rotacion al rededor del eje matemático siempre perpendicular á la direccion del wagon. Resulta de esta disposicion que en el momento de pasar un tren rígido de la línea recta á la curva, el cuadro invariable de las ruedas se lanzará en aquella direccion, tendiendo á hacer descarrilar las ruedas delanteras segun la tangente en virtud del movimiento impre-

so: descarrilamiento que infaliblemente podrá tener lugar si falta resistencia en los carriles sobre el reborde de las ruedas, ó bien si el salto ó trepidacion que estas esperimentarán en virtud de esta misma resistencia y la poca flexibilidad del material, es bastante pronunciado en términos que el reborde salga por cima del carril. Debe tenerse en cuenta igualmente que la potencia motriz gasta un gran esfuerzo en vencer estas resistencias, cuyo efecto en último caso es contrario á la conservacion del material fijo y móvil. Es por esto que las curvas máximas que un material rígido puede recorrer sin gran peligro, contando con el corto desvío lateral que permiten las ruedas por medio del juego dejado en cada uno de los coginetes, son las de radios de 500 á 450^{m}; quedando así obligados en las trazas de caminos á desviarse lo menos posible de la línea recta, y por consiguiente á ejecutar en un país accidentado grandes desmontes y terraplenes, y multitud de obras de fábrica que aumentan de un modo exorbitante el precio de primera construccion.

Si, por el contrario, se procura dar á los ejes cierto movimiento que permita mantenerlos siempre en situacion normal á curvas de pequeños radios, el movimiento de traccion se operará en ellas con iguales condiciones que en la línea recta; empleándose sin temor ni peligro alguno todo el efecto útil de la máquina en el curso uniforme y rápido del tren. Tal es el fin que se ha propuesto M. Roy con su sistema, y tal el que hace catorce años consiguió M. Arnoux con el suyo, de que se hizo una feliz aplicacion en el proyecto ejecutado por el acreditado ingeniero de España D. Ildefonso Cerdá en el camino de hierro de Granollers á San Juan de las Abadesas: proyecto que, no obstante el aumento de 24^{k} en el trayecto, comparado con el que primero hizo aplicando el sistema rígido, ofrecia sobre 144.000.000 de reales una economía de mas de 45.000.000, ó sea cerca de la tercera parte. Hay, sin embargo, en el sistema de M. Roy la ventaja de la sencillez y la muy apreciable de no alterar apenas el sistema rígido, puesto que no obstante de proponer seis ruedas acopladas por cada wagon y quebrado el eje del medio, pueden bastar al efecto que se desea producir las cuatro que llevan los carruajes ordinarios, con tal de cambiar el coginete existente por *la caja de coginete de corredera oblícua*; es decir, *de un coginete facultado á resbalar horizontal-*

Cojinetes de corredera oblicua y eje quebrado del sistema Edmond Roy.

Fig.ª 1.



Escala $\frac{1}{40} = 0,^{m}025$ por metro.

