Ministerio del Ejército

REGLAMENTO PARA EL SERVICIO TOPOGRAFICO ARTILLERO

:-: :-: ANEXO II :-: :-:

AL REGLAMENTO PARA LA INSTRUCCION DE TIRO DE LA ARTILLE-

:-: RIA DE CAMPAÑA :-:

TOMO II

S.
52

cio Geografico y Cartogra-
-Talleres.—MADRID.—1940.

105
.A.S
85/2

EXCLUSIVA DE
LIBRERIA DEL EJERCITO
MADRID

ACADEMIA DE ARTILLERÍA
DE SEVILLA
BIBLIOTECA
SECCIÓN 10ª Nº 105

REGLAMENTO
para el Servicio Topográfico Artillero

Dispuesta su publicación por orden circular de 10 de febrero de 1927.

Diario Oficial núm. 36.

Disposiciones y Reglamentos que quedan derogados por la publicación del presente

El título III de la primera parte del tomo II de las «Instrucciones para el tiro de las baterías de Artillería ligera», aprobadas por orden circular de 28 de agosto de 1919.

El título III de la primera parte del tomo II de las «Instrucciones para el tiro de las baterías de Artillería pesada de campaña y de posición», aprobadas por orden circular de 14 de octubre de 1920.

El folleto titulado «Descripción y manejo de los goniómetros brújula para la Artillería de campaña», publicado por la primera sección de la Escuela Central de Tiro.

El folleto titulado «Descripción y manejo de los telémetros de inversión de 2 m. y 1,25 m. de base, modelo Zeiss».

Cuantas instrucciones para el servicio topográfico artillero aparecen contenidas en los diversos resúmenes de Escuelas prácticas, publicados por la primera sección de la Escuela Central de Tiro.

INDICE

TERCERA PARTE

OPERACIONES TOPOGRAFICAS ARTILLERAS

CAPITULO XX

	Páginas.
Generalidades	1
Determinación de una dirección	1

CAPITULO XXI

Medición de distancias. Medición directa	3

CAPITULO XXII

Reducción de distancias al horizonte. Cálculo de la distancia entre dos puntos. Tablas	5
Tablas de reducción al horizonte	7

CAPITULO XXIII

Medición indirecta. Procedimiento estadimétrico	9
Caso de mira variable	10
Mira constante	11
Mira y ángulos variables	13
Errores que pueden cometerse	15
Procedimiento por triangulación	17
Por telémetro	19

CAPITULO XXIV

Medida de ángulos	20
Azimutes y su determinación	20
Determinación del azimute en función de las coordenadas de dos puntos de la recta que lo define	20
Declinación magnética	21
Rumbos	22
Pasar de rumbos a azimutes	23

Páginas.

Determinar la declinación de un lugar con el goniómetro brújula 23
Orientar un goniómetro brújula 23
Declinar un goniómetro 24
Determinación del azimut de una alineación con un aparato declinado 26
Orientación de aparatos sin declinatoria 26
Orientación astronómica 27

CAPITULO XXV

Orientación de planos 32
Con brújula 33
Por el Sol 33
Por la Polar 34
Por la Luna 34
Por informes o indicios 35

CAPITULO XXVI

Medición de ángulos horizontales. Medición directa 37
Cuidados en la medición 37
Método de repetición 39
Método de reiteración 40
Caso en que las dos direcciones no se cortan en la zona en que se opera 41
Medición de ángulos con la brújula 41
Medición de ángulos verticales. Definiciones 41
Con teodolito 42
Con anteojo goniómetro 43
Con goniómetro brújula 44

CAPITULO XXVII

Medición de pendientes 46
Pendiente de una recta 46
Cálculo de altitudes 46
Nivelación directa 47
Nivelación por intersecciones 49
Correcciones de esfericidad y refracción 50

CAPITULO XXVIII

	Páginas.
Determinación planimétrica de puntos	52
Intersección de rectas. Empleo de la regla y el transportador	52
Trisección inversa. 1.º Con regla y transportador.	54
2.º Por cálculo	55
Cálculo de un vértice de pirámide	58
Coordenadas del vértice de pirámide	59
Cálculo de las coordenadas de un punto obtenido por vértice de pirámide	60
Arcos capaces. Regla y compás. Escuadra y transportador. Transportador y regla	61

CAPITULO XXIX

Errores en las determinaciones topográficas. Generalidades	63
Métodos que eliminan los errores	64
Precisión de las medidas	65

CAPITULO XXX

Métodos topográficos	67
Radiación	67
Coordenadas polares	67
Radiación numérica	70

CAPITULO XXXI

Método de intersecciones	74
Gráfico	74
Numérico	78

CAPITULO XXXII

Método de itinerario	80
Gráfico	80
Con goniómetro brújula de Artillería pesada	83
Idem de graduación completa	84
Errores y su compensación	84
Itinerario numérico	86

CAPITULO XXXIII

Páginas.

Relleno de planos por métodos de levantamiento regular. Normas generales 90

CUARTA PARTE

SERVICIO TOPOGRAFICO ARTILLERO PROPIAMENTE DICHO

CAPITULO XXXIV

Objeto del servicio 95
Planos directores artilleros 95
Problemas de planimetría y altimetría que permiten resolver 96
Operaciones para su preparación y empleo 96

CAPITULO XXXV

Personal encargado del servicio 98
Elementos de transmisión; de batería 100
Idem de grupo 101
Idem de agrupación 102
Idem de brigada 103
Cuadro resumen 104

Material topográfico

Plana Mayor de batería en pie de guerra 106
Idem de grupo 107
Idem de agrupación 109
Idem de brigada 111
Idem de batería en pie de paz. Actuación 112
Idem de grupo 115
Idem de agrupación 116
Reglas para la actuación de los equipos 117

CAPITULO XXXVI

Generalidades sobre los planos directores 120
Su preparación 121
Estaciones de declinación. Referencias de posición. Dirección de referencia 125

CAPITULO XXXVII

Páginas.

Utilización de los planos directores. Estudio del terreno 131

Designación de objetivos, referencias y zonas.

1.º En los planos directores particulares 132
2.º En el plano director general 132
Designación de sectores del campo enemigo..... 133
Fijar posiciones y zonas propias 134
Estudio del terreno propio 135
Idem del enemigo 136
Elección de observatorios 136
Idem de caminos de acceso 137
Zonas vistas y ocultas 139
Designación de puestos de mando y municionamiento 140

CAPITULO XXXVIII

Levantamientos rápidos 141
Generalidades 141
Levantamiento rápido por intersecciones 142
Organización del servicio 143
Reproducción de la constelación 149
Levantamiento por coordenadas polares 149
Cambio de sistema de coordenadas polares 152

APENDICE

CARTOGRAFIA

CAPITULO XXXIX

CARTOGRAFIA ESPAÑOLA

Directivas para los trabajos topográficos de las unidades artilleras 155
Mapas y planos de España. Obras del Depósito de la Guerra 157
Obras del Instituto Geográfico 161
Otros mapas y cartas españolas 168

CAPITULO XL

CARTOGRÁFIA EXTRANJERA

Francesa

	Páginas.
Carta del Estado Mayor	170
Carta del Servicio Geográfico	170
Carta de Francia en 1/100.000	171
Carta en 1/50.000	171
Planos directores	171
Cuadriculado y utilización	173
Designación de puntos por coordenadas	174
Norte del cuadriculado	174
Cánevas de conjunto de la Artillería	176

Portuguesa

Mapa topográfico en 1/100.000	177
Mapa Itinerario Militar	177

MATERIAS COMPRENDIDAS EN EL TOMO I

NOCIONES PRELIMINARES

PRIMERA PARTE

CAPITULO I	*Generalidades. Definiciones.* Topografía. Levantamientos. Cartas, mapas y planos; itinerario. Constelación Relieve. Trabajos de campo y gabinete. Planimetría y nivelación. Clasificación de los levantamientos.
CAPITULO II	*Nociones generales sobre mapas, cartas y planos. Generalidades.* Consideraciones sobre las cartas. Escalas. Tirada de cartas modernas.
CAPITULO III	*Sistemas de representación de los planos topográficos:* Determinación de un punto. Por curvas de nivel. Equidistancia.—Por trazos. Signos convencionales reglamentarios.
CAPITULO IV	*Estructura del terreno. Formas elementales.* Salientes. Entrantes. *Formas compuestas.* Sucesión de entrantes y salientes. Unión de dos salientes. Unión de dos entrantes.
CAPITULO V	*Clasificación y nomenclatura de los accidentes del terreno.* 1.º—Por su estructura o configuración. 2.º—Por su naturaleza y producciones.
CAPITULO VI	*Escalas.* Numéricas. Gráficas.
CAPITULO VII	*Pendientes del terreno.* Cómo se definen. Clasificación. Escala de pendientes de una recta. Diapasón de pendientes. Aplicaciones.

CAPITULO VIII *Perfiles.* Su determinación. Perfiles abatidos. Perfiles realzados. Perfiles compuestos.

CAPITULO IX *Copia y ampliación o reducción de planos.* Copia de planos. Por transparencia. Por calco. Por cuadrícula. Con el pantógrafo. Ampliación y reducción de planos. Por cuadrícula. Con el pantógrafo.

CAPITULO X *Croquis, perspectivas o panorámicas. Croquis rápidos.* Objeto y propiedades. Condiciones que deben reunir. Ejecución del croquis. Estructura y graduación. Leyenda. Utilidad del croquis. Dibujo. Fases de construcción. Croquis rápidos.

CAPITULO XI *Nociones de trigonometría* Definiciones. Coordenadas rectangulares. Relaciones trigonométricas. Signos de las relaciones trigonométricas, según los ángulos. Variación de las relaciones trigonométricas. Relaciones de ángulos complementarios. Idem íd. suplementarios. Angulos iguales y de signo contrario. Arcos que se diferencian en 180º. Relaciones entre las líneas de un mismo ángulo. Líneas de suma y diferencia de arcos. Angulo doble. Transformación en producto de sumas y diferencias de senos y cosenos. Resolución de triángulos rectángulos y oblicuángulos. Tablas trigonométricas.

CAPITULO XII *Nociones de Geodesia* Definiciones. Sistema de proyección. Proyecciones perspectivas. Proyecciones por desarrollo. Poliédricas. Cilíndrica de Mercader. Cónicas. Proyecciones Bonne. Proyecciones Lambert. Cuadro resumen. Deducción de la forma de la Tierra. Tabla de longitudes de arcos de meridiano y paralelo. Triangulaciones. Bases de partida. Bases de comprobación. Establecimiento de la hoja de proyección. Nivelación geodésica. Posiciones geográficas de las capitales de las provincias de España. Altura sobre el nivel del mar de las principales montañas de España.

CAPITULO XIII *Unidades empleadas en la medida de ángulos.* Grado sexagesimal y sus derivados. Grado centesimal. Milésimas geométrica y artillera. Tablas de equivalencia; conversión de grados centesimales en sexagesimales. Sexagesimales a centesimales. Tabla general de equivalencias para grados. Idem íd. íd. para milésimas.

CAPITULO XIV *Paralajes.* Relación entre la distancia y los frentes real y aparente. Deducción de las fórmulas generales.

SEGUNDA PARTE

APARATOS TOPOGRAFICOS EMPLEADOS POR LA ARTILLERIA

CAPITULO XV *Organos comunes a los aparatos topográficos.* Generalidades. Alidadas. Niveles. Limbos. Nonios. Micrómetros. Declinatorias. Eclimetros.

CAPITULO XVI *Aparatos empleados en la medida y trazado de ángulos. Generalidades.* Goniómetros y goniógrafos. Regletas de dirección. Goniómetro de anteojo panorámico. Anteojo goniométrico estereoscópico. Anteojo goniómetro de retículo giratorio *Goniómetros brújulas.* Descripción del modelo para la artillería ligera. Elementos principales. Manejo. Goniómetro brújula para la artillería pesada y de posición. Descripción del modelo primero. Manejo. Modelo segundo. *Teodolitos y taquímetros.* Teodolito artillero.

CAPITULO XVII *Aparatos empleados en la medida de distancias.* En la medida directa. Cintas y cadenas de agrimensor. En la medición indirecta. Estadías y telémetros. Miras. *Descripción y manejo de los telémetros de inversión de 2 y 1,25 metros de base, modelo «Zeiss».* Fundamento. Datos numéricos. Descripción. Instala-

ción. Medición de distancias. Rectificación. Exactitud de las mediciones. Advertencias. Medidor de altura. Uso del medidor de alturas. *Descripción y manejo de los telémetros estereoscópicos de 2 y 4 metros de base, modelo «Goerz» y «Zeiss».* Fundamento. Datos numéricos. Descripción. Nomenclatura. Instalación del telémetro. Medición de distancias. Rectificación. Exactitud de las mediciones. Telémetro Goerz de dos metros de base. Telémetro Zeiss de cuatro metros de base. Medidor de altura o altímetro automático. Manera de desmontar y guardar el telémetro.

CAPITULO XVIII *Cartera del oficial de Artillería.* Brújula. Barómetro. Sitómetro. Podómetro. Curvímetro.

CAPITULO XIX *Aparatos para trabajos de gabinete.* Pantógrafos. Transportador. Manejo del transportador.

TERCERA PARTE

OPERACIONES TOPOGRAFICAS ARTILLERAS

CAPITULO XX

GENERALIDADES

177. Las operaciones topográficas que han de practicarse se reducen a tres: 1.ª, trazado de direcciones; 2.ª, medición de distancias; 3.ª, medición de ángulos. El grado de aproximación que se obtenga en una operación topográfica será siempre dependiente del esmero con que aquélla se realice, del procedimiento empleado, del momento en que se haga y de la apreciación elemental y estado en que por el uso se encuentren los aparatos que se utilicen.

178. Como norma general, toda operación topográfica debe repetirse si se dispone de tiempo para ello. Operando así se tendrá una comprobación del resultado obtenido en la primera medición y se pondrá de manifiesto cualquier falta que haya podido cometerse. Siempre que sea posible, una segunda operación topográfica que se practique con objeto de medir una distancia a un ángulo, se efectuará por un procedimiento diferente al utilizado en la primera medición, y si los resultados hallados están de acuerdo, se toma de los mismos la media aritmética para valor de la distancia o ángulo medido. Existirá el acuerdo entre ambos resultados, si cada uno de ellos viene expresado con un error inferior al máximo que se deduzca del método empleado y de los aparatos que se utilicen.

Determinación de una dirección.

179. *Su materialización o trazado en el terreno.*— Una de las operaciones que han de ejecutarse para solucionar los problemas que con la práctica del tiro se relacionan, es la referente a la determinación y trazado de direcciones; se requiere, por tanto, determinarlas y materializarlas en el terreno señalando varios puntos dentro de las mismas, a los que se han de ligar directamente las operaciones que pueda ser necesario efectuar.

Cualquier aparato con alidada y goniómetro es uti-

lizable para resolver el problema que, en esencia, consiste en determinar el ángulo que la dirección que se pretende trazar forma con otra fija, y jalonarla con una serie de piquetes clavados sobre ella. Así, estacionado un aparato topográfico en un punto *B*, fijo, y dirigida su alidada sobre el *A*, también determinado (fig. 145), basta que aquélla gire hasta formar el ángulo conocido, *ABC*, y señalar en la visual un punto, *C*, para que resulte definida la dirección *BC* que se quiere materializar en el terreno.

Para ello es suficiente clavar piquetes en los puntos en que el terreno es cortado por el eje de colimación de la alidada, cuando se la hace girar en un plano vertical.

180. Los encargados de clavar los piquetes en la alineación, deben procurar que los ejes de los mismos queden sensiblemente verticales; estar muy atentos a las indicaciones del operador para proceder con cuidado en los desplazamientos laterales de los piquetes, a fin de que pueda aquél tener la seguridad de que quedan en un mismo plano vertical los ejes de todos. Cuando la operación requiere una precisión extraordinaria, la verticalidad de los piquetes puede obtenerse con auxilio de la plomada y la alineación de los mismos utilizando clavos sujetos en sus cabezas.

Ha de procurarse, asimismo, que queden establecidos en la alineación el mayor número posible de piquetes, sin que sea preciso levantar del primer punto en que se hace estación, el aparato que la está definiendo; pero si las inflexiones del terreno obligasen a plantar nuevos piquetes en puntos no vistos desde aquél, o fuese preciso prolongarla en sentido contrario al en que se está estableciendo, la segunda estación se elige de tal manera, que desde la misma se vean, por lo menos, dos de los piquetes ya colocados, para asegurarse que la estación queda en un punto del plano vertical que definen los ejes de todos los establecidos. Puede también prolongarse una alineación situándose a distancia conveniente del último piquete colocado, y haciendo entrar en la alineación el hilo de una plomada: el nuevo piquete se clava en el punto del terreno que marque aquélla al dejarla caer abandonada a su propio peso.

En ningún caso se prolongará una alineación en sentido contrario al que se está estableciendo, haciendo girar el aparato 180° para evitar el error de excentricidad que éste pueda tener.

CAPITULO XXI

Medición de distancias.

DISTANCIAS QUE SE MIDEN EN TOPOGRAFÍA

181. Pueden aplicarse diferentes conceptos al considerar la separación que existe entre dos puntos, *A* y *B* (figura 146), de la superficie de la tierra, para dar idea de la distancia que los separa. La *distancia natural* entre *A* y *B* es la que resulta de medir su separación, teniendo en cuenta las sinuosidades de la línea *A, a, b, c, d, B,* que se produce al cortar la superficie de la tierra por el plano vertical que contiene a los dos puntos mencionados; la *distancia geométrica* es la longitud de la recta *A B,* que los une; y finalmente, la *distancia reducida al horizonte* es *A' B,* proyección ortogonal de *A B* sobre el horizonte del punto *B.* Dada la extensión de los levantamientos topográficos, las verticales de los puntos *A* y *B* se consideran paralelas, y de ahí resulta la igualdad de los segmentos *A B'* y *B A'.*

Medición directa.

CON CINTA O CADENA

182. La medición directa de una distancia exige recorrerla y adaptar al terreno la unidad de longitud que se utilice.

Los instrumentos empleados son: la cadena de agrimensor y la cinta métrica.

183. La operación, si ha de servir para encontrar la distancia reducida, exige que el terreno presente la misma pendiente en toda su extensión: si ésta acusa variación entre los dos puntos extremos de la distancia que se trata de medir, se divide ésta en varios tramos, en los que la pendiente resulte uniforme, operándose aisladamente en cada uno.

184. Para la práctica de la operación, una vez materializada en el terreno la recta que define los puntos, *A* y *B,* y jalonada, si por su gran longitud es preciso, se coloca un operador con la caja de la cinta métrica, o rodete, en el punto *A,* marchando otro en la dirección establecida, desarrollando la cinta hasta la máxima extensión de ésta, marcando en el terreno con un piquete, o con una piedra numerada, el

punto alcanzado. Los dos operadores se trasladan después en la dirección de *A B*, y al llegar al punto marcado el que maneja el rodete, se repite la operación antes descrita. Así se continúa hasta alcanzar el extremo *B* de la alineación, obteniéndose la distancia *A B* por la suma de los trozos evaluados.