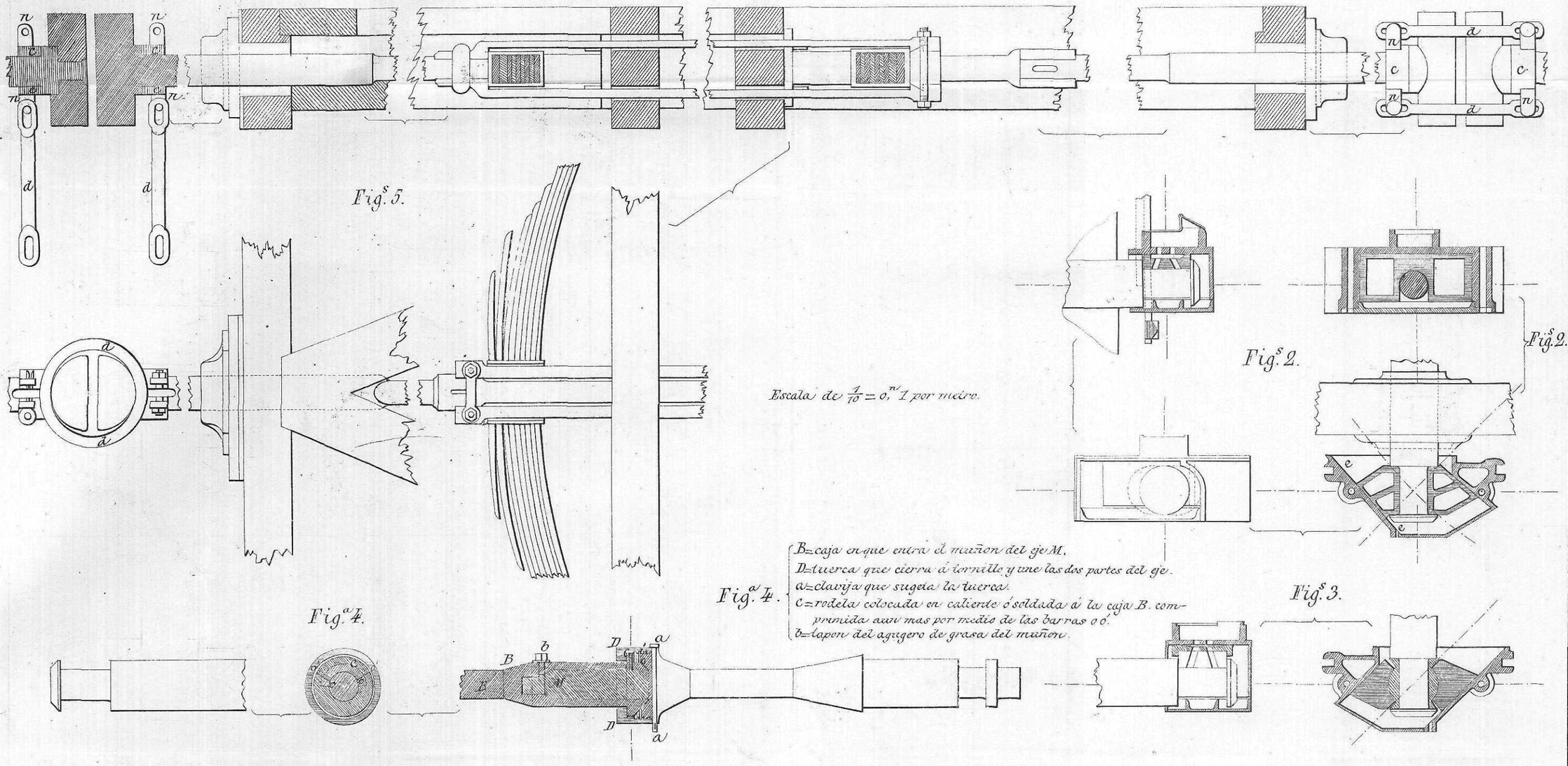


Fig.ª 5.

Escala de $\frac{1}{10} = 0,^{m}1$ por metro.

Fig.ª 4.

B=caja en que entra el muñon del eje M.
D=tuerca que cierra á tornillo y une las dos partes del eje.
a=clavija que sugeta la tuerca.
c=rodela colocada en caliente ó soldada á la caja B. comprimida aun mas por medio de las barras o ó'.
b=tapon del agugero de grasa del muñon.

Fig.ª 2.

Fig.ª 2.

Fig.ª 3.

mente dentro de la caja de grasa en sentido inclinado á la longitud del wagon.

Estas cajas obligan efectivamente á hacer converger los ejes segun los radios de las curvas; con lo cual, y dando mas ó menos conicidad á las llantas de las ruedas, ó dejando libres las del medio (cuando el wagon tenga tres pares), se completará la idea permitiendo que cada una de las ruedas del mismo eje se desarrolle segun el espacio que deba recorrer sobre cada carril. El autor, no obstante, propone como mas seguro hacer el eje del medio en dos partes, entrando el muñon de la una en una caja que lleva la otra, y quedando así con facultad de girar segun la cantidad de movimiento que se precisa para completar la convergencia del eje (fig. 1).

En la descripcion que hace M. Roy de las cajas de grasa y coginetes oblícuos, presenta tres disposiciones diferentes, si bien con la primera queda perfectamente resuelto el problema, como lo han demostrado las esperiencias en pequeña y grande escala, sin temor que por la facilidad que tienen los ejes estremos de variar de lugar inclinándose á derecha ó izquierda, segun el sentido de la curva, resulte demasiada accion en el movimiento lateral, y por consiguiente facilidad de descarrilar.

Esta primera disposicion consiste en dejar á los ejes estremos de las ruedas la facultad de resbalar con sus coginetes, quedando el del medio fijo como en el sistema rígido, con el objeto de servir de punto de apoyo que obligue al movimiento de los otros ejes en el instante de entrar en una curva.

Los ejes son todos de igual longitud, á fin de que su flegeza ó movimiento sea uno mismo en ellos. La oblicuidad de los coginetes de los ejes estremos es de 45°; y como se hallan colocados aquellos en sentido inverso unos respecto de otros, resulta que al resbalar dentro de sus cajas de grasa, los estremos de los ejes se separan entre sí esteriormente á la curva recorrida, al paso que interiormente se aproximan; pasando en este movimiento del paralelismo, cuando se marcha en línea recta, á la situacion convergente luego que el camino es curvo; conservando siempre los tres ejes la normalidad debida.

Al resbalar los coginetes en sus cajas de grasa lo hacen siguiendo una trayectoria recta ó curva segun sea la proyeccion de las caras verticales de aquellas: en el primer caso los cogi-

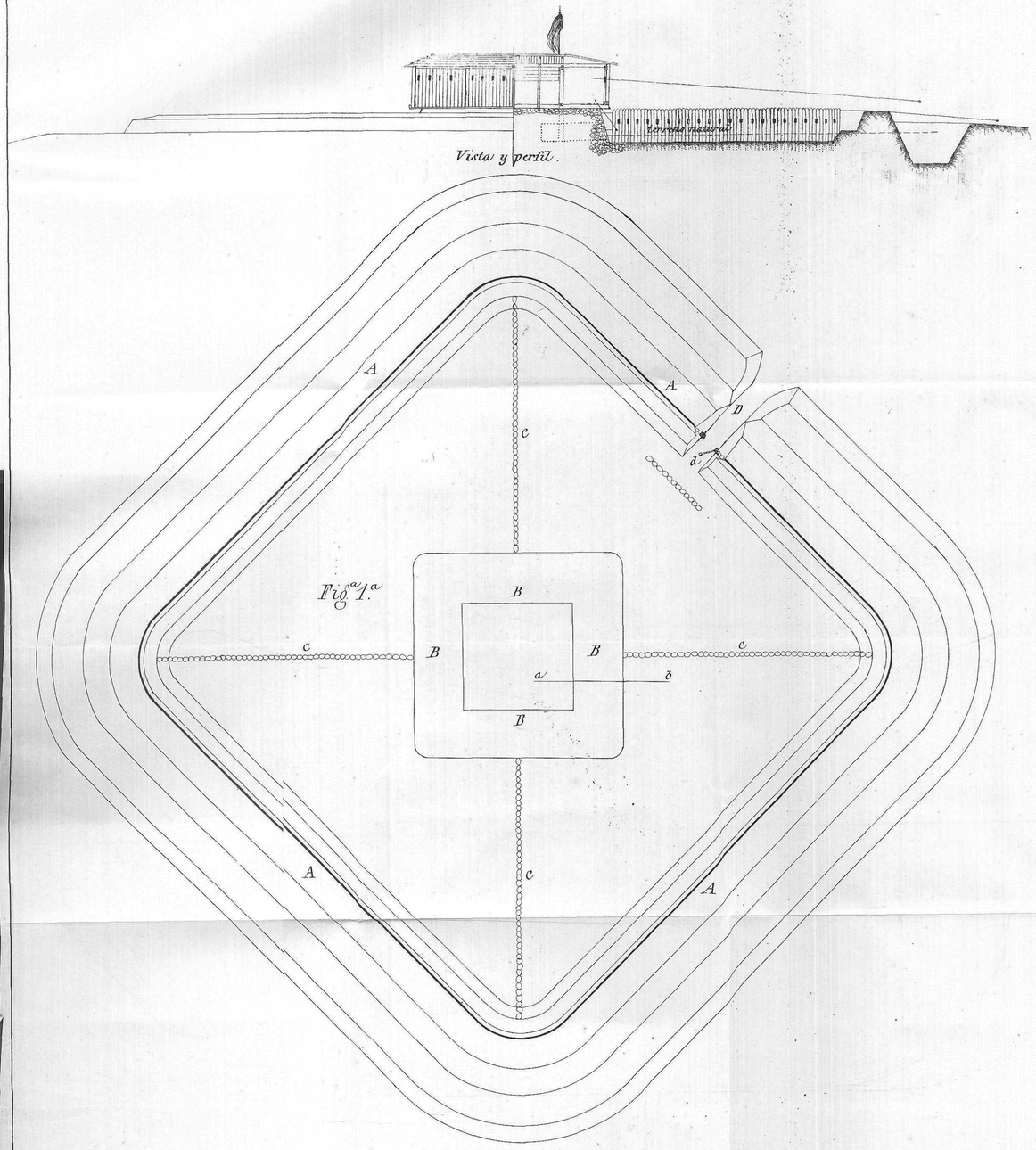


Fig.ª 1.ª

Vista y perfil.