185. Cuando sea preciso repetir la medición, las operaciones se realizarán en la misma forma, pero recorriendo la alineación en sentido inverso al anterior.

186. Con la cadena se opera de un modo análogo, e igual utilización puede hacerse de un alambre que reemplace a la cinta o a la cadena, y cuya longitud haya sido evaluada previamente.

Cuando la operación no requiera una gran precisión, puede emplearse una cuerda cualquiera, a falta de cinta o de cadena.

187. La aproximación en la medida, por efecto de los errores accidentales y sistemáticos que son inevitables en toda medición, será, a lo más, de 1/1.500, cuando se extremen los cuidados en la operación, y no pasará de 1/1.000 en la mayoría de los casos. Así, en una base de 400 metros el máximo error admisible es de 0,4 metros.

A PASOS

188. Si se carece de los instrumentos antes indicados, la medición de una distancia puede hacerse a pasos.

El operador deberá contrastar la longitud del suyo, para lo que recorrerá varias veces, al paso ordinario, una longitud ya medida, deduciendo la media del número de pasos que le es necesario dar para lograrlo, y de ahí la longitud de cada uno.

Puede también evaluarse la distancia por el recorrido que haga un jinete, a determinado aire de su caballo, entre los dos puntos cuya separación se desea, siempre que su marcha esté contrastada, pero este procedimiento de medida da resultados muy erróneos.

CAPITULO XXII

Reducción de distancias al horizonte.—Cálculo de la distancia entre dos puntos.—Tablas.

189. En las aplicaciones topográficas, las distancias que más comúnmente se tienen en cuenta no son las que resultan de medir directamente la separación entre dos puntos del terreno, sino la existente entre sus proyecciones sobre un plano horizontal, las cuales, según lo dicho, toman el nombre de *reducidas al horizonte* de las primeras. Así, en las figuras 147 y 148, $A\ B'$ es la reducida al horizonte de $A\ B$, y si es p el valor del ángulo de pendiente, de elevación o de depresión, se tiene: $A\ B' = A\ B \times \cos p$, y en general, $D' = D \cos p$, llamando D a la distancia geométrica y D' a la reducida al horizonte.

Según esto, para reducir al horizonte una distancia es preciso conocer el ángulo de pendiente. Si el aparato que se emplea determina distancias cenitales, la fórmula de la reducida al horizonte es $D' = D \operatorname{sen} v$, siendo v la distancia cenital.

190. Con objeto de simplificar los cálculos para obtener la reducida al horizonte de una distancia determinada, se constituyen tablas como las incluídas al final de este capítulo, que dan, para los distintos valores del ángulo de pendiente, en grados sexagesimales o en milésimas, las reducidas de una distancia igual a un metro en el terreno.

Las tablas mencionadas son de uso corriente y de empleo cómodo.

Siendo prácticamente despreciable la diferencia que existe entre el valor de una distancia y su reducida al horizonte, cuando el ángulo de pendiente es inferior a 50 milésimas, la tabla se ha construído a partir de este valor de p.

Si disponiéndose de un plano, se deseara la distancia geométrica que en el terreno separa a dos puntos A y B, representados en aquél, la fórmula:

$$D = \frac{D'}{\cos p}$$

da el valor pretendido, y para su determinación se hará uso de la tabla, hallando previamente en el plano el

ángulo de pendiente de la recta que une los dos puntos *A* y *B*. Si el valor de la pendiente de la recta *A B* no está en la tabla, se hará una interpolación.

La segunda tabla que se inserta tiene como argumento el grado sexagesimal, con variación de grado en grado, por un lado, y distancias de 100 en 100 metros desde 100 a 900, por el otro, y como quiera que las bases que suelen medirse en las operaciones topográficas artilleras tienen un número fijo de hectómetros, permite reducirlas al horizonte con gran facilidad.

191. Si no se requiere una gran aproximación en las reducidas al horizonte, pueden hallarse éstas gráficamente por el empleo de la *escala de reducción* cuya construcción es la siguiente:

En el centro *C* de una escala lineal se levanta una perpendicular, *O C* (fig. 149), fijándose en ella un punto, *O*, tal que $O\,C = \frac{3}{2}\,A\,B$. Haciendo centro en *O* y con radio *O C* se traza una circunferencia, tomando a partir del punto *C* de contacto con la recta *A B*, a uno y otro lado, arcos iguales a 5°, 10°, 15°..., etc., cuyos extremos, que se unen, determinan rectas paralelas a la *A B*; con esta construcción, sobre la paralela a *A B*, que pase por el punto que indica el ángulo de pendiente, está la reducida al horizonte de la recta cuya longitud se toma sobre la escala *A B*. Así, por ejemplo, una recta cuya longitud reducida a escala sea *D E*, determina sobre la paralela de los 20° la longitud *d e*, verificándose

$$\frac{d\,e}{DE} = \frac{O\,c}{OC} = \frac{O\,C \times \cos 20°}{O\,C} = \cos 20°,$$

y, por tanto,

$$d\,e = D\,E \cos 20°,$$

lo que demuestra que *d e* es la reducida al horizonte de *D E* cuando la pendiente del terreno tiene el valor dicho: 20°.

Si ha de hallarse la reducida al horizonte de una recta para la cual el ángulo de pendiente no está marcado en la escala de reducción construída, se procederá a determinar a ojo el valor de dicho ángulo y, también a la estima, la longitud que define la paralela a *A B* que pase por dicho punto, sin necesidad de proceder a su trazado.

TABLA que da la reducida al horizonte de una longitud igual a un metro.

Angulos de pendiente		Proyección de un metro	Angulos de pendiente		Proyección de un metro
Milésimas	Grados		Milésimas	Grados	
50	2° 49′	0, 99879	190	10° 42′	0, 98261
55	3° 6′	0, 99854	195	10° 59′	0 98168
60	3° 22′	0 99827	200	11° 15′	0, 98078
65	3° 40′	0, 99795	210	11° 49′	0, 97881
70	3° 56′	0, 99764	220	12° 12′	0, 97680
75	4° 13′	0, 99729	230	13° 6′	0, 97398
80	4° 3 ı′	0, 99692	240	13° 30′	0, 97237
85	4° 47′	0, 99652	250	14° 4′	0, 97001
90	5° 4′	0, 99609	260	14° 37′	0, 96764
95	5° 21′	0, 99564	270	15° 11′	0, 96509
100	5° 37′	0 99520	280	15° 45′	0, 96246
105	5° 54′	0, 99470	290	16° 19′	0, 95972
110	6° 11′	0 99418	300	16° 52′	0, 95698
115	6° 28′	0, 99364	310	17° 26′	0, 95407
120	6° 45′	0, 99307	320	18° 0′	0, 95106
125	7° 2′	0, 99247	330	18° 34′	0, 94795
130	7° 19′	0, 99186	340	19° 7′	0, 94485
135	7° 36′	0 99122	350	19° 41′	0, 94157
140	7° 52′	0, 99059	360	20° 15′	0 93819
145	8° 9′	0, 98990	370	20° 49′	0, 93472
150	8° 26′	0, 98919	380	21° 22′	0 93127
155	8° 43′	0, 98845	390	21° 56′	0, 92762
160	9° 0′	0, 93769	400	22° 30′	0, 92388
165	9° 17′	0 98690	420	23° 37′	0, 91625
170	9° 34′	0, 98609	440	24° 45′	0, 90814
175	9° 51′	0, 98526	460	25° 52′	0 89981
180	10° 8′	0 98440	480	27° 0′	0, 89101
185	10° 25′	0, 98352	500	28° 7′	0, 88199

TABLA de reducción de distancias al horizonte.

Distancias en metros.

Pendientes en grados sexagesimales.	100	200	300	400	500	600	700	800	900	Pendientes en milésimas.
1°	99,98	199,97	299,95	399,94	499,92	599,91	699,89	799,88	899,86	17,78
2°	99,93	199,87	299,81	399,75	499,69	599,63	699,57	799,51	899,45	35,51
3°	99,86	199,72	299,58	399,45	499,31	599 17	699,04	798,90	898,76	53,33
4°	99,75	199,51	299,26	399,02	498,78	598,53	698,29	798,04	897,80	71,14
5°	99,61	199,23	298,85	398,47	498,09	597,71	697,33	796,95	896,57	88,99
6°	99,45	198,90	298,35	397,80	497,26	596,71	696,16	795,61	895,06	106,66
7°	99,25	198,51	297,76	397,02	496,27	595 53	694,78	794,04	893,29	124,44
8°	99,02	198,05	297 08	396,10	495,13	594,16	693,18	792,21	891,24	142,22
9°	98,76	197 53	296.30	395,07	493,84	592,61	691,38	791,15	890,02	160,00
10°	98,48	196,96	295 44	393,92	492,40	590,88	689,36	787,84	886,32	177,78
11°	98,16	196,32	294,48	392 65	490.81	588,97	687,14	785.30	883.47	195,56
12°	97,81	195,63	293,44	391,26	489,07	586 99	684:90	782,52	880,33	213,33
13°	97,43	194,87	292,31	389,74	487,18	584,62	682,62	776,49	876,93	231,11
14°	97,02	194,05	291 08	388,11	485 14	582,17	679,20	776,23	873,26	248,89
15°	96,59	193,18	289,77	386,36	482,86	579,55	676,14	772.73	869.32	266,66
16°	96,12	192,25	288,37	384,50	480.63	576.75	672,88	769 00	865 13	284,44
17°	95 63	191,26	286,89	382,52	478.15	573,78	669,41	765,04	859,67	302.22
18°	95,10	190,21	285,31	380,42	475,53	570 63	665,74	760,84	855 95	320,00
19°	94,55	189,10	283,65	378,20	472,76	567,31	661,86	756,41	850,96	337,78
20°	93,96	187,93	281,90	375,87	469,84	563,81	657,78	751,75	845,72	355,55

CAPITULO XXIII

Medición indirecta.

PROCEDIMIENTO ESTADIMÉTRICO

192. Se realiza la medición indirecta de distancias, cuando no se las recorre, adaptándoles la unidad de medida, empleándose para su evaluación aparatos que en su construcción responden a determinados principios matemáticos.

El procedimiento corrientemente empleado es el estadimétrico, cuyo fundamento se expone a continuación.

Distancias horizontales.

193. Si se pretende medir la distancia *A B* (figura 150) y se trazan las rectas *C D* y *c d*, perpendiculares a la misma, en los triángulos semejantes *ACD* y *Acd*, se verifica:

$$\frac{A\,b}{A\,B} = \frac{c\,d}{C\,D}$$

de donde

$$A\,B = C\,D \times \frac{A\,b}{c\,d} \quad [1]$$

quedando determinada *A B* si se conocen *CD*, *Ab* y *cd*.

Pero *AB* es la distancia que se desea medir; *CD* es la parte de mira comprendida entre los hilos del retículo *c* y *d* y la relación $\frac{A\,b}{c\,d}$ es una constante en cada aparato, dependiente de las características del anteojo. Llamando α al ángulo *CAD*, se tiene:

$$\text{tag}\,\frac{1}{2}\,\alpha = \frac{c\,b}{A\,b} \text{ o sea}$$

$$2\,\text{tag}\,\frac{1}{2}\,\alpha = \frac{c\,d}{A\,b}$$

y por consiguiente

$$\frac{A\,b}{c\,d} = \frac{1}{2\,\text{tag}\,\frac{1}{2}\,\alpha}$$

valor que sustituído en la fórmula [1] da:

$$D = S\,\frac{1}{2\,\text{tag}\,\frac{1}{2}\,\alpha} = S\,K \quad [2]$$

Al ángulo α se le da el nombre de ángulo diastimométrico o estadimétrico; a $2\,\text{tag.}\,\frac{1}{2}$ el de relación diastimométrica, y a su inversa K el de coeficiente diastimométrico.

Se deduce, pues, que pueden seguirse tres sistemas en el empleo de este método:

1.º Emplear una mira dividida de las llamadas parlantes, y ver qué magnitud de ella, S, variable con la distancia, queda comprendida entre los lados del ángulo α de valor constante.

2.º Emplear una mira de longitud constante y determinar qué valor para el ángulo α permite comprenderla exactamente entre sus lados; y por último,

3.º Emplear una mira parlante o de longitud variable, y distintos valores para el ángulo α eligiendo el más conveniente en cada caso.

PRIMERO

Mira variable y ángulo diastimométrico constante.

194. Si *cd* es el retículo de un anteojo, en el cual haya grabados dos únicos trazos separados, precisamente la distancia *cd*, las visuales que pasan por dichos trazos determinan el valor del ángulo constante α, y en una mira o regla, *CD*, a distancia, *D*, del

objetivo, y que recibe nombre de estadía, se marcará un segmento, $S = C\,D$, tal que, multiplicando su valor por el coeficiente diastimométrico, o dividido por la relación de igual nombre, dará la distancia pretendida D.

Si en la mira el segmento S comprende n divisiones de la misma, y cada una vale β, para valores del coeficiente diastimométrico de 100, 50, 200, que son los más usuales, se tendrá, respectivamente,

$$D = 100\ n\ \beta,\quad D = 50\ n\ \beta \text{ y } D = 200\ n\ \beta$$

Si en estas relaciones se hace

$100\ \beta = 1$ metro, $50\ \beta = 1$ metro y $200\ \beta = 1$ metro,

o sea

$\beta = 1$ centímetro, $\beta = 2$ centímetros y $\beta = \frac{1}{2}$ centímetros,

los valores de D vendrán expresados por un número de metros igual al de divisiones que el ángulo diastimométrico marca sobre la mira o estadía.

195. En los teodolitos artilleros el coeficiente diastimométrico más corriente es 50, y las miras que se emplean deben estar divididas en dobles centímetros.

196. Con lo dicho se comprende que la práctica de la operación con el teodolito se reduce a colocar la mira verticalmente en uno de los extremos de la distancia que se va a medir, situar el aparato en estación en el otro y dirigir una visual a la mira con el anteojo horizontal, leyendo en la misma el segmento comprendido entre los dos trazos del retículo. Como una pequeña inclinación en el anteojo no produce error apreciable en la distancia, se procurará enrasar uno de los trazos del retículo exactamente con una división de la mira, lo que facilitará la determinación del valor del segmento interceptado en aquélla.

SEGUNDO

Mira constante y ángulos diastimométricos variables.

197. De la misma figura 150 se deduce:

$$\frac{A\,b}{A\,B} = \frac{c\,b}{C\,B} \text{ y } A\,B = CB \times \frac{A\,b}{c\,b}$$

y teniendo en cuenta que $\frac{A\,b}{c\,b}$ es la cotangente del ángulo $C\ A\ B = \frac{1}{2}$ el valor de la distancia D tiene también por expresión

$$D = L \operatorname{cotg} \frac{1}{2}\alpha = \frac{L}{\operatorname{tang} \frac{1}{2}\alpha} \quad [3]$$

llamando L al segmento $C\ B$, leído en la mira con el hilo central y el superior de los que determinan el ángulo α.

Los anteojos goniométricos de la artillería llevan marcados en sus retículos una serie de trazos horizontales correspondientes a determinados valores del ángulo $\frac{1}{2}\alpha$; dirigiendo visuales a los extremos de una mira, $B\ C = L$, de longitud constante, situada verticalmente en el extremo de la distancia que se va a medir, será abarcada por uno u otro de los distintos valores del ángulo $\frac{1}{2}\alpha$ que queda así determinado permitiendo aplicar la fórmula [3].

198. Siendo siempre muy pequeños los valores del ángulo $1/2\ \alpha$, puede admitirse que son proporcionales a sus tangentes, por lo cual, si vienen expresados en milésimas se tendrá:

$$\operatorname{tag}\left(\frac{1}{2}\alpha\right) \text{ milésimas} = \frac{1}{2}\alpha = \operatorname{tag} 1 \text{ milésima}.$$

Con lo que la fórmula [3] se convertirá en

$$D = \frac{L}{\frac{1}{2}\alpha \times \operatorname{tag} 1 \text{ milésima}}$$

y como tg 1 milésima = tg. 3' 22", 5 = 0,000 82 = $\frac{0{,}982}{1000}$ resulta

$$D = \frac{L}{\frac{1}{2}\alpha \times \frac{0{,}982}{1000}} = \frac{1}{\frac{1}{2}\alpha} \times \frac{100\ L}{0{,}982}$$

Dada la pequeña diferencia que existe entre el valor de la tangente del ángulo de una milésima y el valor absoluto 0,001, para las aplicaciones artilleras pueden considerarse iguales, obteniéndose así:

$$D = \frac{1000\ L}{\frac{1}{2}\alpha} \quad [4]$$

TERCERO

Mira y ángulo diastimométrico variables.

199. Este caso se emplea en aquellos aparatos cuyo retículo tiene varios hilos correspondientes a diversos valores de α, de los que se elige el que más convenga, según la distancia que se trata de medir, con el fin de que quede comprendido entre sus lados la mayor longitud de mira, logrando así mayor precisión, puesto que los errores de lectura de aquella mira influyen menos en la distancia obtenida (véase número 203).

Según que se cuente con ángulos diastimométricos en el retículo (como sucede en los teodolitos y taquímetros), o que estén señaladas sus mitades (hilo central y uno de los otros como en los goniómetros artilleros), se empleará la fórmula [2] o la [3].

Distancias inclinadas.

200. Cuando el terreno acuse pendiente, como sucede en la figura 151, no es posible colocar la mira normalmente a la dirección de la visual $A\ b$ que pasa por el eje óptico del anteojo; se sigue colocando la mira verticalmente en el punto M, cuya distancia el punto de estación, O, se desea conocer. Suponiendo la mira colocada según $C\ D$, se tendrá por las fórmulas [2] y [3].

$$D = \frac{1}{2\ \mathrm{tg}\ \frac{1}{2}\alpha} \times CD; \text{ y } D = \frac{CB}{\mathrm{tg}\ \frac{1}{2}\alpha}$$

Como dada la pequeñez del ángulo $1/2\ \alpha$ se puede, aproximadamente, establecer que: $BC = BC' \cos \phi$, $BD = BD' \cos \phi$, y por lo tanto $CD = C'D' \cos \phi$,

la distancia inclinada en función de los segmentos interceptados en la mira colocada vertical tendrá por valor:

$$D = \frac{S}{2 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha} \cos p = K . S \cos p \text{ ó } D = \frac{L}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha} \cos p \quad [5]$$

según se opere con un teodolito o con un anteojo goniométrico, llamando S y L, respectivamente, a los segmentos $C' D'$ y $C' B$, y p a la pendiente del terreno.

Llamando D' a la reducida al horizonte de la distancia medida, se tendrá:

$$D' = D \times \cos p = \frac{S}{2 \operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha} \cos^2 p = K \times S . \cos^2 p$$

$$D' = D \times \cos p = \frac{L}{\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha} \cos^2 p$$

En la primera de estas dos fórmulas el producto $K S$ recibe el nombre de *número generador* y se le representa por la letra g. Su valor se encuentra multiplicando el número de centímetros interceptados en la mira entre los lados del ángulo diastimométrico, por el coeficiente del mismo nombre o dividiendo el mismo número, por la relación diastimométrica.