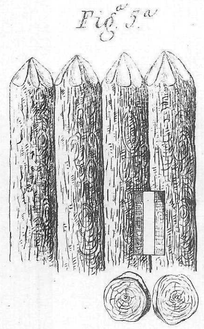


Fig.ª 5.ª

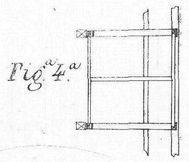


Fig.ª 4.ª

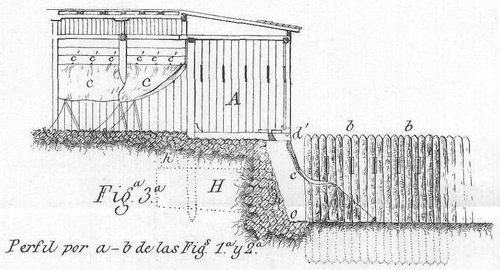
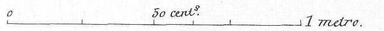
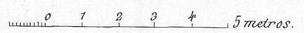


Fig.ª 3.ª

Perfil por a-b de las Figs 1.ª y 2.ª





Escala de $\frac{1}{100}$

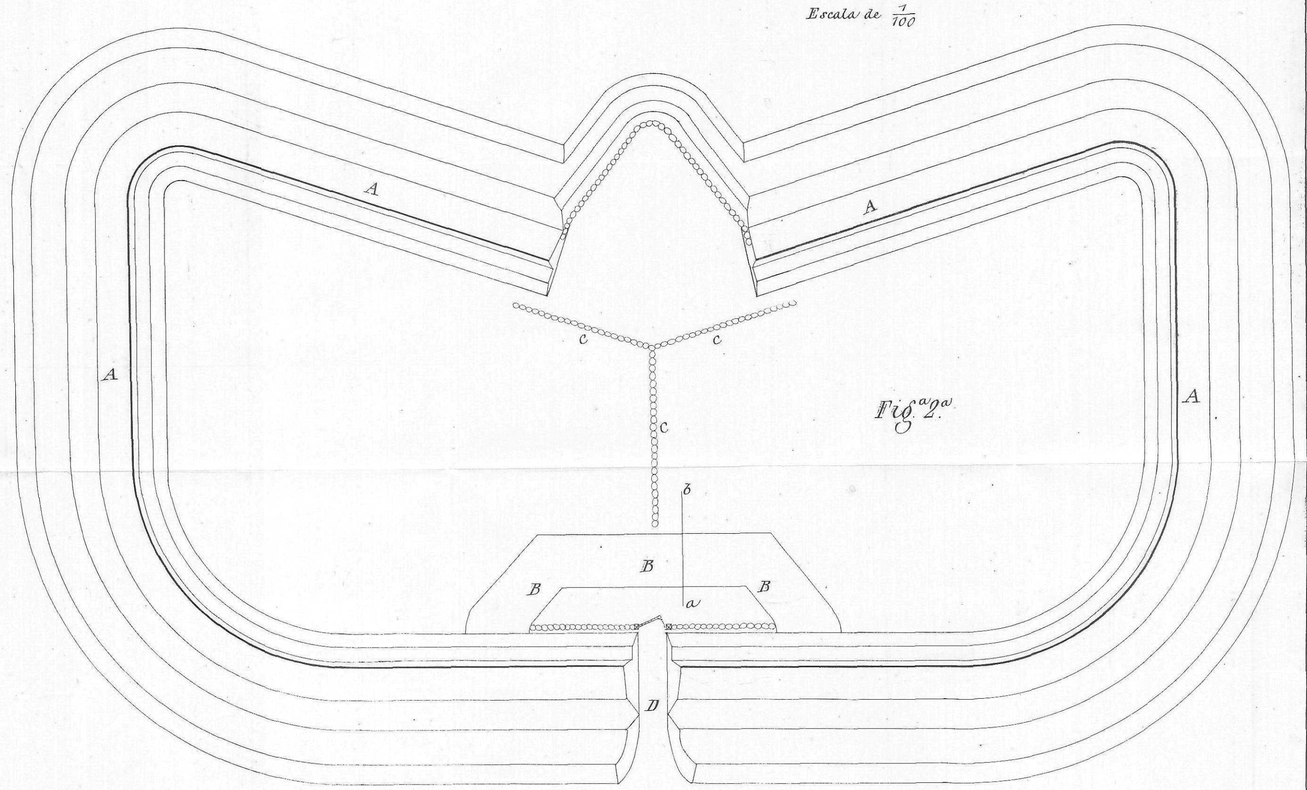


Fig.ª 2.ª



Litografia de Ingenieros.

netes marchan paralelamente á sí mismos, al tiempo que los ejes toman oblicuidades que pueden llegar á 2º si la separacion de estos es bastante sensible. De aquí resulta que al entrar el wagon en una curva, los ejes matemáticos de las ruedas y los de los muñones no se hallarán en un mismo plano vertical, obrando entonces el coginete como cuña dentro de la caja de grasa. Para los wagones ordinarios es de poca ó ninguna consideracion este defecto; pero si (como es conveniente evitarle en las locomotoras) quiere hacérsele desaparecer, no habrá mas que trazar en arco de círculo la trayectoria (como se indica en *ee*, figs. 1 y 2). El centro *o* se determinará levantando dos perpendiculares á las trayectorias rectas en los puntos *ff* en que ellas cortan el eje del muñon.

Se puede dispensar la trayectoria curva y mantenerla recta disponiendo el coginete en dos partes (fig. 3), una la pieza que resbala y otra el coginete en forma de rótula, que siga las inclinaciones diversas que tome el muñon.

Las otras dos disposiciones de coginete oblicuo no ofrecen en la práctica mas ventajas que la de la acabada de describir. En la primera de estas dos últimas el coginete móvil existe en el eje central, en forma de cuña de que la parte mas ancha es la interior. A derecha é izquierda tiene unidos tirantes que resbalan longitudinalmente entre dobles placas de guarda sobre el bastidor del carruaje; las cuales, unidas á su vez á las cajas de los ejes extremos, que se hallan montados en coginetes fijos de rótula, imprimen á estos el movimiento angular que adquieren al paso de una curva, quedando así obligados á tomar la posicion normal á la misma. La otra disposicion difiere de esta en que los coginetes existen sin oblicuidad al interior de las ruedas, y en que los tirantes de trasmision van diagonalmente de un estremo del eje del medio al opuesto de los laterales; reemplazándose por ellos la oblicuidad de los coginetes. De aquí resulta un rectángulo articulado cuyas diagonales obligan en un cambio de posicion de ejes á hacer perder á estos su paralelismo, y por consiguiente á colocarse en direccion normal á la via.

La aplicacion de los coginetes de corredera es independiente del número de ejes del vehículo, que puede tener á voluntad 2, 3, 4 ó 5. Las cajas de grasa pueden colocarse interior ó exteriormente á las ruedas. M. Roy piensa que para vias de

$1^m,5$ será mejor colocarlas exteriormente, y al contrario para las de $1^m,7$ á $1^m,8$.

Topes y amarras.—El sistema de amarra ó atalaje puede ser el mismo que el empleado ordinariamente para los trenes rígidos; pero á fin de obviar el inconveniente que ofrecerian los dos topes laterales en el paso de curvas de pequeños radios, presenta el autor otra ingeniosa disposicion, consistente en un solo tope central sobre el eje del wagon, que á la vez sirve para los choques y traccion, prestándose muy bien á la vuelta independiente de cada carruaje sin movimiento ni oscilacion lateral. Este tope central (figs. 1.ª y 5.ª) se apoya para el choque sobre el resorte que le es mas inmediato en el bastidor, y ejerce la traccion por medio de los vástagos que van hasta el resorte opuesto. Su forma es la de un semi-cilindro vertical en cuyo vástago existe un anillo *c* con cuatro orejas *nn*, que tiene libertad de girar al rededor de su eje: de este modo, cuando se han de unir dos wagones, se presenta en la parte superior del cilindro un collar *d* que lleva tambien consigo el otro anillo, y dejándole caer abraza los dos topes á la vez: lo propio se hace con el collar inferior, y ambos se sujetan con un pasador que atraviesa las orejas *nn* entre que caen las que llevan los expresados collares. La rigidez de estos impide todo género de sacudimiento al principio y fin de la marcha; y el tener su diámetro interior un poco mayor que el del cilindro que componen los dos topes opuestos hace que estos no se toquen y queden naturalmente en libertad de moverse en cualquier sentido.