Ahora bien, siendo cos. p un valor muy próximo a la unidad cuando la pendiente del terreno es inferior a 50 milésimas, podrá a veces prescindirse de dicho factor en las fórmulas anteriores para valores de la pendiente que no rebasen el límite indicado.

201. Las miras generalmente empleadas con los teodolitos artilleros son las Trougthon, que vienen divididas en dobles centímetros. Con ellas, el número generador g será la diferencia de lectura que se haga con los trazos de un retículo que dan una relación diastimométrica igual a 1/50. Así, por ejemplo, si las lecturas con dichos hilos son 196 y 35, el número de centímetros que define el valor de S será:

$$196 \times 2 - 35 \times 2 = 322,$$

y si este valor se multiplica por 50, o se divide por

1/50, dará para g un valor de $322 \times 50 = 16.100$, y en metros $g = 161$, a cuyo valor se llegá directamente sin más que hallar la diferencia $196 - 35$ de las lecturas hechas en la mira.

202. Si el limbo vertical del teodolito que se emplea mide distancias cenitales en lugar de ángulos de pendiente, la distancia geométrica entre dos puntos y su reducida al horizonte vendrán expresadas por las fórmulas siguientes:

$$D = K\ S \operatorname{sen} v \qquad D' = K\ S \operatorname{sen}^2 v,$$

llamando v a la distancia cenital.

Errores que pueden cometerse en la medición estadimétrica de distancias.

203. Suponiendo que al visar una mira pueda apreciarse la mitad de la menor división de aquélla, el error absoluto con que venga medida una distancia por el procedimiento estadimétrico, empleando el teodolito, tendrá por límite superior, según la fórmula [5].

$$\frac{1}{2} \beta\ K \cos p.$$

en cuya expresión, β representa el valor de la menor división de la mira. El error relativo o grado de aproximación con que se evalúa la distancia, será

$$\frac{\frac{1}{2} \beta\ K \cos p.}{n\ \beta\ K \cos p} = \frac{1}{2n}$$

siendo n el número de divisiones de mira comprendidas por el ángulo diastimométrico empleado, quedando de manifiesto que es conveniente comprender el mayor número posible de divisiones de una mira cuando se emplea el tercer método expuesto.

Si el aparato empleado es un anteojo goniómetro y se hace uso de una mira, cuya menor división sea de seis centímetros, el límite del error absoluto en la distancia apreciada estadimétricamente, será en centímetros, aplicando la fórmula [4].

$$\frac{1000 \times 3}{\frac{1}{2} \alpha}$$

y la aproximación en las distancias medias

$$\frac{\frac{1000.3}{\frac{1}{2}\alpha}}{\frac{100\ L}{\frac{1}{2}\alpha}} = \frac{3}{L}$$

204. Utilizando las miras de cuatro metros con divisiones de 0,02 metros, y empleando las relaciones diastimométricas 1/50 y 1/100, que serán las corrientemente usadas en los teodolitos artilleros, las mayores distancias que pueden medirse estadimétricamente son 200 y 400 metros, respectivamente. Pero estos alcances posibles están muchas veces lejos de ser los prácticos, porque los que realmente se consiguen con un aparato determinado dependen de variadas circunstancias, siendo los principales la amplificación del anteojo, la cantidad de luz que ilumine la mira y el estado de la atmósfera. En la hipótesis de poder apreciarse en la mira la mitad de una de sus divisiones, el siguiente cuadro pone de manifiesto los alcances prácticos de los teodolitos artilleros deducidos por la experimentación, teniendo en cuenta la mira empleada y la amplificación del anteojo:

Clases de mira — Metros	Amplificaciones del anteojo	Alcances prácticos — Metros
0,02	10	155
0,02	12	169
0,02	15	190
0,01	10	100
0,01	12	110
0,01	15	125

Las aproximaciones obtenidas en la medición de las distancias que figuran en el cuadro anterior y que constituyen el que se inserta a continuación, se obtienen de la siguiente manera:

Supóngase que el coeficiente diastimométrico del teodolito con que se opera es $K = 50$, y tómese la primera

distancia del cuadro. Se tendrá, según la fórmula [2]

$$155 \text{ m.} = 15500 \text{ cm.} = 50 \text{ S},$$

de donde

$$S = \frac{15500 \text{ cm.}}{50} = 310 \text{ cm.}$$

como las divisiones de la mira son de 2 cm., los 310 centímetros equivalen a 155 divisiones, y el error cometido será

$$\frac{1}{2n} = \frac{1}{2 \times 155} = \frac{1}{310}$$

Aproximaciones en las distancias obtenidas estadimétricamente.

Relaciones diastimométricas	Divisiones de la mira	AMPLIFICACION DEL ANTEOJO		
		10	12	15
	m			
$\frac{1}{50}$	0,02	$\frac{1}{310}$	$\frac{1}{336}$	$\frac{1}{380}$
$\frac{1}{50}$	0,01	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{440}$	$\frac{1}{500}$
$\frac{1}{100}$	0,02	$\frac{1}{155}$	$\frac{1}{169}$	$\frac{1}{190}$
$\frac{1}{100}$	0,01	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{220}$	$\frac{1}{250}$

205. Si se hace uso de los anteojos goniómetros corrientes en la Artillería, no es conveniente medir estadimétricamente longitudes superiores a 400 metros.

Procedimiento por triangulación.

206. Para medir la distancia de un punto A, a otro C (fig. 152), empleando el método de triangulación, se establece previamente en el terreno una base $A\,B$, que

se mide con cuidado, bien directamente, o por un procedimiento estadimétrico. Obtenida la base *A B* y reducida a la horizontal, con un aparato goniométrico colocado en estación en el punto *A*, se evalúa el ángulo *B A C*, procediéndose de modo análogo a la determinación del ángulo *C B A*, haciendo estación en *B*. En posesión de los valores de los ángulos *A* y *B*, la solución gráfica o trigonométrica, del triángulo *A B C*, dará el lado *A C*, valor de la distancia *A C* reducida al horizonte.

El anteojo goniómetro, cualquiera que sea su modelo, permite medir las distancias por triangulación, obteniéndose éstas con una aproximación suficiente si la longitud de la base es adecuada. El inconveniente que el método presenta es el de la dificultad de establecer y medir esta base *A B*; ha de procurarse que *A B* tenga un valor no inferior a la décima parte de las distancias más largas que se deseen medir.

207. Para algunas necesidades artilleras, aun contando con desproporción marcada entre la base y las distancias a medir, puede emplearse el siguiente procedimiento.

Para medir la distancia existente entre los puntos *A* y *B* (fig. 153), se coloca el anteojo goniómetro en estación en el punto *A*, y después de nivelado y con su graduación en el origen se visa el punto *B*. Girando el anteojo un ángulo recto se determina la alineación *A M*, sobre la que se hace marchar un artillero provisto de una mira, haciéndole avanzar cuanto lo permita la naturaleza del terreno en que se opere, como mínimo 100 metros. Con auxilio de la mira se mide la distancia horizontal entre *A* y *C* en metros. Después de señalar el punto *A* con un piquete o jalón, se traslada el aparato a *C* y se mide el ángulo *A C B* en milésimas, su complemento proporciona el valor del ángulo α.

Valiéndose de la fórmula Fr = Fa — Dk, se determina el valor de Dk, distancia *A B*, que vendrá expresada en kilómetros, dividiendo el valor en metros, encontrado para la longitud *A C*, por él en milésimas del ángulo α.

Los valores que con este procedimiento se obtienen son muy inexactos si no se opera con gran cuidado; el error es tanto mayor cuanto más desproporción existe entre la base *A C* medida y la distancia *A B* que pretende medirse. No debe emplearse más que en los casos en que no se encuentre otro medio de evaluar la magnitud *A B*.

Por medio de telémetro.

208. Las distancias entre dos puntos pueden también obtenerse valiéndose del telémetro, manejando el aparato en la forma que quedó indicado en el capítulo XVII.

CAPITULO XXIV

Medida de ángulos.

RUMBOS GEOGRÁFICOS O AZIMUTES.—SU DETERMINACIÓN

209. El rumbo geográfico o astronómico de una dirección cualquiera *O A* (fig. 154), es el ángulo α que medido en el sentido de la marcha de las agujas de un reloj y a partir de la dirección *N*, forma dicha dirección con la del meridiano geográfico. De aquí se deduce que si dos rectas, *OA* y *O A'*, tienen la misma dirección, pero son de sentido contrario, sus rumbos se diferencian en dos ángulos rectos o 3.200 milésimas

$$\alpha' = \alpha + 3.200 \text{ mls.}$$

210. Para determinar con un anteojo goniómetro el rumbo geográfico de una alineación *O A* (figura 155), cuando se conoce la dirección *N S*, se coloca en estación, graduando en 0-32, en el punto *O*, orientándolo por medio del tornillo de movimiento general, de modo que la línea determinada por dicha graduación quede, como la figura indica, paralela y en el mismo sentido que la línea *S-N*. Con los tornillos de movimiento azimutal se lleva la visual sobre el punto *A*, y la graduación que marque el índice sobre el aparato será el valor del ángulo *N O A*, rumbo de la dirección *OA*. Si el valor del rumbo que se trata de medir excede de 3.200 milésimas, como la *O B* de la figura, y el aparato que se emplea es de graduación partida al valor de la graduación leída hay necesidad de sumarle 3.200 milésimas.

211. Si el anteojo goniómetro que se emplee tiene doble graduación completa, con origen común y en sentidos contrarios, las lecturas en la determinación de los rumbos se hacen siempre sobre la graduación creciente en el sentido de la marcha de las agujas del reloj.

Determinación del rumbo geográfico de una recta cuando se conocen las coordenadas de dos de sus puntos.

212. El cuadriculado de la figura 156 representa el de un plano director parcial, del cual se hablará a su tiempo, y en el mismo las coordenadas de los puntos

A y B, son, respectivamente (011-250-700) y (031-725-275). El primer grupo de tres cifras indica el número de orden de la cuadrícula donde se halla el punto; el segundo, el valor de la abscisa de éste, y el tercero, el de su ordenada; estos dos últimos valores referidos al vértice *S. O.* de la cuadrícula en que se halla el punto y que se toma como origen.

Para deteminar el rumbo de $A\ B$, se referirán las coordenadas de B al punto A, tomado como origen. Así resultarán para las coordenadas de B los valores

$$x = 4725\text{-}250 = 4475$$
$$y = 2275\text{-}700 = 1575$$

y, en consecuencia,

$$\text{tg } \alpha = \frac{x}{y} = \frac{4475}{1575} \text{ y } \alpha = 70^\circ\ 37' = 1256 \text{ milésimas.}$$

El rumbo de $B\ A$ o $A\ B_2$, será:

$$180^\circ + (70^\circ\ 37') = 250^\circ\ 37' = 4455 \text{ milésimas.}$$

Si la recta ocupa la posición $A\ B_1$, teniendo el punto B_1 por coordenadas (007-200-825), resulta, reduciendo las coordenadas de B_1 al A como origen:

$$x_1 = 4200\text{-}250 = 3950$$

$y_1 = 700 + (1000\text{-}825) = 875$ (en valor absoluto),

y, por lo tanto,

$$\text{tg } \alpha_2 = \frac{x_1}{y_1} = \frac{3950}{875}, \quad \alpha_2 = 77^\circ\ 31'$$

y el rumbo de $A\ B_1$

$$\alpha_1 = 180^\circ\ \alpha_2 = 102^\circ\ 29' = 1822 \text{ milésimas.}$$

El rumbo de $B_1\ A$ o $A\ B_3$ será, como antes,

$$\alpha_1 + 180^\circ = 282^\circ\ 29' = 5022 \text{ milésimas.}$$

También puede operarse reduciendo las coordenadas de los puntos A y B al origen verdadero, que es el vértice *S. O.* de la cuadrícula 001 del plano director.

Declinación magnética.

213. Se llama declinación magnética de un lugar, el ángulo agudo que la aguja imanada, libremente sue-

pendida en el mismo, forma con la dirección del meridiano geográfico o astronómico de dicho punto. Como el eje de la aguja determina la dirección de la meridiana magnética del punto en que se opera, puede definirse también la declinación magnética por el ángulo que en un lugar de la Tierra forman la meridiana geográfica y la meridiana magnética.

En nuestro hemisferio, la declinación magnética es Oeste, lo cual quiere decir que la punta Norte de la aguja imanada, libremente suspendida, queda al Oeste de la meridiana geográfica. El valor de la declinación es muy variable con la longitud y la latitud del lugar, aumentando del Este a Oeste, 3/4 de minuto centesimal por kilómetro, y 1/5 de dicha unidad, también por kilómetro, marchando de Sur a Norte.

Además de estas variaciones, la declinación magnética sufre otras dependientes del tiempo. Durante el día la declinación magnética está variando constantemente, alcanzando su valor medio a las 10 y a las 18 horas. Esta variación diurna no es constante para todos los días del año, teniendo un valor máximo, que llega a 20 minutos centesimales durante el mes de junio. La declinación magnética disminuye todos los años, por término medio, doce minutos centesimales.

Sufre también la declinación variaciones locales dependientes de la naturaleza del terreno, y las cuales no responden a ninguna ley fija.

La declinación magnética puede considerarse constante en una porción de terreno cuya mayor extensión no exceda de 15 kilómetros. Por esta razón, las posiciones que toma la aguja magnética en puntos contenidos dentro de una zona que no rebase el límite indicado, deben considerarse paralelas.

Rumbos magnéticos.

214. El rumbo magnético de una dirección es el ángulo que ésta forma con la dirección de la meridiana magnética del lugar en que se opera, contado a partir de ésta en el sentido de las rotaciones directas.

En la figura 157 las líneas que llevan las indicaciones Nm. y Nv., son las direcciones de las meridianas magnética y geográfica, respectivamente.

El ángulo d es, por consiguiente, el valor de la declinación magnética y los ángulos α y β, los rumbos magnéticos de las direcciones $O\ A$ y $O\ B$, respectivamente.

Pasar de los rumbos magnéticos a los geográficos.

215. Para pasar de los rumbos magnéticos α y β a los geográficos, basta disminuirles el valor de la declinación de modo que α' y β', rumbos geográficos, serán:

$$\alpha' = \alpha - d$$
$$\beta' = \beta - d$$

Si se trata de una dirección *O A* (fig. 158), de dirección intermedia a las de las dos meridianas, el rumbo geográfico de la misma, será:

$\alpha' = 360^\circ - (d - \alpha) = 360^\circ + \alpha - d$ y en milésimas
$6400 + (\alpha - d)$

En todos los casos, pues, se pasa del rumbo magnético al geográfico, restando de aquél la declinación; si la diferencia es negativa, se aumentan 360° ó 6.400 milésimas.

Orientar y declinar el goniómetro brújula de la Artillería ligera.

216. Un anteojo goniómetro está orientado, cuando el diámetro determinado por su división origen coincide en dirección y sentido con la *S-N* geográfica.

Si en un goniómetro brújula orientado, se deja libre a la declinatoria, ésta, después de un cierto número de oscilaciones, quedará fija según la dirección del meridiano magnético. Accionando sobre el tornillo de movimientos azimutales hasta que las puntas de la aguja imanada queden frente a sus referencias, el índice marcará una división que se denominará división de declinación del aparato. La división de declinación puede variar de unos a otros aparatos, a causa de los errores inherentes a los mismos.

Cuando se conoce la división de declinación de un goniómetro brújula se dice que éste está declinado, y si se hace coincidir el índice, valiéndose del tornillo de movimientos azimutales con la división de declinación, el goniómetro quedará orientado, es decir, su diámetro (0-32) en la dirección y sentido de la meridiana astronómica.

Orientar un goniómetro.

Para orientar un goniómetro se coloca en estación en un punto del terreno, que toma el nombre de es-

tación de orientación, y que ha de estar situado en el plano director con ayuda del cual se opera; desde dicho punto se visan otros lejanos que estén también representados en el plano. Si el punto de estación es *o* (figura 159), y los visados los *A*, *B*, *C* y *D*, se miden, sobre el plano, los rumbos geográficos de las direcciones *oA*, *oB*, *oC* y *oD*, bien directamente valiéndose de un transportador, bien deduciéndolos del conocimiento de las coordenadas de los puntos *O*, *A*, *B*, *C* y *D*.

Haciendo marcar al goniómetro la graduación que representa el rumbo *a*, y valiéndose del tornillo del movimiento general, se hace que la visual pase por *A*. Conseguido lo anterior, con el tornillo de movimientos azimutales se da una vuelta al horizonte, apuntando las lecturas *b'*, *c'* y *d'*, que se encuentran para las visuales *OB*, *OC* y *OD*. Si las lecturas que se registran no difieren en más de una milésima de los valores respectivos *b*, *c* y *d*, obtenidos sobre el plano, el goniómetro está orientado; si las diferencias $b - b'$, $c - c'$ y $d - d'$, exceden de una milésima, se halla su media diferencial

$$\frac{(b - b') + (c - c') + (d - d')}{3} = \varepsilon$$

y con el tornillo de aproximación del movimiento azimutal, se da al índice un giro igual a ε en el sentido conveniente y el aparato queda orientado.

Declinar un goniómetro brújula.

217. Para declinar un goniómetro brújula se empieza por orientarlo en la forma que acaba de decirse, conseguido lo cual, dejando libre a la declinatoria se actúa sobre el tornillo de movimiento azimutal hasta que las puntas de la aguja enfronten con sus referencias. Se lee la graduación que marca el índice, y se tiene su división de declinación, la que se apunta y es valedera en una zona de 15 kilómetros alrededor del punto tomado como estación de declinación.

Conviene efectuar la operación varias veces y tomar como división de declinación la media de las lecturas obtenidas.

Para declinar un goniómetro, debe tomarse la precaución de escoger como estación de declinación un punto del terreno que no esté próximo a masas metá-

licas, así como despojarse el operador del sable u otros objetos de acero o hierro que pueda llevar consigo.

Para comprobar el error cometido en la declinación del aparato, se le hace marcar la división de declinación, con lo cual, debe quedar orientado, y, por tanto, si se visa un punto lejano *A*, situado en el plano, y se ve la diferencia que existe entre la graduación marcada por el índice y el rumbo astronómico del punto *A*, deducido del plano; dicha diferencia no debe exceder de 5 milésimas.

Para orientar un goniómetro brújula declinado, basta colocarlo en estación en un punto cualquiera y hacer marcar a su índice la división de declinación; dejando libre a la aguja imanada, se enfrontan sus puntas con las referencias, valiéndose del movimiento general del aparato.

218. Si al operar en una zona de terreno, no se encuentran puntos convenientes para servir de estación de orientación o de declinación, por no existir ninguno desde el que se vean otros en buenas condiciones, o si la falta de tiempo impide aplicar el procedimiento de declinación antes expuesto, se puede declinar con facilidad un goniómetro brújula si se dispone de otro ya declinado en la forma siguiente:

Para ello, se coloca en estación el goniómetro declinado *A*, se le orienta haciéndole marcar la división de declinación, y se dirige una visual al eje del goniómetro *A'* que quiere declinarse, situado previamente en estación a una distancia de *A* no inferior a 200 metros. Haciendo marcar al índice de *A'* la misma graduación obtenida sobre *A* al visarlo, si el aparato que se va a declinar es de graduación partida, o dicha graduación aumentada en 3.200 milésimas, si fuese completa, se dirige una visual al eje del goniómetro *A*, valiéndose del mecanismo de movimiento general; con lo que el aparato *A'* queda orientado, deduciéndose su división de declinación en la forma ya dicha.

Se repite la operación colocando los aparatos en puntos que disten de los anteriores más de 100 metros, y se obtiene un nuevo valor para la división de declinación de *A'*. La media aritmética de los valores obtenidos para división de declinación, se toma como verdadero valor de ésta.

Es preciso al operar, alejarse de las masas metálicas.

219. Cualquier aparato provisto de declinatoria, se orienta en la misma forma dicha para los gonióme-

tros brújulas, con las diferencias que imponga la organización del aparato.

Determinación del rumbo geográfico de una alineación cuando se dispone de un aparato declinado.

220. Para ello, se coloca en estación el aparato en uno cualquiera de los puntos de la alineación establecida, haciendo que la punta Norte de la aguja marque la división de declinación y el índice de lecturas coincida con el origen de graduaciones del limbo azimutal. Como en tal disposición, el diámetro correspondiente al origen de graduaciones indica la dirección del meridiano geográfico, bastará visar un segundo punto de la alineación cuyo rumbo se desea, para tener el valor de dicho elemento en la lectura que exprese el índice.

Este modo de operar es muy corriente en las determinaciones topográficas artilleras y suele emplearse en la inmensa mayoría de los casos en que es preciso determinar una *dirección referencia* necesaria en la preparación del tiro, empleando los goniómetros brújulas.

El procedimiento es muy rápido, obteniéndose los rumbos con un error no superior a 5 milésimas. La lectura que acuse el aparato en un punto de la alineación de la cual se determina el rumbo, debe ser contrastada con la que se obtenga en otro diferente, y no diferenciándose ambas en más del número de milésimas que antes se indica, se toma su semisuma para el valor angular deseado.

Orientación de aparatos sin declinatoria.

221. El orientar los aparatos valiéndose de la declinatoria, lleva consigo el error que implica el tomar como único el valor de la declinación en los diferentes puntos del levantamiento.

Para evitar estos errores y poner siempre en la misma dirección el limbo de un aparato, tenga o no declinatoria, se procede a orientar aquél, siguiendo el método conocido con el nombre de *orientación por el limbo,* y en artillería, por el de *puntería recíproca.* Esta operación se realiza en la misma forma expuesta (218) al tratar de buscar la división de declinación de un goniómetro brújula (fig. 160).

Orientación de aparatos por la determinación de la meridiana astronómica del lugar.

222. Un aparato topográfico puede orientarse por procedimientos astronómicos y a ello se recurre en levantamientos de gran precisión. No serán generalmente los equipos topográficos de las unidades del arma los que realicen esta clase de operaciones, que estarán encomendadas a secciones del servicio topográfico artillero del Ejército. En los tratados de Geodesia y Topografía superior, se indican los diversos modos de operar, y a continuación se expone con detenimiento la marcha seguida para determinar el rumbo astronómico de una dirección, valiéndose de las alturas aparentes del Sol, tal como se dispone en las «Instrucciones técnicas para los trabajos geográficos y topográficos del Depósito de la Guerra».

223. Para determinar el rumbo geográfico de la dirección *A B* (fig. 161), basta considerar que, si se hace estación con un teodolito en un punto *A* de ella, y se dirigen al Sol dos visuales *A M1* y *A M2* en horas simétricas respecto al paso de ese astro por el meridiano astronómico, el plano bisector del diedro formado por los dos planos de colimación *A M1* y *A M2*, es el plano meridiano, y, por lo tanto, la bisectriz del ángulo *M1 A M2* seguirá la dirección de la meridiana astronómica, y una vez terminada ésta, puede conocerse el rumbo geográfico α de la recta *A B*.

En este procedimiento, conocido con el nombre de método de las alturas aparentes del Sol, es preciso tener en cuenta que las dos visuales dirigidas a dicho astro *A M1* y *A M2*, en horas simétricas respecto del mediodía, no son simétricas con relación a la línea *N-S*, por efecto del cambio que se produce en la declinación del Sol entre los solsticios, en dos posiciones de la misma altura. Esto hace que entre el solsticio de invierno y el de verano, la posición del Sol, por la tarde, esté más alejada del meridiano que la que tiene por la mañana a igualdad de altura aparente, sucediendo lo contrario en el tiempo comprendido entre los solsticios de verano y de invierno. De aquí se deduce, que para tener simetría respecto al meridiano en posiciones del Sol de la mañana y de la tarde, hace falta efectuar la observación de la tarde, en invierno y en primavera, cierto número de segundos antes de que el Sol tenga la misma altura que por la mañana, y por el contrario, varios segundos después en verano y otoño.

224. La tabla que sigue pone de manifiesto el tiempo que debe adelantarse o retrasarse la observación de la tarde.

En 1.º	de enero	se *adelanta*	la observación	de la tarde	9	segundos.
En 1.º	de febrero	íd.	íd.	íd.	29	íd.
En 1.º	de marzo	íd.	íd.	íd.	35	íd.
En 1.º	de abril	íd.	íd.	íd.	31	íd.
En 1.º	de mayo	íd.	íd.	íd.	19	íd.
En 1.º	de junio	íd.	íd.	íd.	6	íd.
En 21	de junio	íd.	íd.	íd.	0	íd.
En 1.º	de julio	se *retrasa*	íd.	íd.	4	íd.
En 1.º	de agosto	íd.	íd.	íd.	15	íd.
En 1.º	de septiembre	íd.	íd.	íd.	32	íd.
En 1.º	de octubre	íd.	íd.	íd.	36	íd.
En 1.º	de noviembre	íd.	íd.	íd.	30	íd.
En 1.º	de diciembre	íd.	íd.	íd.	15	íd.
En 21	de diciembre	íd.	íd.	íd.	0	íd.

225. Cuando quiera determinarse el rumbo astronómico de una dirección, *AB*, suponiendo que se opera con un teodolito de un minuto centesimal de aproximación y que las observaciones comienzan hacia las nueve de la mañana, el modo de operar es el siguiente:

En el estado que figura al final de este párrafo puede seguirse, con detalles, la marcha de la operación, que se hace sobre un ejemplo, para fijar más las ideas.

Se coloca en estación el teodolito, perfectamente corregido, en el punto *A*, y poniendo en coincidencia los ceros de los nonios I y II con las divisiones o y 200 g. del limbo azimutal, o sea, con el limbo cenital a la izquierda, se dirige una visual al punto *B*. Dejando inmóvil el limbo azimutal, se visa de nuevo el punto *B*, teniendo el anteojo en posición normal, o sea con el círculo vertical a la derecha, debiendo encontrarse las mismas lecturas anteriores u otras que difieran de las primeras, en un minuto, a lo más.

En la disposición en que ha quedado el aparato, con el círculo vertical a la derecha, se apunta al Sol de modo que los hilos que forman la cruz del retículo queden, el horizontal, cortando al astro como indica la figura 162, próximo a la tangencia, y el vertical también a la proximidad del astro. En este momento se lee la graduación que marca el nonio del eclímetro más cercano al anteojo, por ejemplo 122,72, dejándose ya inmóvil a éste. Con ayuda del tornillo de aproximación de los movimientos azimutales se procura que el hilo vertical del retículo se haga tangente al disco del Sol, no perdiéndose ya dicha tangencia hasta co seguir que, elevándose el astro (y por consiguiente, bajando en el dibujo de la figura 162), los hilos del retículo queden en la posición que indica la figura 163, en cuyo momento se apunta la hora, que será la de la primera observación de la mañana, por ejemplo nueve

horas, treinta y siete minutos y siete segundos, y se hacen las lecturas de los nonios I y II, que se suponen respectivamente: 148 g. 70' y 348 g. 71'.

Unos minutos después se procede a una segunda observación llevando el anteojo a su posición inicial; es decir, con el círculo a la izquierda, y cuando la tangencia, en la forma indicada por la figura 164, se ha conseguido, se apunta la hora (nueve horas, cuarenta y tres minutos y nueve segundos), las lecturas en los nonios I y II que se supone ser, respectivamente, 350 g. 14' y 150 g. 15', y la zenital en el nonio más próximo al ocular del anteojo, supuesta 276 g. 17'.

Dejando pasar algún tiempo, se hacen en la misma forma otras dos observaciones, cuyos resultados, en hora y lecturas, están expresados en el estado.

Hechas las observaciones de la mañana, se deja el teodolito, convenientemente protegido, para que no sufra ninguna alteración, y se espera a que lleguen las horas de observación de la tarde.

Suponiendo que el trabajo se realiza el día 18 de septiembre, según la tabla antes expuesta, es preciso retrasar la observación de la tarde, respecto de la simétrica en hora de la mañana, un número de segundos comprendidos entre 32 y 36; por interpolación se obtiene para valor del retraso 34,4 segundos.

Esto sabido, próximamente media hora antes de comenzar las observaciones de la tarde, con cuya anticipación hay bastante para prevenir los efectos de las diferencias de los días verdadero y medio, y la marcha del reloj empleado, se vuelve el aparato, y con el círculo vertical a la izquierda, tal como quedó por la mañana, se dirige una visual al punto *B* para asegurarse que los ceros de los nonios I y II coinciden, respectivamente, con las graduaciones O g. y 200 g. del limbo azimutal.

Con la lectura zenital última de la mañana, 273 g. 93' y sin mover ya el anteojo en altura, se dirige una visual al Sol valiéndose del tornillo de coincidencia del movimiento azimutal. Cuando en el retículo la imagen del Sol, respecto a los hilos de la cruz de aquél, esté próxima a la tangencia que indica la figura 164, se advertirá al ayudante del operador, para que a la voz de *YA* cuente 34,2 segundos, durante los cuales aquél, sin variar para nada la altura del anteojo, hará, valiéndose del tornillo de aproximación de los movimientos azimutales, que el hilo vertical del retículo siga siendo tangente al disco solar. Pasados los treinta y cuatro segundos se hace la lectura azimutal que acuse el aparato, la cual se supone ser 54 g. 31' con

el nonio I y 254 g. 32' con el nonio II, apuntándose la hora, tres horas 35 minutos y 30 segundos.

Otras tres observaciones se hacen por la tarde y el detalle de su resultado figura en el estado.

En el caso considerado, ha sido preciso retrasar la observación de la tarde, mas ocurrirá lo contrario si se opera en un día comprendido entre el 21 de diciembre y el 21 de junio. Pero no es posible adelantar la observación de la tarde, por desconocerse el momento preciso en que el Sol se hallará a la misma altura que por la mañana, y por ello lo que se hace es retrasar la observación de la mañana, con lo que el resultado es el mismo. El modo de operar consiste en colocar el anteojo, por la mañana, en la inclinación con que se quiera observar y una vez que el disco solar resulte tangente a los dos hilos, horizontal y vertical del retículo, sin tocar para nada el tornillo de movimientos azimutales, se acciona suavemente en el de movimientos verticales durante los segundos que se haya de adelantar la operación de la tarde, procurando que el hilo horizontal del retículo quede siempre tangente al disco solar.

266. Como no es posible dirigir visuales al Sol por el anteojo, lo que se hace es colocar a conveniente distancia del ocular una cartulina y enfocar de modo que sobre la misma se proyecten con toda claridad la imagen del Sol y los hilos del retículo.

Según indica su título en la columna de rumbos medios, del estado que viene a continuación, aparecen los que corresponden a la meridiana para cada par de observaciones efectuadas a las horas simétricas y la media de todas ellas, lo que resulta ser 204 g. 06' es la que figura en la casilla «DIRECCION N — S.»

La figura 165 indica la posición que tiene la recta *A B*, respecto de la meridiana y dado el valor que resulta para rumbo de la línea N — S, el astronómico de *A B*, será :

$$400 \text{ g.} - 4 \text{ g. } 6' + 395 \text{ g. } 94'$$

OBSERVACIONES	Puntos visados	Lecturas cenitales	LECTURAS AZIMUTALES			Rumbos medios	Dirección N—S
			Nonio I	Nonio II	Promedios		
Círculo a la izquierda (C. I).....	B.	—	0^g00	200^g00	0^g00		
Círculo a la derecha (C. D.)	B.	—	200^g00	0^g00	200^g00		
1.ª mañana (9 h. 37 m. 7 s.) (C. D).....	Sol.	122^g72	148^g70	348^g71	148^g705	204^g065	204^g06
8.ª tarde (3 h. 56 m. 39 s.) (C. D).....	íd.	122^g72	259^g42	59^g43	259^g425		
2.ª mañana (9 h. 43 m. 9 s.) (C. I).....	íd.	276^g17	350^g14	150^g15	350^g145	204^g055	
7.ª tarde (3 h. 50 m. 35 s.) (C. I.)	íd.	276^g17	57^g96	257^g97	57^g965		
3.ª mañana (9 h. 49 m. 46 s.) (C. D.).....	íd.	124^g66	151^g73	351^g74	151^g735	204^g070	
6.ª tarde (3 h. 44 m. 0 s.) (C. D).....	íd.	124^g66	256^g40	56^g41	256^g405		
4.ª mañana (9 h 58 m. 5 s.) (C. I).....	íd.	273^g93	353^g78	153^g79	353^g775	204^g050	
5.ª tarde (3 h. 35 m. 30 s.) (C. I.).....	íd.	273^g93	54^g31	254^g32	54^g315		

CAPITULO XXV

Orientación de planos.

227. Orientar un plano es colocarle de modo que las rectas en él contenidas resulten paralelas a sus homólogas del terreno.

Si se pisa el terreno que el plano representa, se orienta éste buscando en aquél dos puntos cuya situación esté marcada en el plano, e imaginando la recta que los une, se procura por movimientos del plano, que la homóloga de éste, resulte paralela a aquélla y en el mismo sentido. De este modo todas las rectas del plano quedarán paralelas a las correspondientes del terreno y por consiguiente aquél estará orientado.

Puntos cardinales.

228. Generalmente se indica en los planos por medio de una flecha la dirección Norte-Sur (N-S), correspondiendo la punta de la misma al Norte, y cuando tal indicación no aparece en los planos de levantamiento regular, debe entenderse que la dirección Norte-Sur está representada por la de los bordes laterales de la hoja de papel donde el plano está dibujado, correspondiendo al Norte el borde superior.

Indicados así los dos puntos cardinales Norte y Sur, los otros dos, Este y Oeste, son los que quedan a derecha e izquierda, respectivamente, de la flecha que indica la dirección (N-S). Las direcciones intermedias a estas cuatro principales así definidas, toman un nombre compuesto de las que aquéllos tiene y el conjunto de todas ellas constituye lo que se llama la *rosa de los vientos*. El Nordeste es la dirección comprendida entre el Norte y el Este, formando ángulos de 45 grados con las que indican las direcciones del Norte y del Este. Análogamente sucede a las direcciones Noroeste, Sudeste y Sudoeste. Entre estas y las principales pueden definirse otras, por ejemplo, la dirección del Nordeste que forma ángulos de 22° 30' con las del Norte y Nordeste.

Modos de orientación.

229. El más seguro es la determinación del rumbo astronómico o geográfico de una alineación del terre-

no que esté representada en el plano, operando en la forma indicada en el Capítulo XXIV, pero según lo antes expuesto, serán muy raras las veces en que habrá necesidad de proceder a tales determinaciones topográficas si se dispone de planos de levantamiento regular.

Cuando el plano que se posee no traiga indicación alguna sobre la situación de los puntos cardinales, o es resultado de un levantamiento rápido, si es preciso orientarle aproximadamente, pueden seguirse diversos procedimientos, que se exponen a continuación.

Con la brújula.

230. Con auxilio de la brújula contenida en la cartera del oficial de artillería, empleándola según quedó expuesto en el lugar correspondiente, se conseguirá saber la dirección de la meridiana magnética, y teniendo en cuenta que la declinación en nuestro hemisferio es Oeste, la dirección aproximada de la meridiana geográfica estará indicada por la recta que forme con la meridiana magnética un ángulo de 13° en el sentido de las rotaciones directas, toda vez que el valor apuntado es, aproximadamente, el actual que tiene la declinación.

Por medio del Sol.

231. Clavando en un trozo de terreno aproximadamente horizontal un piquete y procurando que éste quede lo más vertical posible, se observa que la sombra que dicho piquete arroja sobre el suelo, va acortándose a medida que el Sol, en su movimiento aparente, se acerca al meridiano del lugar donde se opera. De aquí se deduce que para tener en el terreno una alineación que indique la dirección de la meridiana geográfica, bastará ir señalando los puntos extremos de la línea de sombra arrojada por el piquete, siendo la dirección Norte-Sur la que expresa dicha sombra cuando llega a un mínimo de longitud, a partir del cual crece nuevamente.

Este método da una aproximación muy escasa y se consigue mayor perfección clavando verticalmente sobre el plano a orientar una aguja o estilete, de la cual se irá registrando la sombra que proyecte hasta recoger el mínimo de longitud de que se habla en el párrafo anterior. En tal momento se tiene la dirección de la meridiana geográfica y el plano podrá orientarse.

232. Con un reloj, cuando el Sol está visible, puede

también conseguirse la dirección de la meridiana geográfica. Para ello se tendrá en cuenta que a las doce, mirando al Sol según el diámetro de la esfera del reloj que une las VI (horas) con las XII (horas), se define la dirección mencionada, y que permaneciendo inmóvil el reloj, a las 13, se ve el astro en la dirección del diámetro que determina el punto medio del arco de la esfera del reloj comprendido entre las doce y las trece. De un modo análogo, el Sol resulta en la prolongación del diámetro que pasa por las trece cuando son las catorce (dos de la tarde), y así sucesivamente. De aquí se deduce que, inversamente dirigiendo una visual al Sol a una hora determinada, puede venirse en conocimiento de la dirección de la línea N-S, por la que indique el diámetro de la esfera del reloj que une las VI con las XII. Tal sucederá si, por ejemplo, a las cuatro de la tarde (las dieciséis), se dirige una visual al Sol, siguiendo el diámetro de la esfera del reloj que pasa por las catorce.

Por la Polar

233. De noche se consigue una orientación cierta por medio de la estrella Polar, que es la más brillante de la constelación conocida con el nombre de *Osa Menor*, y la última de su cola, según puede verse en la figura 166. Para encontrar en el firmamento, sin confusión posible, la estrella Polar, se supone una recta que une las dos estrellas α y β de la constelación *Osa Mayor* y prolongando su longitud aparente cinco veces, se viene a parar a la estrella que se desea.

Determinada la estrella Polar, el plano vertical que pasa por la misma y el punto donde está situado un observador, contiene la meridiana geográfica de dicho punto.

Por la Luna

234. Aun cuando sea poco precisa la orientación por la Luna, habrá de recurrirse a ella si las nubes ocultan a la estrella Polar.

En la primera de las cuatro fases de la Luna, o sea la de la luna llena, ésta es visible durante toda la noche, y en el primer día de su fase se encuentra en la dirección del Oeste a las seis de la mañana, a las vinticuatro en la del Sur, y a las dieciocho en la del Este.