Para las máquinas locomotoras con su tender (que pueden tener 4 ó 5 pares de ruedas acopladas) dispone el autor los dos ejes del medio con coginetes fijos, unidos exteriormente con las bielas motrices, que trasmitirán el movimiento á los otros ejes situados bajo el tender y caldera, por medio de otra biela colocada en su medio. A semejante fin estos ejes serán acodados en su union á la biela.—El marco será doble y los cilindros exteriores y sujetos al marco.

Estas máquinas, que cargadas tendrian un peso de 45 á 60 toneladas, podrán remolcar 200 á 300 toneladas sobre una pendiente de 20 por 1000 con velocidad de 20 kilómetros por hora á una tension del vapor de ocho atmósferas. Cuando son de cinco pares de ruedas, el gran peso que tiene quada repartido en cinco puntos, y por consiguiente no habrá necesidad de ha-

cer los carriles tan pesados como lo exigen las locomotoras de cortas dimensiones, puesto que en este caso toda su gran carga existe sobre dos ó tres puntos próximos.

Habida cuenta de todo lo que el autor ha demostrado en su teoría, los resultados de sus cálculos comparativos y los informes y opiniones que en la práctica y pruebas ha merecido este sistema de todos los hombres mas competentes en la materia, resultan las ventajas siguientes:

1.ª Evitarse los casos de descarrilamiento en las curvas, por causa del paralelismo de los ejes en el material rígido.

2.ª Facilidad de emplear sin peligro alguno curvas de 100^{m} y 80^{m} de radio.

3.ª Economizar un 50 por 100 en los gastos de construccion de caminos de hierro por terreno montañoso.

4.ª Reduccion del peso muerto que trasporta.

5.ª Disminucion de la resistencia á la traccion y del desgaste de las ruedas por la combinacion de los ejes quebrados y coginetes de corredera.

6.ª Posibilidad de construir locomotoras tan ligeras como lo permita su potencia para subir grandes rampas, utilizando de una manera absoluta el peso de todo el aparato motor.

Hay, en fin, la cuestion de interés público; puesto que se podrán crear líneas baratas que sirven para unir entre sí los centros alejados de las grandes arterias, estableciéndose así el equilibrio comercial, industrial y estratégico y permitir el mayor desarrollo de riqueza pública.

París, 28 de setiembre de 1860.

MISCELANEA.

REDUCTOS DE CAMPAÑA.

Hallándose á fines de diciembre del año último pasado la Division de Reserva del Ejército de Africa acampada enfrente de Ceuta, ocupada en abrir un camino para artillería de batalla en direccion á Tetuan, se dió la órden, cuando aquel estuvo concluido hasta el valle de los Castillejos, para que el ejército, á escepcion del primer Cuerpo, emprendiese el movimiento por el citado camino, debiendo llevar la vanguardia la Division de Reserva espresada, á la cual tenia el que suscribe el honor de pertenecer como Mayor de Ingenieros y Comandante interino de la propia arma por ausencia del propietario, herido en el combate del dia 12.

La Division debia acampar sobre aquel valle, reconocido

de antemano; y como los sucesos de la guerra pudieran hacer palpable la necesidad de ocupar provisionalmente por medio de fuertes de campaña algunas posiciones inmediatas y que dominaban el campo, ó puntos interesantes del camino á medida que el ejército avanzase, el que suscribe presentó á su jefe el Excmo. Sr. Conde de Reus, Comandante general de la Division, y al Sr. Comandante general de Ingenieros del Ejército, unos proyectos de fuertes de campaña, en los cuales, á una resistencia suficiente, se ha procurado unir la mayor economía posible de trabajo y de materiales; lo primero, por no entorpecer ó dilatar los movimientos de las tropas; y lo segundo, para evitar las dificultades del acarreo.

CONSIDERACIONES GENERALES

que se tuvieron presentes al formar los proyectos representados en las dos adjuntas láminas.