Durante la segunda fase, que es la de cuarto men-

guante, la Luna tan sólo es visible durante la segunda parte de la noche, en el primer día de esta fase señala el Sur a las seis y el Este a las veinticuatro.

La tercera fase es la de Luna nueva, y durante toda la fase el astro es invisible, por lo cual no es posible la observación.

Por último, en la cuarta fase, que es la de cuarto creciente, en cuyo período el astro se presenta al observador en forma de C invertida, lo contrario de lo que sucede en el cuarto menguante, la Luna es visible en la primera mitad de la noche, marcando el Sur a las seis, en el primer día de esta fase, y el Oeste a las veinticuatro.

Si la observación se hace en un día que no sea el primero de cada fase de la Luna, se tendrá en cuenta que a partir del primero la Luna retrasa, próximamente, una hora por día su paso por la línea Norte-Sur, por lo que, para la orientación, será necesario consultar un almanaque donde se indiquen las fechas en que comienzan las diversas fases del astro.

Orientación por informaciones e indicios

235. Si no puede hacerse uso de ninguno de los procedimientos indicados para conseguir la orientación, se preguntará a los habitantes del país el lado por el cual sale el Sol y aquél por donde se oculta. El primero indica la dirección del Este y el segundo la del Oeste.

La Naturaleza presenta también algunos indicios que pueden guiar a la orientación aproximada.

En los árboles aislados situados en lugares despejados, se nota que retoñan con más fuerza en la parte expuesta al Sur que en la que hace cara al Norte, indicio que puede guiar en la determinación de la línea Norte-Sur, y si en la proximidad del lugar donde se opera se ha hecho una tala de árboles, con la cortadura a flor de tierra, pueden determinarse los puntos cardinales, puesto que las capas leñosas anuales de los troncos tienen su mayor anchura en la parte expuesta al Sur y su parte más estrecha en la que mira al Norte.

Como en los árboles la parte más expuesta a las lluvias presenta la corteza más resquebrajada que en la opuesta, puede venirse en conocimiento de los puntos cardinales si se conoce el régimen de vientos que traen las lluvias en la comarca donde se opera. Observando el musgo de que se cubren las rocas y los

árboles, también a causa del régimen de lluvias, se tendrá otro indicio para la orientación. La nieve, en las laderas de las montañas, desaparece más pronto en las partes expuestas al Sur que en las que miran al Norte.

Por último, las veletas de las torres indican la dirección de los cuatro puntos cardinales, dando en consecuencia la de la meridiana geográfica.

CAPITULO XXVI

Medición de ángulos horizontales.—Con teodolito.—Con goniómetro.—Con goniómetro-brújula.

Angulos que se miden en la práctica

236. Al pretender medir el ángulo de dos direcciones, *OA* y *OB* (fig. 167), téngase en cuenta que los aparatos empleados en Topografía no dan el valor del verdadero ángulo, *A O B*, de las dos alineaciones, y sí el del *A' O B'*, que resulta reduciendo aquél al horizonte. A este ángulo, *A' O B'*, se llama ángulo horizontal o azimutal de las dos alineaciones.

Medición directa del ángulo de dos direcciones

237. Materializadas en el terreno, o determinadas por accidentes topográficos, las dos alineaciones cuyo ángulo horizontal hay que medir, y haciendo estación en el vértice del mismo, cuando esto es posible, se nivela cuidadosamente el aparato empleado, llevando a coincidir con el cero de las graduaciones, en el limbo o tambor azimutal, el índice correspondiente. Conseguido lo anterior, valiéndose de los tornillos de movimiento general del goniómetro, se apunta el anteojo en dirección de la alineación de la izquierda, o de la derecha, según que las graduaciones del limbo crezcan en el sentido de la marcha de las agujas de un reloj (caso el más general) o en el contrario. Apretados los tornillos de movimiento libre y con los que mueven el anteojo sobre las graduaciones, se enfila la segunda alineación y el valor del ángulo que se desea es la lectura que marque el índice en el limbo azimutal de goniómetro.

Cuidados en la medición.

238. El modo de operar indicado es general, cuando se emplea un teodolito o un anteojo goniómetro; pero debe tenerse presente la observación que a continuación se expone para obtener, por una lectura directa y sin confusión posible, el valor de un ángulo medido con un anteojo goniómetro.

En los anteojos goniómetros empleados en la Artillería, las graduaciones crecen en el sentido de la marcha de las agujas de un reloj; por lo tanto, si al medir en el terreno el ángulo de dos direcciones haciendo estación en el vértice de aquél, y con las graduaciones en *O* se visa primero al lado que lo define por la izquierda, y, como consecuencia, se gira el aparato en el sentido de las rotaciones directas, para dirigir la visual al otro lado; la lectura que acuse el aparato al visar la segunda dirección es el valor verdadero del ángulo de dichas dos direcciones.

Si no se hace así, el ángulo que se mide es el suplemento a 400 g.

Es, pues, conveniente, para evitar faltas, efectuar siempre la medición de ángulos haciendo que la visual gire en el mismo sentido en que crecen las graduaciones del aparato que se utiliza.

En las operaciones topográficas es lo corriente tener que medir en cada vértice o estación varios ángulos; se opera partiendo de una de las direcciones, la que se visa con la graduación en cero, y efectuando una vuelta de horizonte girando el anteojo en el sentido del crecimiento de la graduación del aparato; con ello no sólo se conocerá por diferencia el valor del ángulo de dos cualquiera de las direcciones visadas, sino que quedarán definidas las posiciones relativas de todas ellas. Al terminar una vuelta de horizonte es preciso comprobar que el aparato no se ha movido durante ella, para lo cual se enfila la dirección de origen y el goniómetro debe marcar la graduación cero o aquélla de la cual se partió; de no suceder así, es necesario, generalmente, repetir las operaciones.

Los valores de los ángulos medios se obtendrán con una aproximación dependiente de la que tenga el aparato empleado. Cuando se haga uso de un teodolito debe tomarse como valor del ángulo el número de grados que acuse el nonio I (suponiendo que con esto se hacen las lecturas de los verdaderos valores), añadiéndole la semisuma de las fracciones de grado que se aprecien con los dos nonios I y II; antes debe el operador cerciorarse de que los valores en grados que uno y otro nonio acusan, difieren en dos cuadrantes. Si las lecturas, en grados, hechas con los dos nonios no se diferencian en 200, a la suma de las fracciones de grado leídas con ambos habrá de añadirse la diferencia entre la lectura del nonio I, más 200, y la efectuada con el nonio II; la mitad del número así obtenido se

suma al número de grados leído con el nonio I, para tener el valor del ángulo medido.

Por ejemplo:

Lectura con el nonio I = 75g,98 } 1g + 0g,98 +
Lectura con el nonio II = 276g,04 } + 0g,04 = 2g,02
Valor del ángulo . . 75g + 1g,01 = 76g,01

Método de repetición

239. Se evitan las faltas y se obtiene mayor aproximación en la medida de un ángulo empleando el procedimiento que se indica a continuación:

Suponiendo quiera medirse el ángulo de las dos direcciones *OA* y *OB* (fig. 168), se establece el aparato en estación en su vértice *O*, y haciendo que el índice coincida con el cero de las graduaciones, se enfila el punto *A*, valiéndose del tornillo de movimiento general del goniómetro. Inmovilizado el movimiento general y accionando en el tornillo que mueve el anteojo, se dirige la visual al punto *B*, haciéndose la lectura que determina esta segunda visual, igual a α. Por medio del tornillo de movimientos generales y marcando el goniómetro la graduación obtenida α_1, se dirige la visual sobre *A*, para visar de nuevo *B*, por giro del anteojo. La lectura obtenida debe ser α_2 igual a $2\,\alpha_1$, o este valor aumentado o disminuído en otro, ε, dependiente del estado del aparato empleado y de las cualidades personales del operador, es decir $\alpha_2 = 2\alpha_1 \pm \varepsilon$. Puede hacerse una tercera medición en la forma expuesta y la lectura α_3 obtenida, será la suma $\alpha_3 = \alpha_2 + \alpha_1 \pm \varepsilon' = 3\,\alpha_1 \pm \varepsilon'$ siendo ε' un error que tiene origen análogo a ε. Restando de cada lectura hecha la anterior, resultarán para valores del ángulo medido las tres expresiones:

$$\alpha_1$$
$$(\alpha_2 - \alpha_1) = \alpha_1 \pm \varepsilon$$
$$(\alpha_3 - \alpha_2) = \alpha_1 \pm \varepsilon'$$

y al tomar la media aritmética de las mismas

$$\frac{\alpha_1 + (\alpha_2 - \alpha_1) + (\alpha_3 - \alpha_2)}{3} = \frac{3\,\alpha_1 \pm \varepsilon \pm \varepsilon'}{3} = \alpha_1 \pm \frac{\varepsilon}{3} \pm \frac{\varepsilon'}{3}$$

además de tener el valor más probable del ángulo, se hallará uno, en el cual, es seguro no se han cometido faltas o equivocaciones.

Método de reiteración

240. Con el método de reiteración se obtienen varios valores del ángulo que se desea, independientes unos de otros, y determinados sobre distintas partes del limbo del goniómetro utilizado.

Para aplicar este procedimiento, es preciso determinar el arco de reiteración, cuyo valor en un anteojo goniómetro, es $\frac{6.400}{n}$ en milésimas, siendo n el número de reiteraciones que han de hacerse; y $\frac{400\text{ g.}}{2n}$ si se opera con un teodolito artillero provisto de dos nonios para las lecturas.

La práctica del procedimiento consiste en hacer marcar al índice del goniómetro el cero de las graduaciones, una vez que el aparato esté en estación sobre el vértice O del ángulo AOB a medir, y visar el punto A valiéndose de los tornillos de movimiento general del aparato. Enfilado el punto A y fijos los tornillos del movimiento general, se dirige la visual al punto B, accionando en el tornillo que mueve el anteojo, haciéndose la lectura a_1 que acuse el índice. Lo mismo se practican las mediciones siguientes, pero haciendo marcar al índice para visar A, valores iguales a una, dos, tres, etc., veces el arco de reiteración, con lo cual se obtendrán para el ángulo los valores a_2, a_3, etc.; el promedio de todos los obtenidos, es el que se toma como más conveniente.

Por regla general, tan sólo se hacen dos reiteraciones cuando se emplean los anteojos goniómetros o los goniómetros brújulas corrientes en la Artillería, por lo cual, el arco de reiteración valdrá 3.200 milésimas, las graduaciones para visar A en las dos mediciones serán 0 y 3.200. Si se quieren cuatro reiteraciones, el índice, en cada una de las lecturas del ángulo al visar el punto A, marcará 0, 1.600, 3.200 y 4.800. Si las lecturas efectuadas son, por ejemplo, 37, 1.636, 3.238 y 4.839, se tomará para el ángulo medido el valor

$$\frac{37 + 36 + 38 + 39}{4} = 37{,}50$$

y en milésimas enteras 37.

Medir el ángulo de dos direcciones cuando éstas no se cortan en la zona en que se opera.

241. El valor deseado se obtiene siempre por diferencia de rumbos con un goniómetro brújula según se ha indicado en la determinación de rumbos, pero el ángulo de dos direcciones que no se corten en el interior de la zona de las determinaciones topográficas, se halla también con gran sencillez por un itinerario de ángulos, cuyo detalle se expone en el capítulo que trata de este método topográfico. (Párrafo 291.)

Medir el ángulo de dos direcciones por medio de la brújula.

242. Para medir el ángulo de las dos direcciones *OA* y *OB*, empleando la brújula (fig. 169), se estaciona el aparato en el vértice de aquél y haciendo que las puntas de la aguja, libremente suspendida queden frente a sus referencias, se dirigen visuales a los puntos *A* y *B*, obteniéndose así los rumbos magnéticos α y β de las direcciones *OA* y *OB*. La diferencia $\beta - \alpha$ de dichos rumbos da el valor del ángulo *AOB*.

Se comprende que no es necesario situar la brújula en el vértice del ángulo para obtener el resultado apetecido, pero la práctica indicada evita hacer una estación cuando se pretende el ángulo de dos rectas que se cortan en la zona en que se trabaja.

Medición de ángulos verticales.

Definiciones.

243. Los ángulos verticales, que se miden en Topografía, son los de pendiente y los cenitales; estos últimos se llaman distancias cenitales.

El ángulo de pendiente de una recta *AB*, del terreno (fig. 170), es el p formado por aquélla con la horizontal del punto *A* de origen, llamándose de elevación en el caso considerado y de depresión cuando la recta *AB* queda como indica la figura 171, por debajo de la horizontal del punto *A*. Los ángulos de elevación se consideran positivos, y en los cálculos vienen afectados del signo +, en tanto que los de depresión son negativos y su signo es el —. El valor absoluto de un ángulo de pendiente puede variar entre cero y un recto.

El ángulo cenital, o distancia cenital, de la recta *AB*, es el que forma ésta con la vertical del punto *A*. Tal es el representado por la letra *V* en las figuras 170 y 171, siendo en la primera menor que un recto y mayor en la segunda. La distancia cenital de una recta puede tomar todos los valores comprendidos entre cero y dos rectos.

Los ángulos de pendiente determinados en los extremos de una recta tienen valores iguales y de signos contrarios, y las distancias cenitales evaluadas en aquellos puntos son ángulos suplementarios.

El ángulo de situación de un objetivo no es otra cosa que el de pendiente de la línea de situación correspondiente.

Empleo del teodolito.

244. Para medir el ángulo de elevación o la distancia cenital de una recta empleando el teodolito, se coloca el aparato en estación en el origen de aquélla, nivelándole cuidadosamente. Si al nivelar el aparato, el diámetro 0g—200g del limbo vertical o el 100g—300g del mismo, según traten de medirse ángulos de pendiente o distancias cenitales, resulta horizontal, basta dirigir el anteojo en la dirección de la alineación determinada en el terreno, para tener inmediatamente por lectura directa sobre el limbo mencionado el ángulo de pendiente o la distancia cenital de aquélla.

Puede ocurrir por no estar corregido el aparato que una vez nivelado y calado de nivel del eclímetro, el diámetro antes mencionado no resultase horizontal; en este caso, para hacer una medida se dirige la visual en la posición normal del anteojo, suponiendo esté a la derecha del limbo vertical, en la dirección de la recta cuya pendiente se desea, anotándose la lectura que acuse el índice del nonio. Dando al anteojo la vuelta de campana y haciéndole girar 180° alrededor del eje vertical del aparato, se dirige de nuevo la visual a la alineación establecida en el terreno, tomándose la lectura que marque el mismo nonio utilizado anteriormente. La media aritmética de las dos lecturas efectuadas expresa el ángulo de pendiente o la distancia cenital, según el caso, de la alineación considerada del terreno.

Aun cuando coincidan los índices de los nonios con las graduaciones de origen del limbo vertical, al calar el nivel del eclímetro, debe emplearse el segundo modo de operar, pues con él desaparecen, con otros de menos importancia, los errores inherentes a la falta

de verticalidad del eje general del aparato y a la de horizontalidad del eje de muñones del anteojo.

Empleo del goniómetro

245.—El anteojo goniómetro, en la medición de ángulos verticales, puede tener el empleo de los aparatos genéricamente conocidos con el nombre de clisímetros, los cuales dan dichos ángulos por el valor de su tangente.

Supuesto horizontal el eje OA, de colimación de un anteojo goniómetro (fig. 172), una visual dirigida al punto B determina en la recta $A\,B$ una altura sobre la horizontal de la que se deduce $\text{tag}\ \alpha = \frac{AB}{OA}$, valor que se encuentra igualmente dividiendo la longitud $A'\,B'$ que intercepta la visual $O\,B$ en una vertical $A'\,B'$, grabada en el retículo del anteojo, supuesto éste a una distancia OA' del ocular.

Si en el trazo $A'\,B'$ del retículo se inscriben, a las diversas separaciones de A', los valores de los ángulos que corresponden a las tangentes dadas por las relaciones $\frac{A'\,B'}{O\,A'}$ correspondientes, una lectura directa hace conocer dichos ángulos.

Lo mismo sucede al determinar el ángulo formado con la horizontal por una recta que, partiendo del ocular O, quedase por debajo de la OA', si, prolongando en toda la extensión del retículo la recta $A'\,B'$, se gradúa ésta por debajo de la horizontal en la forma expuesta.

246. En la medición de ángulos verticales, el anteojo goniómetro se utiliza para determinar el ángulo de situación de un objetivo. Si dicho ángulo es de valor inferior al que indica la mitad de la escala vertical grabada en el retículo del anteojo, el ángulo de situación se determina dirigiendo aquél al objetivo, después de nivelado el aparato, y leyendo directamente sobre la escala vertical mencionada, la división que corresponda a la visual que pasa por el pie del objetivo. El ángulo de situación será positivo o negativo, según que la visual al objetivo quede por encima o por debajo del trazo horizontal del centro del retículo.

Cuando el ángulo de situación que trate de medirse exceda del límite indicado, se toma una referencia en

el terreno, a la altura donde lo corte la visual que pasa por el punto más alto o más bajo, según el caso, del trazo vertical del retículo, dando al anteojo del goniómetro, movimientos verticales, se lleva el punto de cruce de los trazos del retículo sobre dicha referencia, obteniéndose el ángulo que se desea, sumando el que ahora indica la visual que pasa por el pie del objetivo y el valor correspondiente al total trazo vertical del retículo del goniómetro que queda por encima o por debajo de la horizontal. Cuando es preciso operar de este modo, la aproximación en las medidas de los ángulos de situación, disminuye respecto de las obtenidas, no teniendo que dar giros verticales al anteojo, pero el error es despreciable cuando los ángulos de situación no exceden de 200 milésimas.

247. En el caso de tener el anteojo goniómetro elementos indicadores del total giro vertical que aquél puede recibir, deja de utilizarse como clisímetro, y para medir el ángulo de situación de un objetivo se dirige directamente al pie del mismo la visual correspondiente y se cala a continuación el nivel del anteojo, marcándose entonces en la graduación dispuesta para ello, según el modelo utilizado, el ángulo girado que es igual al de situación que se desea medir. El ángulo vertical que definen dos alineaciones, se tendrá siempre por la diferencia algebraica de dos ángulos de situación.

Empleo del goniómetro brújula.

248. Si se emplea el goniómetro brújula de la Artillería ligera, para tener el ángulo de situación de un punto, se procede de modo idéntico al expuesto para el uso del anteojo goniómetro, como clisímetro.

Con el goniómetro brújula de la Artillería pesada, no pueden medirse ángulos de situación, pero sí de una manera bastante aproximada ángulos verticales definidos por el punto de estación vértice y dos puntos del terreno que teniendo diferente nivel, caigan dentro del campo del anteojo. Para esto, se hace que uno de los puntos coincida con el cruce de los hilos del retículo y sin mover el anteojo, se lee la graduación de la escala vertical que enfronte con el otro punto. Cuando el ángulo a medir exceda de 30 milésimas, se obtiene su valor haciendo coincidir uno de los puntos con el número 30, sumando al número que cae frente al otro, 30 milésimas.

En el goniómetro brújula modelo V-18, cuando está

calada la burbuja del nivel marcado con el signo +, se tiene, según es sabido, una visual horizontal que pasa por el cero de la escala positiva, con lo cual, manejado el aparato en igual forma que los anteojos goniómetros y el goniómetro brújula de la Artillería ligera, se pueden determinar ángulos de situación positivos que no excedan de 160 milésimas. Calada la burbuja del nivel que lleva el signo —, es horizontal la visual que pasa por el cero de la escala negativa, y se obtienen del modo indicado ángulos de situación negativos inferiores a 160 milésimas en valor absoluto.

CAPITULO XXVII

Medición de pendientes.

Cálculo de altitudes.—Métodos de nivelación.—Directa.—Indirecta.—Por intersecciones.

Expresión de la pendiente de una recta.

249. En el capítulo anterior se ha definido lo que se entiende por pendiente de una recta. Esta pendiente se expresa numéricamente por la relación que existe entre la diferencia de altitud de dos de sus puntos y la distancia horizontal que los separa.

En este valor, que no es otra cosa que la tangente trigonométrica del ángulo de pediente, el denominador es generalmente 100 ó 1.000, con lo cual, la pendiente de una recta viene expresada en tantos por ciento o en tantos por mil.

Medición de pendientes.

250. Los ángulos de pendientes se miden conforme quedó explicado en el capítulo anterior, cualquiera que sea el aparato que se emplee.

Cálculo de altitudes.

251. La altitud de un punto sobre un plano horizontal, se mide por la longitud de la perpendicular trazada desde el punto al plano. Así, en la figura 173, donde se supone horizontal al plano P, la altitud del punto A es la recta $A\ a$ y $B\ b$, la del B.

Conocida la altitud de un punto A puede determinarse la de otro punto B, si se conocen el ángulo de pendiente p, o la distancia cenital v, de la recta $A\ B$ que une a aquéllos, pues verificándose $\text{sen}\ p = \cos V. = \frac{B\ b_1}{A\ B}$, la diferencia entre las altitudes de los dos puntos A y B, será: $B\ b_1 = A\ B\ \text{sen}\ p = A\ B \cos V$, que resulta determinada al conocerse la longitud de la recta $A\ B$.

Como también se verifica

$$\text{tag } p = \text{cotg } V = \frac{Bb_1}{Ab_1} = \frac{Bb_1}{ab}$$

la diferencia de altitudes de los puntos *A* y *B* es igualmente

$$Bb_1 = D \text{ tg } p = D \text{ cotg } V$$

conocida al conocerse la proyección $D = ab$ de la recta *A B* sobre el plano *P*.

Una vez hallada la diferencia entre las altitudes de los puntos *A* y *B*, la altitud *H* de *B* resulta ser

$$H = Aa + Bb_1 = H' + D \text{ tg } p$$

llamándose *H'* a la altitud de *A*.

A la altitud de un punto sobre un plano horizontal se llama más comúnmente *cota* de dicho punto, y al plano horizontal, plano de comparación, reservándose generalmente el nombre de altitud para el caso de tomar como plano de comparación el del nivel medio del mar en un punto determinado (en España, el mar en Alicante), al cual se le asigna una altitud igual a cero.

La diferencia de la altitud entre dos puntos se llama también desnivel.

Nivelación directa.

252. *Primer caso.*—Expuestas las consideraciones anteriores, el modo más práctico de determinar la altitud de un punto es el que se expone a continuación:

Se hace estación en el punto *A* (fig. 174), de altitud conocida e igual a *H'* y se dirige una visual a una mira *C* colocada en el punto *B*, cuya altitud *H* se desea, midiéndose el ángulo de pendiente *p*. Es evidente que:

$$H = H' + BD$$

Según se ve en la figura, la diferencia entre los puntos *A* y *B* del terreno es la recta *BD*, que resulta ser:

$$BD = CE + ED - CB$$

pero llamándose *D* la reducida al horizonte de *AB* y *h* y *h'* a las alturas del instrumento y de la mira, se tiene

$$CE = D \text{ tg } p \qquad ED = h \text{ y } CB = h'$$

con lo cual resulta

$$BD = D \text{ tg } p + h - h'$$

de la que se deduce

$$H = H' + D \text{ tag } p + h - h' \quad [1]$$

o bien

$$H = H' + D \text{ tg } p$$

si la altura del instrumento y del punto visado en la mira son iguales.

En el caso de ser de depresión el ángulo p, el término D tg p de la fórmula [1] tendrá el signo —, y la fórmula expresada se convierte en

$$H = H' - D \text{ tg } p + h - h'$$

o bien

$$H = H' - D \text{ tg } p$$

si h es igual a h'.

Si conociendo la altitud del punto visado B se pretende conocer el punto A, en el cual se hace estación, H', se determina por la fórmula:

$$H' = H - D \text{ tg } p + h' - h \quad [2]$$

o por la

$$H' = H - D \text{ tg } p$$

cuando sea $h' = h$.

En el caso de conocerse la distancia cenital V, las fórmulas [1 y 2] se transformarán para la práctica en las siguientes:

$$H = H' + D \text{ cotg } V + h - h' \quad [1']$$
$$H' = H - D \text{ cotg } V + h' - h \quad [2']$$

253. *Segundo caso.*—El método de operar indicado en el párrafo anterior supone que desde el punto A se vea el B, cuya diferencia de altitud con aquél quiere calcularse. Cuando esto no se realice, la altitud del segundo punto en función de la del primero se obtiene en virtud de las condiciones siguientes:

La diferencia de nivel entre los puntos A y E (figura 175), se obtiene evidentemente por la suma algebraica de las h_1, h_2, h_3 y h_4 que existen entre los puntos A y B, B y C, C y D, D y E. En la determinación de cada una de éstas se procederá según se ha explicado en el párrafo anterior, y para llevar con or-

den las operaciones se llenará un registro con arreglo al formulario que se indica a continuación, suponiendo se opera con un anteojo goniómetro.

Registro de nivelación con goniómetro

Estaciones...	Puntos visados	Lecturas en la mira ángulo diastimométrico = 6 milésimas		Distancias	Angulo de pendiente	Distancia reducida al horizonte	Diferencia de nivel
		Trazo inferior	Trazo superior	Metros	Miles.	Metros	Metros
A	B	30	135	350	160	345,7	54,8
B	C	60	126	220	35	220,0	7,7
C	D	60	141	270	60	269,5	15,9
D	E	90	185	150	80	149,5	11,8

Altitud de A = 632 m.

Altitud de E = 632 + 54,8 + 7,7 + 15,9 + 11,8 = 72,2 metros.

El procedimiento expuesto es el mismo, trátese de un anteojo goniómetro que determina ángulos de situación o de un teodolito que da ángulos de pendiente o distancias cenitales. El modo de operar es siempre el indicado en los párrafos anteriores.

Puede también hacerse la nivelación de un levantamiento topográfico empleando el barómetro descrito en la cartera del oficial de Artillería, utilizándolo en la forma que allí se expone.

Nivelación por intersecciones.

254. La cota de un punto *c* suele hallarse empleando el método de intersecciones que proporciona comprobación, y que se ejecuta simultáneamente a la determinación planimétrica de la posición de dicho punto.

Si *A* y *B* son dos puntos de cota conocida (figura 176) y desde ellos se dirigen visuales al punto *C* con un aparato goniométrico que, además de los ángulos en la base evaluada *AB*, dé a conocer los de pendientes o distancias cenitales de las rectas *AC* y *BC* la cota del punto *C* quedará determinada, pues resolviendo trigonométrica o gráficamente el triángulo *A B C* se tendrá en los lados *AC* y *BC*, las reducidas, al horizonte de las distancias entre los puntos *A* y *C* y *B* y *C*, y con estos datos y los valores de los ángu-

los de pendientes o distancias cenitales medidos, se tienen los suficientes para encontrar la cota del punto *C*, pues, debiendo resultar (fig. 177) $C\,C' = A\,C' \times \text{tang}\ p = A\,C' \times \text{cotg}\ V$, con la reducida al horizonte de la recta que une los puntos *A* y *C* y el ángulo de pendiente *p* (o distancia cenital *V*) de la recta *AC*, resulta conocida la diferencia de cotas entre los puntos *A* y *C*. De análoga manera se puede hallar la diferencia de altitud entre los puntos *B* y *C*, pudiendo servir uno de los resultados para la comprobación del otro y tomar para altitud del punto *C* un valor medio en función de los que resultan partiendo de las altitudes conocidas de *A* y *B*.

Correcciones de esfericidad y refracción.

1.º—*Esfericidad.*

255. En el caso de la figura 176, cuando las distancias *AC* y *BC* son considerables, las diferencias de altitud entre los puntos *A* y *C* y los *B* y *C* pueden venir falseados por efecto de la esfericidad de la tierra y de la refracción que sufren los rayos luminosos.

Si se supone (fig. 178) un aparato que mida ángulos de pendiente o distancias cenitales, situado en *A*, al encontrar la diferencia de altitudes entre los puntos *A* y *B*, lo que se halla realmente es la distancia *B B'* que existe entre el punto *B* y el horizonte aparente de *A*, representado en la figura por la tangente *A B'* al horizonte verdadero *A C*, arco del círculo concéntrico con el *PQ*, que contiene a los puntos que tienen por altitud la de las aguas del mar. El punto *O* representa el centro de la Tierra, y, por lo tanto *CA* y *OB* son las verticales de los puntos *A* y *B*.

La verdadera diferencia entre las altitudes de *A* y *B* es *BC*; por consiguiente, la *BB'* que obtiene el topógrafo es preciso corregirla, incrementándola en la longitud $B'C = Ce$, cuyo valor se encuentra teniendo en cuenta que

$$OB' = OC + Ce = R + Ce$$

llamando *R* al radio de la Tierra. Siendo la tangente trazada a una circunferencia desde un punto *B'*, media proporcional entre una secante que pase por el mismo punto y su parte extensa, se deduce

$$D^2 = Ce\,(2R + Ce)$$

representando por D la distancia $A\ B'$, y, por lo tanto,

$$Ce = \frac{D^2}{2\,R + Ce}$$

Despreciando el sumando Ce del denominador, dada su pequeñez con relación a $2R$, se tiene, finalmente

$$Ce = \frac{D^2}{2R}$$

Si el punto cuya diferencia de altitud con relación a A trata de encontrarse, está, como el B'' de la figura más abajo que A, se obtiene una diferencia de altitud $B'\ B''$, que hay necesidad de corregir para encontrar su verdadero valor CB''. En este caso las dos magnitudes $B'\ B''$ y CB'' son negativas, y siendo su valor algebraico $CB'' > B'\ B''$, la corrección que hay que hacer sufrir a $B'\ B''$ será aditiva, encontrándose por la misma fórmula deducida anteriormente para Ce.

Ejemplo: Si la distancia entre dos puntos A y B es de 4 km., la corrección de esfericidad será:

$$Ce = \frac{(4.000)\ 2}{2 \times 6.300.000} = 1{,}3\ m$$

siendo el segundo factor del denominador un valor aproximado del radio de la superficie terrestre.

2.º—*Refracción.*

Al atravesar las capas atmosféricas los rayos visuales sufren una serie de refracciones, debidas a la diferente densidad de aquéllas, fenómeno que se traduce en que el observador situado en (fig. 178) A no ve un punto M en la dirección $A\ M$, sino en la $A\ B$ tangente al último elemento de la curva convexa $A\ N\ M$, a que se reduce el rayo visual que parte de A, por los efectos de la refracción. Esto lleva consigo una nueva causa de error en la determinación de las diferencias de nivel; pero, por ser despreciable su cuantía, no se la toma en cuenta en las determinaciones topográficas artilleras.

CAPITULO XXVIII

Determinación planimétrica de puntos.

256. Al proceder a la medición de ángulos y distancias en el terreno, con el objeto de levantar el plano del mismo, pueden seguirse normas distintas. La acertada combinación de estos diversos modos de operar no está sujeta a reglas fijas, y tan sólo la continuada práctica y el golpe de vista, determinarán en cada caso el procedimiento que deba emplearse, y que constituirá en toda su generalidad el *método topográfico* utilizado.

Como en la práctica de la Topografía Artillera, habrá de determinarse la posición planimétrica de un cierto número de puntos con la mayor exactitud posible, el objeto de este capítulo es el de dar a conocer los diversos procedimientos que para lograrlo existen.

En la determinación planimétrica de un punto puede seguirse el método de intersección o el de radiación. Dentro del primero se exponen las distintas maneras de operar.

INTERSECCIÓN DE RECTAS

Empleo de la regla y el transportador.

257. Para fijar en un plano un punto C del terreno se hace estación con un goniómetro (teodolito o anteojo goniómetro) en otros dos puntos A y B del mismo representados en el plano, midiendo los valores de los ángulos α y β; basta luego con el transportador formar con la recta $a\ b$ del plano (fig. 179), homóloga de la $A\ B$ del terreno, los ángulos α y β, dando la intersección de los lados $a\ c$ y $b\ c$ el punto c, que en el plano representa al C del terreno.

Como las rectas $a\ c$ y $b\ c$ son sobre el plano las reducidas al horizonte de las $A\ C$ y $B\ C$ del terreno, al mismo tiempo que se determina sobre el plano la posición del punto C se puede conocer la diferencia de altitud entre él y los puntos A y B si se miden los ángulos verticales, o de pendiente, de las rectas AC y BC y se opera como se indicó en el capítulo anterior.

Al situar en estación el anteojo en cada uno de los puntos *A* y *B* conviene visar el otro con el aparato graduado en cero y valiéndose del movimiento general del mismo; operando en esta forma, si después de visar el punto *C* se dirige una segunda visual al *A* o *B* el índice deberá marcar el cero, sirviendo esta segunda medida de comprobación a la primera.

El método expuesto exige hacer estación en los puntos *A* y *B* extremos de la base escogida; si esto no fuese posible, siéndolo, en cambio, el situarse en el punto *C* del terreno que se trata de representar en el plano, puede seguirse el siguiente procedimiento: Haciendo estación (fig. 180) en un punto cualquiera *D* de la alineación *AB*, se miden los ángulos α y β que la dirección *CD* forma con los trozos *D A* y *D B* de *A B*, ángulos cuya suma debe ser 180° ó 3.200 milésimas.

Transportando el aparato a *C* se miden los ángulos α' β' con lo que resultan conocidos los 1 y 2, procediéndose al trazado sobre el plano en forma idéntica al caso anterior.

258. Si el aparato de que se dispone es una brújula y no se quiere gran precisión, se operará como sigue: Se elige en el terreno una recta *A B*, representada en el plano (fig. 181), y haciendo estación en sus extremos con el aparato, se miden los rumbos magnéticos α y β de las direcciones *AC* y *BC* que unen dichos puntos al *C* que se trata de representar. Construyendo en el plano y en los puntos *a* y *b*, representación de los *A* y *B* del terreno, con auxilio de un transportador, los ángulos α y β medidos sobre las meridianas magnéticas que pasan por ellos, la intersección de las direcciones trazadas proporcionará el punto *C*.

Teniendo presente que los rumbos inversos de una misma dirección se diferencian en dos rectas, o sean 3.200 milésimas; si el punto *C* del terreno es accesible puede fijarse en el plano sin necesidad de hacer más que una sola estación en él y medir los rumbos magnéticos α' y β' de las visuales *CA* y *CB* (fig. 182), La construcción sobre el plano se realiza como en el caso anterior, sin más que deducir de los rumbos medidos los de las direcciones inversas *AC* y *BC* $\alpha = (\alpha' - 3.200)$ milésimas y $\beta = (\beta' + 3.200)$ milésimas. Se tendrá una mayor garantía de exactitud si, en lugar de determinar desde el punto *C* (fig. 183) los rumbos de las direcciones *CA* y *CB*, se hace intervenir a una tercera *CD*, determinándose el punto *C*, que en el plano ha de representar al *C* del terreno,

por la intersección de las tres direcciones *ac*, *bc* y *dc* trazadas en igual forma que en el caso anterior (figura 184).

Si las tres rectas trazadas en el plano no concurrieran en el mismo punto (fig. 185), formándose el triángulo de error *a' b' c'*, se toma para situación del punto *c* el centro de gravedad de dicho triángulo, que por sus dimensiones dará idea de la precisión obtenida al operar.

TRISECCION INVERSA

1.º—Empleo de la regla y el transportador.

259. En este procedimiento, también conocido con el nombre de método gráfico de Pothenot, el modo de operar es el siguiente:

Se coloca en estación el anteojo goniómetro en el punto del terreno cuya representación en el plano interesa. Graduado en cero el aparato, y valiéndose de su movimiento general, se visa un punto determinado *A*, representado en el plano. Partiendo de esta dirección como origen se efectúa una vuelta de horizonte visando por lo menos otros dos puntos del terreno con representación en el plano, anotándose las correspondientes lecturas hechas sobre el aparato. Sobre un papel transparente se traza una recta cualquiera, que ha de ser la representación de la dirección origen tomada en el terreno, y sobre ella se fija arbitrariamente un punto que señalará la colocación del centro del transportador; valiéndose de éste se señalan los ángulos o direcciones correspondientes a las lecturas hechas al visar en el terreno los otros dos o más puntos situados en el plano. Uniendo dichas direcciones con el punto que sirvió de centro al transportador, se obtiene sobre el papel transparente un gráfico de direcciones, que se lleva sobre el plano, moviéndolo hasta conseguir que, pasando por el punto *A* la recta señalada como de origen de las graduaciones, las otras dos, o más, lo hagan por los puntos del plano representación de los correspondientes del terreno. El origen común de las direcciones marcadas sobre el papel transparente picado sobre el plano señala en éste la posición del punto que se quiere representar.

El procedimiento es sencillo y rápido, y operando con cuidado da una aproximación suficiente, cualquie-

ra que sea la escala del plano; pero para ello es condición precisa que los puntos de éste, representativos de los visados del terreno, estén colocados con exactitud.

Lo mismo en este procedimiento que en todos los demás que se expresan en este capítulo es preciso que la vuelta de horizonte se cierre sobre el punto *A* de origen, con un error no mayor que dos milésimas.

Es de recomendar, para reducir los errores inherentes a todo método gráfico, el empleo de lápices duros y con punta muy fina para el trazado de líneas, y una colocación y empleo cuidadoso del transportador.

Aun cuando para fijar en el plano un punto del terreno sobre el que se hace estación, bastan tres visuales dirigidas a otros tantos puntos del mismo, representados en el plano, y obtener las lecturas correspondientes, se consigue mayor exactitud determinando las graduaciones que corresponden a otro u otros puntos que con representación en el plano puedan visarse desde el de estación. En este caso, puede ocurrir, al construir con el transportador en el papel transparente el gráfico de direcciones y llevar éste sobre el plano, que todas las rectas correspondientes a las graduaciones marcadas no pasen exactamente por los puntos del plano, que deben contener; se deben hacer, si esto ocurre, tres construcciones distintas, tomando en cada una otras tantas de las rectas a que dan lugar las visuales tiradas en la vuelta de horizonte. Con ello se tendrán, al picar sobre el plano los orígenes del gráfico, tres puntos diferentes correspondiente a uno mismo del terreno, tomándose para representación de éste el centro de gravedad del triángulo de error que se ha determinado.