Circunstancias del país y su clima.

Tierra fuerte, árboles y piedra suelta, eran los materiales que se hallaban con abundancia en el terreno que debia de atravesarse y en sus inmediaciones: en estos, pues, se ha fijado la atencion principalmente, haciendo el menor uso posible del hierro para no tener que conducirlo, y aun de la madera labrada para evitar trabajo de carpintería. Los árboles eran alcornoques, cuyas ramas, por su poca flexibilidad, se prestan mal á la construccion de cestones y faginas.

Lo fuerte del clima en Africa hace indispensables los abrigos para la guarnicion, á fin de protegerla contra el rigor del sol durante el dia, y la abundancia del rocío por la noche; para

esto se procura aprovechar la circunstancia favorable de estar nuestros soldados dotados de la tienda-abrigo.

Clase de enemigo y sus armas.

Siendo los marroquíes tan dados á intentar golpes de mano por medio de ataques rápidos é imprevistos, debia procurarse que la obra estuviese de tal modo dispuesta, que aunque fuese sorprendida ó tomada por uno de sus puntos, no fuera menester abandonarla por completo; con este fin se establece un reducto interior, y se divide el terraplen de la obra en secciones independientes; de este modo, aun suponiendo que el enemigo se haga dueño de una seccion, podrá ser pronto desalojado de ella por los fuegos cruzados de las secciones colaterales y el superior del reducto del centro.

Respecto de las armas de que pudiera servirse el enemigo, no siendo de esperar otras que las blancas y las de fuego menores, puede disminuirse mucho el espesor del parapeto. La obra interior, que no es mas que una galería aspillerada de madera, puede formarse con tablones de dos pulgadas de espesor.

Necesidad de los depósitos de provisiones.

Como pudiera suceder que el reducto ó reductos que se estableciera estuviesen aislados algunos dias, era necesario establecer unos depósitos en donde tener á cubierto las municiones de boca y guerra; con este objeto se aprovecha el macizo de tierra que sirve de base á la galería espresada para levantarla y procurar fuegos altos, abriendo en él dos ó mas huecos ó cabezas de galería que pueden revestirse con ramaje.

Rapidez en la construccion.

Esta circunstancia siempre estimable y aun precisa en braso

de campaña, lo es aun mas en las guerras de conquista, en las cuales no puede comunmente avanzarse sin dejar cubiertas rápidamente las posiciones que quedan á la espalda y los campos en que el ejército se establece, siquiera sea de un modo pasajero.

Con esta idea se lleva la construccion de estos reductos de la manera siguiente: abierto el foso, con su tierra se forma parte del parapeto y glácis, al propio tiempo que acude á completar el macizo del primero una parte de las tierras producidas por la escavacion del terraplen del reducto que se rebaja hasta medio metro de profundidad; lo restante de estas sirve para formar el macizo del centro de la obra que ha de servir de pedestal al reducto interior ó galería. Como estos dos trabajos, la escavacion del foso y la del terraplen, son simultáneos, se levantará el parapeto en la mitad del tiempo que si solo se surtiese de las tierras del primero; y como dicho parapeto además de tener menos espesor debe de ser, y es en efecto mas bajo, por lo que baja el terraplen, resulta que la duracion del trabajo será aun menor de la mitad. Todas las piedras sueltas que se encuentren en la superficie y las que dé la escavacion, sirven para revestir el macizo del centro.

Cuando el suelo sea horizontal, el terraplen deberá formarse de dos ó de cuatro planos que viertan las aguas en el foso; cuando sea inclinado, seguirá el plano del terraplen el declive natural para verter en el foso mas bajo.

Sencillez del trabajo.

Esta consideracion es muy atendible porque contribuye eficaz y principalmente á satisfacer la anterior. Ya se ha dicho cuáles son los materiales empleados, y entiéndase que no hay una sola pieza de madera cuya longitud pase de cinco metros y medio; por consiguiente es fácil su arrastre asi como su labra y colocacion.

Alojamientos.

Se proporciona alojamientos para la guarnicion en la galería aspillerada, y tambien al pié del macizo de tierras del centro por debajo de la parte saliente de la galería.

Para la indispensable ventilacion y fácil salida del humo de la galería, queda esta abierta por detrás, en mas de dos terceras partes de su altura; y para cerrar estos vanos durante la noche y evitar la entrada del sol por el dia, se hace uso de los lienzos de las tienda-abrigos suspendiéndolos como unas cortinas. Del mismo modo, y con el propio objeto, se colocan estos lienzos en la parte inferior y saliente de la galería.

Facilidad en las salidas.

En muchas ocasiones es conveniente hacer rápidas salidas contra el enemigo que acecha ó que trabaja en las inmediaciones de la obra; para facilitarlas queda hecha una abertura en el parapeto, franca y espedita, pues hasta se suprime el foso delante de ella, que los puentes levadizos que no habia y cuya construccion exige un esmerado trabajo, no sirven en estas obras de tierra sinó para entorpecer los movimientos si han de ser prontos. El claro que resulte se cierra con un rastrillo, obstáculo suficiente supuesta una regular vigilancia.

ESPLICACION DE LAS LAMINAS.

LÁMINA PRIMERA.

Figura 1.ª—Reducto que se supone igualmente atacable por todos sus frentes.

A Recinto.

B Galería aspillerada cuyos lados miran á los ángulos del recinto del reducto para reforzarlos ó apoyarlos con sus fuegos. (Véase el perfil y vista en la lámina segunda.)

C Líneas aspilleradas formadas de troncos de árboles sin labrar. Si no hubiese en alguna posicion determinada abundancia de aquellos, se emplearán cestones ó sacos, ó en último caso se abre una zapa doble. Las líneas divisorias aspilleradas dejan por ambos estremos paso á dos hombres de frente, á fin de no embarazar el movimiento de las tropas en el terraplen. Estos claros que se dejan pueden cerrarse fácilmente en caso de defensa, si bien parece no habrá inconveniente en dejarlos así, porque no es de presumir que el enemigo trate de embocar por espacios tan estrechos.

D Salida del reducto, delante de la cual no hay foso.

d Rastrillo.

Figura 2.ª—Reducto cuyo frente de ataque es presumible.

Su organizacion es semejante á la del anterior con la sola diferencia de que el frente de ataque forma una tenaza cuyas alas están flanqueadas por los lados de un reducto.

Por regla general, la forma del reducto puede ser cualquiera, es decir, la mas adaptable á la configuracion del terreno; puesto que el vigor de la defensa está aquí siempre en la obra del centro y en la division del terraplen.

Figura 3.ª—Perfil de la galería aspillerada.

A Seccion de la galería.

a Matacanes para ofender al enemigo en el caso de que se acerque al pié de la obra, con fuego de fusil ó de pistola, granadas de mano, piedras, etc.

bb Línea aspillerada de troncos.

c Lienzos de tiendas empleados como cortinas, suspendidos unos en alcayatas puestas en *c'* para dar sombra y abrigo á la galería por la parte interior, y otros en *d'* para proporcionar iguales ventajas á la guarnicion del reducto

que se ha de recoger en *O* en lugar de establecer sus tiendas en el terraplen, logrando de este modo tenerlo desembarazado.

H Depósito de municiones con su puerta en *h*. Tambien puede descenderse á este almacen desde el patio de la galería, abriendo en él un pozo como el representado en *h'*.

La puerta de entrada á la galería se abre en esta del mismo modo que en las torres de costa, y se desciende de ella por una escalera ó escala portátil: tambien puede abrirse en el plano de los matacanes.

Figura 4.ª—Planta de un trozo de galería.

Figura 5.ª—Detalles que indican las aspilleras dobles en las líneas de troncos.

Madrid, 15 de octubre de 1860.=*El Coronel Comandante de Ingenieros.*=Emilio Bernaldez.

que se ha de proceder en 4º en lugar de celebrar sus
lunadas en el templeu, dejando lo cele modo lonerlo
desembarazado.

6ª Depósito de municiones con su puerta en K. También puede
descenderse á este almacen desde el piso de la galería,
abriendo en él un pozo como el representado en K.

La puerta de entrada á la galería se abre en esta del
mismo modo que en las torres de costa, y se desciende
de ella por una escalera ó escala portátil: también puede
abrirse en el plano de los merlanes.

Figura 4.ª—Planta de un trozo de galería.

Figura 5.ª—Detalles que indican las sepultaras dobles en las ti-
nas de bronce.

Madrid, 15 de octubre de 1860.—El Coronel Comendan-
te de Ingenieros.—Pablo Bermudez.