2.º—Cálculo numérico de un punto determinado por trisección inversa.

260. Puede ocurrir que el punto del terreno que se trata de situar en el plano sea el que haya de constituir uno de los vértices de la triangulación, debiendo servir, por lo tanto, para apoyar en él los itinerarios de relleno, de levantamiento, lo que exige que su situación en el plano se realice con una exactitud que no proporciona el procedimiento gráfico que acaba de exponerse. Se recurre en estos casos al cálculo analítico para fijar el punto en el levantamiento, procedimiento que se conoce con el nombre de *cálculo del vértice de pirámide*.

Si trata de situarse en el plano por trisección inversa el punto P del terreno (fig. 186) teniendo situados en aquél los A, B y C; en la construcción supuesta realizada que la figura representa, se conocen los valores de AB, BC y ángulo $ABC = B$, que pueden medirse en el plano, y los de los ángulos α y β, que se miden en el terreno. Podrán calcularse los triángulos ABP y BCP determinando el valor de los ángulos a y b, lo que se realiza de la siguiente manera:

En dichos triángulos se verifica, llamando m y n a los lados AB y BC:

$$\frac{BP}{m} = \frac{\operatorname{sen} a}{\operatorname{sen} \alpha} \text{ y } \frac{BP}{n} = \frac{\operatorname{sen} b}{\operatorname{sen} \beta}$$

relaciones de las que se deduce

$$BP = \frac{m \cdot \operatorname{sen} a}{\operatorname{sen} \alpha} \text{ y } BP = \frac{n \cdot \operatorname{sen} b}{\operatorname{sen} \beta}$$

o igualando los segundos miembros

$$\frac{\operatorname{sen} a}{\operatorname{sen} b} = \frac{n \cdot \operatorname{sen} \alpha}{m \cdot \operatorname{sen} \beta}$$

Es siempre posible determinar un ángulo φ para el que se verifique:

$$\operatorname{Cotg} \varphi = \frac{1}{\operatorname{Tg} \varphi} = \frac{n \cdot \operatorname{sen} \alpha}{m \cdot \operatorname{sen} \beta}$$

verificándose:

$$\frac{\operatorname{sen} a}{\operatorname{sen} b} = \frac{1}{\operatorname{Tg} \varphi}, \text{ o } \frac{\operatorname{sen} a + \operatorname{sen} b}{\operatorname{sen} a - \operatorname{sen} b} = \frac{\operatorname{Tg} {}^1/_2 (a + b)}{\operatorname{Tg} {}^1/_2 (a - b)} = \frac{1 + \operatorname{Tg} \varphi}{1 - \operatorname{Tg} \varphi}$$

Como tang 50g = 1, la expresión anterior puede ponerse bajo la forma:

$$\frac{\operatorname{Tg} {}^1/_2 (a + b)}{\operatorname{Tg} {}^1/_2 (a - b)} = \frac{\operatorname{Tg} 50g + \operatorname{Tg} \varphi}{1 - \operatorname{Tg} 50g \operatorname{Tg} \varphi} = \operatorname{Tg} (50g + \varphi)$$

de *AB*, *BC* y ángulos *P*, que pueden medirse en él deduciéndose :

$$\text{Tg } {}^1/_2 (a - b) = \frac{\text{Tg } {}^1/_2 (a + b)}{\text{Tg } (50^g + \varphi)}$$

fórmula que permite conocer el valor de $a - b$.

Como por otra parte se ve en la figura que

$$a + B + b + \alpha + \beta = 400^g \text{ o } a + b = 400 - (B + \alpha + \beta)$$

son conocidas la suma y diferencia de los ángulos *a* y *b* y pueden determinarse éstos, lo que permitirá calcular los triángulos *ABP* y *BCP*.

Si los puntos *A*, *B*, *C* y *P* estuviesen sobre la misma circunferencia, se verificaría que $a + b = 200$ y, por lo tanto,

$$\frac{\text{sen } a}{\text{sen } b} = \text{Cot } \varphi = 1 \text{ y } \varphi = 50^g,$$

lo que acarrearía que

$$\text{Tg } {}^1/_2 (a - b) = \frac{\text{Tg } {}^1/_2 (a - b)}{\text{Tg } (50^g + \varphi)} = \frac{\text{Tg } 100^g}{\text{Tg } 100^g} = \frac{\infty}{\infty}$$

valor indeterminado que expresa lo es también el problema, y en efecto, cualquier punto de la circunferencia que pase por *A*, *B* y *C* lo resuelve. Es, pues, necesario al realizar en el campo la medición de los ángulos α y β, cerciorarse de que su suma no es el suplemento del ángulo *B* medido en el plano. Es conveniente que el valor de la diferencia $B - (\alpha + \beta)$ sea superior a 40 grados.

Si la posición relativa en el terreno de los puntos *A*, *B*, *C* y *P* fuese la indicada en la figura 187, es preciso que en los cálculos se tome para el ángulo *B* el valor de cóncavo marcado en la figura, por ser para el que se verifica que :

$$a + b = 400^g - (B + \alpha + \beta)$$

La hoja de cálculos inserta a continuación indica la marcha a seguir en la resolución de un problema de esta clase.

Cálculo de un vértice de pirámide.

Datos	Cálculo de a + b
Elementos del plano.. $B = 138^g,47$; $m = 1553,2$ m.; $n = 1807,6$ m.	$a + b = 400^g - (B + \alpha + \beta)$
Angulos medidos en el terreno..... $\alpha = 48^g,32$; $\beta = 41^g,75$	$B = 138^g,47$
	$\alpha = 48^g,32$
	$\beta = 41^g,75$ $\quad 400^g,00$
	$228^g,54$ $\quad 228^g,54$
	$a + b = 171^g,46$
	$\frac{1}{2}(a + b) = 85^g,73$

Cálculo de φ	Cálculo de a — b
$Tg\,\varphi = \frac{m.\,sen\,\beta}{n.\,sen\,\alpha}$	$tg\,\frac{1}{2}(a - b) = \frac{tg\,\frac{1}{2}(a + b)}{tg\,(50^g + \varphi)}$
$\log m = 3,1912274$	$\log tg\,\frac{1}{2}(a + b) = 0,6420960$
$\log sen\,\beta = \bar{1},7851870$	$-\log tg\,(50^g + \varphi) = \bar{1},1317352$
$-\log n = \bar{4},7428977$	$\log tg\,\frac{1}{2}(a - b) = \bar{1},7738312$
$-\log sen\,\alpha = 0,1622837$	$\frac{1}{2}(a - b) = 34^g,13$
$\log tg\,\varphi = \bar{1},8815958$	$a - b = 68^g,26$
$\varphi = 41^g,43 +$	
$+ 50^g = 91^g,43$	

Cálculo de a y b	Cálculo de B P
$\frac{1}{2}(a + b) = 85^g,73$	$BP = \frac{m.\,sen\,a}{sen\,\alpha}$ „ $BP = \frac{n.\,sen\,b}{sen\,\beta}$
$\frac{1}{2}(a - b) = 34^g,13$	$\log m = 3,1912274$
$a = 119^g,86$	$\log sen\,a = \bar{1},9785155$
$b = 51^g,60$	$-\log sen\,\alpha = 0,1622837$
	$\log BP = 3,3320266$
	$BP = 2148,0$ m.
	$\log n = 3,2571023$
	$\log sen\,b = \bar{1},8601302$
	$-\log sen\,\beta = 0,2148130$
	$\log BP = 3,3320455$
	$BP = 2148,1$ m.

Coordenadas del vértice de pirámide.

261. Para situar en el plano el punto P, se refiere a otros tres ya situados con precisión y se calculan sus coordenadas, siendo necesario conocer el rumbo de la recta AB (fig. 188), que une los dos primeros puntos en los que se apoya el levantamiento del vértice de pirámide. Por regla general, los puntos A, B y C serán vértice de la triangulación calculada para la obtención del plano, y serán conocidos los rumbos de los diversos lados de aquélla. Conocido el rumbo de la recta AB, se determinan las coordenadas de P con respecto al sistema cartesiano que tenga por origen A, por eje de ordenadas la meridiana geográfica que pasa por dicho punto y por eje de abscisas la perpendicular al anterior trazada por A.

La figura 188 da para valor absoluto de las coordenadas x e y de P, cualquiera que sean los valores de los ángulos θ y a:

$$x = AM = AP \cos \rho = AP \cos (a + - \frac{\pi}{2}) =$$

$$= AP \operatorname{sen} (a + \theta), \text{ y}$$

$$PM = AP \operatorname{sen} \rho = AP \operatorname{sen} (a + \theta - \frac{\pi}{2}) =$$

$$= AP \cos (a + \theta) = y.$$

El signo de estas coordenadas será el correspondiente al del seno y coseno del ángulo $a + \theta$, que se deduce de su valor absoluto.

El cálculo de las coordenadas exige la determinación de valor de AP, que se deduce de la proporción:

$$\frac{\operatorname{sen} a}{\operatorname{sen} ABP} = \frac{BP}{AP}$$

de donde:

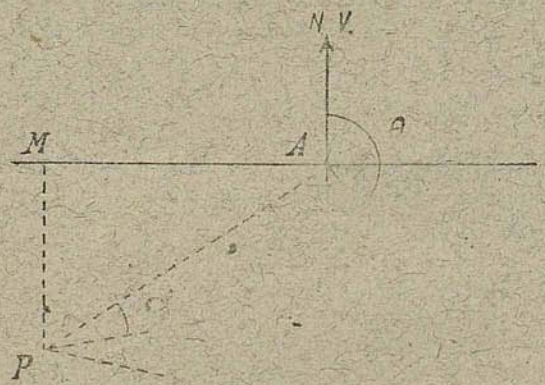
$$AP = \frac{BP \times \operatorname{sen} ABP}{\operatorname{sen} a} = \frac{BP \times \operatorname{sen} (a + \alpha)}{\operatorname{sen} a}$$

Conocidas las coordenadas de P con respecto al punto A, fácilmente se obtienen las absolutas de dicho punto.

A continuación se presenta un estado que contiene los cálculos necesarios para la determinación de las coordenadas del punto P, con los mismos datos que han servido en el estado anterior para el cálculo del vértice de pirámide.

Cálculos de las coordenadas de un punto obtenido por vértice de pirámide.

Datos	Cálculo de AP
BP = 2148,05 m. a = 119^g,86 α = 48^g,32 Rumbo de AB = θ = 135^g,22 θ + a = 255^g,08 $\begin{cases} x < 0 \\ y < 0 \end{cases}$ a + α = 168^g,18	$AP = \frac{BP \times \text{sen}(a+\alpha)}{\text{sen } a}$ log BP = 3,3320444 log sen (a + α) = 1,6815839 — log sen a = 0,0214845 log AP = 3,0341128



Cálculo de x = AM	Cálculo de y = PM
x = AP sen (a + θ) log AP = 3,0341128 log sen 55^g,08 = $\bar{1}$,8815110 log x = 2,9156238 x = — 823,42m.	y = AP cos (a + θ) log AP = 3,0341128 log cos 55^g,08 = $\bar{1}$,8119016 log y = 2,8460174 y = — 701,48m.

Arcos capaces.—Empleo de la regla y del compás.

262. Se desea situar en el plano la posición del punto S del terreno (fig. 189).

Si son conocidas, en el plano, las posiciones de los puntos A, B y C del terreno, se visan éstos desde el punto S, haciendo estación en él con el anteojo goniómetro, y se miden los ángulos ASB y BSC iguales a α y β. Se construyen sobre las rectas AB y BC del plano, arcos capaces, respectivamente, de los ángulos α y β (fig. 190); uno de los puntos de intersección de estos arcos es el S que queda así representado en el plano

Con este método son muchas las construcciones auxiliares que es preciso hacer sobre el plano. Es preferible efectuarlas en papel separado, colocando uno transparente sobre el plano y trasladando a él los puntos A, B y C; encontrado el punto S, se pica sobre el plano.

Método de la escuadra y el transportador.

263. La construcción anterior puede realizarse con la escuadra y el transportador, si por operar en el campo se careciese de compás (figs. 191 y 192).

Medidos los ángulos α y β en el terreno, sobre las rectas BA y BC del plano y con el vértice en B, se construyen los ángulos $\frac{\pi}{2} - \alpha$ y $\frac{\pi}{2} - \beta$, hacia el mismo costado de las líneas BA y BC en que ha de encontrarse el punto S, o hacia el contrario, según que las diferencias anteriores sean positivas o negativas. Por los puntos A y C se trazan perpendiculares a las rectas AB y CB, prolongándolas hasta su encuentro en E y F con los lados trazados anteriormente de los ángulos $\frac{\pi}{2} - \alpha$ y $\frac{\pi}{2} - \beta$. Uniendo los puntos E y F y trazando desde B la perpendicular a la línea resultante EF, en su intersección se tiene el punto S, representación de el del terreno que se deseaba.

Método del transportador y la regla.

264. Como en todos los expuestos, la variación está en la construcción gráfica, que ahora requiere el em-

pleo del transportador y una regla. El fundamento es el siguiente :

El punto S (fig. 193), es la intersección de las rectas AQ y CP, definidas por los puntos Q y P; éstos a su vez son intersección de las rectas CQ, BQ y AP, BP respectivamente; se deduce pues la manera de fijar estas rectas. Observando la figura, se ve que la CQ forma con BC el ángulo α, pues tiene por medida en la circunferencia o', la mitad del arco BQ, y esa es también la medida del $QSB = \alpha$.

Por igual razón la AP forma con AB el ángulo $\beta =$ 1/2 arco BP en circunferencia o. La recta BQ forma con la BC el ángulo CBQ, igual a la mitad del arco QSC, y como el ángulo $CSQ = \alpha + \beta$ tiene por medida la mitad del arco QBC, resto de la misma circunferencia o', resulta que los ángulos QBC y QSC son suplementarios, o sea que $QBC = \pi - (\alpha + \beta)$. Lo mismo el ABP construído sobre AB, es el $\pi - (\alpha + \beta)$ en el círculo o. Para construir con el transportador estos ángulos $\pi - (\alpha + \beta)$ con vértice en B, basta colocar la graduación $\alpha + \beta$ coincidiendo con la recta imaginaria AB o BC del plano, y que el origen de las graduaciones vaya hacia P' o Q' respectivamente, y el 180° ó 3.600 milésimas del transportador nos dará la dirección BP o BQ.

De lo expuesto se deduce la manera de hacer la construcción gráfica, que es la más rápida de las expuestas.

CAPITULO XXIX

Errores en las determinaciones topográficas.

GENERALIDADES

265. Al medir las distancias y ángulos en Topografía, se cometen errores que pueden provenir de la imperfección de los aparatos empleados o de descuidos del operador. Estos últimos, que son verdaderas equivocaciones o errores groseros y se llaman *faltas,* se eliminan procediendo con gran escrupulosidad y cuidado en las medidas, y se ponen de manifiesto, generalmente, repitiendo la medición, bien por el mismo operador o por otro diferente. El método operatorio puede también acusarlos, como ocurre si al medir ángulos con un teodolito artillero los dos nonios expresan lecturas cuya diferencia no es 200°.

266. Los errores que tienen su origen en la imperfección de los aparatos empleados, o en el mal estado a que el uso los haya reducido, pueden ser de dos clases: *sistemáticos* y *accidentales.* Los primeros son los que se producen por una causa conocida, tal como la falta de exactitud en la división de los limbos o en la longitud de las cadenas empleadas en la medición de distancias, etc. La compensación o eliminación de los errores de esta clase se consigue por un procedimiento operatorio adecuado, o deduciendo por el cálculo del resultado erróneo, el valor verdadero, una vez efectuada la medición. Así, el método de reiteración en la medida de ángulos compensa los errores provinentes de faltas en la división o en el centrado de los limbos; y al medir longitudes con una cadena que exceda en 12 centímetros, por ejemplo, de la longitud 20 metros que debiera tener, se obtiene la verdadera medida restando del valor en metros, resultado de las coordenadas hechas, el producto de 12 centímetros por el número de las efectuadas.

267. Los *errores accidentales* provienen de una causa ignorada, siendo, por consiguiente desconocidos, y en una operación aislada tan solo al azar se les puede atribuir. Estos errores no pueden eliminarse; pero como siempre se presentan, se les tiene indirectamente en cuenta al tomar para valor del resultado definitivo

de una operación de medida, el promedio de dos mediciones distintas de la misma magnitud.

Métodos operatorios que eliminan los errores.

268. Tomando el promedio del resultado de dos operaciones para expresión del valor de la magnitud cuya medida se desea, quedan eliminados, en muchas ocasiones, los errores accidentales, si dichas operaciones responden a determinadas ideas y los aparatos empleados se prestan al procedimiento consiguiente.

269. Al medir ángulos con un teodolito artillero, la mayor parte de los errores, tanto sistemáticos como accidentales, se eliminan empleando el anteojo en dos posiciones invertidas. Suponiendo que trata de medirse un ángulo azimutal, se operará de la siguiente manera: se hace marcar a uno de los nonios, por ejemplo al I, el valor cero teniendo el círculo vertical a la derecha, cuando se visa el primer lado del ángulo; hecha la medición, resultarán las lecturas α para el nonio I y $\alpha = 200g + \alpha$ para el nonio II. Dando la vuelta de campana al anteojo, con lo que el limbo vertical quedará a la izquierda, se hace que el nonio I marque en el azimutal la graduación 200 y procediendo nuevamente a la evaluación del ángulo se tendrán las dos lecturas α_1 y $\alpha'_1 = 200g + \alpha_1$. Para medida del ángulo se toma el valor

$$\frac{\frac{\alpha + \alpha'}{2} + \frac{\alpha_1 + \alpha'_1}{2}}{2}$$

que, según lo indicado anteriormente, resulta libre de la influencia de los errores de mayor cuantía, pues otros, como los provinentes de la falta de verticalidad del eje general del aparato, de la falta de horizontalidad del eje de giro del anteojo y el que resulta de la no perpendicularidad entre el eje de colimación y el de giro del anteojo, son despreciables por su pequeñez, cuando se trabaja con algún esmero y con un aparato corregido.

Un modo análogo de operar debe seguirse al medir ángulos verticales.

270. En la medición de pendientes con los anteojos goniómetros corriente en Artillería, son de temer los errores generales de colimación, que falsean considerablemente los resultados. Para eliminarlos, se calcula para cada aparato la corrección de colimación, si-

guiendo el procedimiento que se indica a continuación:

Establecido en *C* el aparato (fig. 194), y nivelado cuidadosamente, se dirige una visual al punto *D*, en el que se sitúa verticalmente una mira cuya altura, *BD*, sea igual a la *AC* del instrumento. De este modo se obtendrá un valor ε para el ángulo de situación de *B* respecto a *A*. Efectuada la medición se hace estación con el aparato en el punto *D*, donde antes se situó la mira, llevando ésta al *C*, en el cual se hizo la primera estación con el anteojo. Con iguales alturas de mira y anteojo se hallará un valor ε' para el ángulo de situación de *D* respecto a *C*. Los valores ε y ε' expresan la pendiente del terreno comprendido entre los puntos *C* y *D*.

El valor $\frac{\varepsilon - \varepsilon'}{2}$, con su signo, expresa la corrección de colimación que ha de introducirse en todas las medidas de ángulos de situación que se hagan con el anteojo goniómetro con que se opera, para tener valores más aproximados de los mismos.

Cuando los anteojos goniómetros llevan algún tiempo en servicio, se producen huelgos en sus mecanismos que pueden falsear los resultados. No obstante, se puede seguir empleando el aparato en las determinaciones artilleras, si se ha tenido cuidado de contrastar los resultados que acuse en las mediciones con las que proporcione un teodolito artillero en buenas condiciones de servicio. Se logrará así formarse idea de los errores debidos al aparato y será fácil tenerlos en cuenta en la práctica.

Los errores que provienen de huelgos en los anteojos goniómetros se evitan también, en parte, efectuando la rotación de todos los mecanismos siempre en el mismo sentido. Además, no son difíciles de corregir ajustando los engranajes.

Precisión de las medidas.

271. La precisión de una medida viene expresada por el error relativo que en la misma se cometa. Tal error es el cociente de dividir el error absoluto por el valor exacto de la magnitud, siendo el error absoluto la diferencia entre dicho valor y el que resulta de la operación. Con estas definiciones se comprende que si en la medición de una distancia igual a 1.000 metros se comete un error absoluto de 10 metros, el error relativo o grado de precisión en la medida valdrá

10/1.000 igual a 1/100, lo que también se expresa diciendo que la precisión alcanzada es del orden de una centésima.

El concepto de los errores relativos y absolutos es puramente teórico, pero si se obtiene un valor muy aproximado del primero, dividiendo el error absoluto por el valor aproximado que resulte de la medición para la magnitud evaluada.

Se comprende que aun cometiéndose iguales errores absolutos en dos mediciones diferentes, el grado de precisión logrado en ellas puede ser distinto. Tal resulta si midiendo dos distancias de 100 y 1.000 metros el error absoluto en ambas es de cinco metros. En la primera el grado de precisión es del orden de cinco centésimas, y en la segunda, mejor efectuada, vale cinco milésimas.

CAPITULO XXX

Métodos topográficos.

272. En los trabajos que ejecuten los equipos topográficos artilleros, pueden seguirse diversos métodos, pero los corrientemente empleados, son el de radiación, el de intersecciones y el de itinerario. Una juiciosa combinación de dos o más de ellos llevará a la rapidez y perfección en los trabajos de levantamiento que se realicen.

Método de radiación.

273. En el método de radiación hay que distinguir la radiación gráfica y la numérica. De la radiación gráfica harán empleo corriente los equipos topográficos de todas las Planas Mayores artilleras. En la Brigada, que dispone de aparatos de mayor precisión, puede ser necesario o conveniente, en algunas ocasiones, el emplear la radiación numérica.

Radiación gráfica o coordenadas polares.

274. Suponiendo que en el extremo *A* (fig. 195), de una recta *AB* del terreno, se sitúa en estación un goniómetro cualquiera y que haciendo marcar cero al limbo azimutal del mismo, valiéndose de los tornillos de movimientos generales, se dirige la visual al punto *B*, los puntos *C, D, E*... del terreno quedarán determinados midiendo, en vuelta de horizonte, los ángulos *BAC, BAD, BAE*... y las distancias *AC, AD, Ae*..., empleando para hacer las mediciones de unos y otras las reglas dadas en los capítulos anteriores.

Para fijar sobre el plano los puntos *C, D, E*..., se coloca el transportador sobre aquél, de modo que coincidiendo su centro con el punto homólogo del *A* del terreno y el radio del cero con la recta que en el plano es homólogo de la *AB*, la graduación crezca en el mismo sentido que la del goniómetro utilizado.

Marcados en el plano los puntos correspondientes a

las graduaciones obtenidas sobre el terreno, se tendrán los radios vectores de los puntos *c, d, e,* sobre los cuales se llevarán, reducidas a la horizontal, las longitudes de las rectas *AC, AD, AE*...

Operando en la forma expuesta, los puntos de la radiación quedan determinados independientemente unos de otros, sin más errores para cada uno que los correspondientes a un ángulo y a una distancia.

Al terminar la vuelta de horizonte y enfilar de nuevo el punto *B*, el limbo azimutal del goniómetro debe marcar cero, o una graduación que representará el error cometido, que no debe exceder de la apreciación del aparato empleado, si éste no ha sufrido movimiento durante la vuelta de horizonte. Para corregir el error que por esta causa se produce, cuando sea tolerable, se divide su cuantía por el número de direcciones visadas y el cociente se suma o resta, según sea, por defecto o por exceso, al valor de la primera lectura hecha, el duplo del cociente mencionado se suma o resta a la segunda lectura, su triplo a la tercera, y en general, su producto por *n* a la enésima lectura efectuada.

275. Lo mismo en el método topográfico de radiación, que en los demás que luego se indican, es de gran utilidad, para tener guía segura en los trabajos de gabinete, proceder en el campo a la formación de los *croquis circulares de estación*. Son estos, unos impresos en los que aparecen varias circunferencias concéntricas con radios crecientes de 100 en 100 metros, y los radios de los extremos de los arcos que se diferencian en 10 grados centesimales o 160 milésimas. Con auxilio de estos croquis se pueden situar con bastante aproximación los puntos del terreno; los detalles planimétricos que proporcionan facilitan considerablemente los trabajos de gabinete al proceder a la confección del plano. A falta de impresos a propósito para los croquis, pueden utilizarse los del gráfico reductor.

Empleando un goniómetro brújula en las operaciones de la radiación, todas las lecturas hechas en el campo serán las de los rumbos magnéticos de las direcciones *AC, AD, AE*... Al trasladar al plano estas direcciones, la de la meridiana magnética queda determinada por el rumbo que acuse la recta *AB* que tiene representación en aquél.

A continuación se inserta un estado análogo al que en el campo ha de llevarse cuando se emplee el método topográfico de radiación.

RADIACION DESDE A

Aparato empleado..... Anteojo goniómetro.
Angulo diastimométrico..... = 6 milésimas.
Mira..... de 1,50 metros.

Altitud de A = 652 metros.

Puntos visados...	Lecturas angulares		Lecturas en la mira		Distancias	Distancias reducidas	Diferencias de nivel
	Azimutales — Milésimas	Verticales (ángulos de situación) — Milésimas	Trazo superior	Trazo inferior	— Metros	— Metros	— Metros
B	0	»	»	»	»	»	»
C	4—82	120	135	90	150	149	18
D	9—53	35	123	60	210	210	7
E	22—38	—160	147	90	1 0	188	—30
F	41—80	84	38	120	60	60	5
G	46—74	11	126	90	120	120	1
B	63—99						

276. En el estado que antecede, las cinco primeras columnas se llenarán en el campo al tiempo de hacer las mediciones topográficas, y las tres últimas, serán objeto de cálculos posteriores en el gabinete. Para calcular las distancias reducidas, puede emplearse la tabla inserta en el capítulo XXII, y para las diferencias de nivel, con el de la estación en el punto *A*, aplicar la fórmula del capítulo XXVII.

$$H = H' + D \operatorname{tg} p$$

toda vez que, dada la aproximación que debe esperarse alcanzar con el goniómetro, deben suponerse iguales las alturas del instrumento y de la mira.

En el caso referente al estado inserto, cualquiera que sea la escala en que se trabaje, puede prescindirse de reducidas al horizonte y operar con las distancias geométricas o naturales. Cuando los ángulos de pendiente (de situación en este caso), sean de valores su-

periores a los consignados en el estado o la escala del plano sea muy grande, deberán tenerse en cuenta los valores de dichas reducidas al horizonte.

Lo mismo que se ha consignado en la cabeza del estado precedente, en todos los que se llenen al practicar los métodos topográficos, debe hacerse constar el aparato y mira empleados, el valor del ángulo diastimométrico, la altitud del punto donde se hace estación y la que tiene el aparato en dicho punto.

Radiación numérica.

277. En la radiación gráfica, los puntos del plano quedan determinados por sus coordenadas polares, siendo el polo el punto homólogo al del terreno en el cual se coloca el aparato en estación y el eje polar la recta representativa de la dirección que se visa marcando cero al limbo azimutal del goniómetro. De este modo, al fijar en el papel cada uno de los puntos de la radiación, se cometen dos errores, uno lineal que suele tener poca importancia, y otro angular, cuya cuantía puede alterar la posición de los puntos determinados. Cuando quiere obtenerse la mayor precisión en el dibujo del plano, empleando el método de radiación, se transforman las coordenadas polares obtenidas para cada punto, en coordenadas cartesianas referidas a dos ejes perpendiculares.

Determinadas en magnitud y signo las coordenadas cartesianas de los diversos puntos de la radiación, éstos se marcan en el plano sin más empleo que el de la regla graduada, de la que también puede prescindirse cuando para dibujar el plano se hace uso de papel cuadriculado al milímetro. Para la transformación de las coordenadas polares en cartesianas, los ejes cartesianos que se utilizan son, generalmente, la meridiana geográfica y la perpendicular a la misma por el punto donde se ha hecho estación con el aparato.

De las lecturas azimutales obtenidas en el campo, se deducen los rumbos geográficos de los radios vectores, y con tales datos y las longitudes de dichos radios, hay elementos suficientes para el cálculo de las coordenadas, teniendo en cuenta el convenio de que la abscisa es positiva en los cuadrantes 1.° y 2.° y negativa en los otros dos y el signo de la ordenada es *más* en los cuadrantes 1.° y 4.° y *menos* en los 2.° y 3.°

En la figura 196, llamando e_1, e_2, e_3 y e_4 a los rumbos geográficos de los vectores, los valores absolutos de las coordenadas resultan los siguientes:

Punto m_1 en el primer cuadrante

$$x = 0\,m'_1 = 0\,m_1 \operatorname{sen} \theta_1$$
$$y = m_1\,m'_1 = 0\,m_1 \cos \theta_1$$

Punto m_2 en el segundo cuadrante

$$x = 0\,m'_2 = 0\,m_2 \cos\left(\theta_2 - \frac{\pi}{2}\right)$$
$$y = m_2\,m'_2 = 0\,m_2 \operatorname{sen}\left(\theta_2 - \frac{\pi}{2}\right)$$

Punto m_3 en el tercer cuadrante

$$x = 0\,m'_3 = 0\,m_3 \cos\left(\frac{3\pi}{2} - \theta_3\right)$$
$$y = m_3\,m'_3 = 0\,m_3 \operatorname{sen}\left(\frac{3\pi}{2} - \theta_2\right)$$

Punto m_4 en el cuarto cuadrante

$$x = 0\,m'_4 = 0\,m_4 \cos\left(\theta_4 - \frac{3\pi}{2}\right)$$
$$y = m_4\,m'_4 = 0\,m_4 \operatorname{sen}\left(\theta_4 - \frac{3\pi}{2}\right)$$

278. El estado que se incluye a continuación contiene los datos necesarios para determinar, en un ejemplo, sobre el plano todos los puntos obtenidos en una radiación numérica efectuada desde el punto de estación *A*. Las siete primeras columnas del mismo, contienen los datos tomados en el campo, los números de las siguientes es preciso deducirlos por el cálculo.

El rumbo astronómico de la dirección *AB*, tomada como origen de lecturas, igual a 382° 27' se obtiene por medición directa sobre el plano con el transportador. Conocido dicho valor, los rumbos astronómicos de los radios vectores, se calculan en función del mismo y de las lecturas azimutales apuntadas en el registro, restando de las mismas, la diferencia entre 400 g.

y el rumbo de AB, igual a 17° 73'. Así resulta para el rumbo de AC.

$$52° 28' - 17° 73' = 34° 55'$$

Dando el teodolito empleado distancias cenitales, las reducidas al horizonte se calculan por la fórmula inserta en el capítulo XXIII,

$$D' = kS \operatorname{sen}^2 v = g \operatorname{sen}^2 v$$

que aplicada al radio vector AD, por ejemplo, da

$$D' = 161 \operatorname{sen}^2 76\ g\ 23' = 139{,}6 \text{ m.}$$

Las altitudes de los diversos puntos de la radiación son obtenidos por una de las fórmulas del capítulo XXVII.

$$H = H' + D \operatorname{cotg} V + h - h'$$

$$H = H' - D \operatorname{tg}\left(V - \frac{\pi}{2}\right) + h - h'$$

según sea inferior o superior a un cuadrante la distancia cenital V.

El cálculo de las coordenadas, ninguna dificultad presenta después de lo ya explicado.

RADIACION DESDE A

Instrumento empleado.—*Teodolito artillero de 0g,01 de aproximación.*

Relación diastimométrica 1/50
Miras de 0,02 m.

Altitud de A = 652,4 m.
Altura del aparato = 1,50 m.

Puntos visados	Lecturas en la mira		Altura de mira m.	Número generador g.	Lecturas angulares Grados centesimales		Rumbos astronómicos de los vectores	Reducidas al horizonte m.	Altitudes m.	Coordenadas	
	Hilos extremos	Hilo central			Azimutales	Distancias cenitales				x m.	y m.
B.					0		382g,27				
C.	143 15	100	2,00	128	52,28	81,46	34, 55	117,4	687,1	+ 60,6	+ 100,5
D.	196 35	100	2,00	161	92,50	76,23	74, 77	139,6	706,6	+ 128,8	+ 53,0
E.	180 42	101	2,00	138	163,47	109,16	145, 74	135,2	622,3	+ 101,8	— 89,0
F.	115 72	100	2,00	43	216,30	142,82	193, 66	26,3	631,0	+ 0,6	— 26,0
G.	135 21	100	2,00	114	329,66	87,54	311, 93	109,7	673,6	— 107,8	+ 24,4
B.					0,01						

CAPITULO XXXI

Método de intersecciones.

279. El fundamento de este método quedó indicado al tratar en el capítulo XXVIII de la determinación de puntos. Si desde los extremos de la base empleada se dirigen visuales a un cierto número de puntos del terreno, se tendrá, resolviendo gráfica o trigonométricamente, el triángulo a que cada uno da lugar, una serie o *constelación de puntos* cuya posición quedará perfectamente determinada en el plano.

Lo mismo que en el método de radiación, las intersecciones pueden ser gráficas o numéricas.

Intersección gráfica.

280. Este será el método corrientemente empleado por los equipos de las Planas Mayores artilleras, cuando se pretenda un levantamiento rápido del terreno.

En la ejecución de las operaciones se procurará elegir la base *AB* (fig. 197), en terreno próximamente horizontal y proceder a la medición de la misma con el mayor cuidado posible, siendo preferible la medición directa a cualquier procedimiento estadimétrico, si para éste no se dispone de otro aparato que uno de los anteojos goniómetros corrientemente empleados en la Artillería. Será conveniente efectuar una medición estadimétrica de la base para que sirva de comprobación a otra practicada directamente.

Para operar, se sitúa el goniómetro en el extremo *B* de la base, y, haciendo marcar cero al índice de lecturas, se dirige una visual al punto *A*, valiéndose de los tornillos de movimiento general del aparato. Soltando el tornillo del anteojo, se visan sucesivamente los puntos *F, E, D, C...*, comenzando por el situado al costado izquierdo, anotándose las graduaciones leídas en el goniómetro, las cuales representarán los verdaderos valores de los ángulos *ABF, ABE, ABD...* Visados todos los puntos que han de constituir la constelación, se enfila nuevamente el punto *A*, debiendo marcar el aparato cero o una lectura que di-

fiera de ésta en dos milésimas, por defecto o por exceso.

Terminadas las mediciones en *B*, se traslada el aparato al otro extremo *A* de la base, situándolo en estación, de modo que, marcando cero el índice, la visual quede dirigida al punto *B*, y se procede de manera idéntica que en el caso anterior.

281. Obtenidos los datos de que se ha hecho mención, para dibujar el plano de la constelación, se traza la recta que indica la dirección de la base y se limita su longitud con arreglo a la escala que se emplee; por medio del transportador se construyen en sus extremos *a* y *b*, homólogos de los puntos *A* y *B* del terreno, las dos direcciones cuya intersección determinan cada punto. Con objeto de que estas dos rectas no se corten formando un ángulo muy agudo, se procurará emplear una base que no sea inferior al décimo de la distancia que la separa de los puntos más lejanos que hayan de levantarse.

Los puntos de la constelación se designan por números, y para no confundirlos entre sí al visarlos desde los extremos de la base, en el registro de campo se anota el detalle topográfico del terreno circundante a cada punto, y se dibuja una ligera silueta del mismo.

Si la constelación se levanta en un terreno del cual se tenga plano, aun cuando sea en escala muy pequeña, la base puede ser una línea representada en el mismo; pero si ninguna resulta conveniente para la constelación, la elegida se fijará en el plano determinando la posición planimétrica de sus extremos por el procedimiento más conveniente, y podrá conocerse la altitud de dichos puntos si el plano expresa las de aquéllos que se han utilizado para situar los *A* y *B*.

282. Cuando no se disponga de plano de ninguna clase, se define la orientación de la base empleando una brújula cualquiera, y asignando una cota o altitud convencional a uno de sus extremos; la del otro, y las de todos los puntos de la constelación, se obtienen con unos valores relativos que son lo suficiente para dar una idea de la morfología del terreno.

283. Si el aparato empleado es un teodolito artillero, los puntos por intersección gráfica se obtienen con suficiente aproximación para que sus situaciones planimétricas y altitudes respectivas puedan intervenir en cualquier problema de tiro que a la Artillería se presente.

A continuación se inserta un estado, aplicado a un

ejemplo, que da idea de las operaciones que se realizan, lo mismo en el campo que en el gabinete, para tener el plano de la constelación que aparece representado en la figura 198.

Se ha empleado en las operaciones de levantamiento un teodolito artillero, pero serían análogas si se hubiese hecho uso de un anteojo goniómetro.

Las cuatro primeras columnas del estado, así como las dos últimas contenidas en el mismo, se llenan en el campo, siendo objeto de los trabajos de gabinete la determinación de las reducidas al horizonte y el cálculo de las diferencias de nivel y de las altitudes.

Construída la constelación, la medida directa sobre el dibujo, da, con arreglo a la escala empleada, los valores de las reducidas al horizonte de las distancias que separan de los extremos de la base a cada uno de los puntos levantados.

Las diferencias de nivel se obtienen multiplicando por la tangente del ángulo de pendiente, la reducida al horizonte de la recta que une con uno de los extremos de la base, el punto correspondiente de la constelación.

Si se deducen las altitudes de un punto desde los dos extremos de la base, se toma la media aritmética de ambos valores como valor de ella.

Constelación con base A B = 400 m.

Aparato empleado. Teodolito artillero de 0g, 01 **Altitud de A = 700 m.**

Estaciones	Puntos visados	Angulos azimutales	Angulos de pendiente	Reducidas al horizonte	Diferencias de nivel	Altitudes	Altitud media	Observaciones	Siluetas
		g	g	m	m	m	m		
A	B	0,00	+ 0,80	400	+ 5,06	705,03	705,03		
B	A	0,00	— 0,80	400	— 5,06	700,00	700,00		
A	1	54,76	+ 1,18	1230	+ 22,80	722,80	723,2	Punto más alto de un espaldón.	
B	1	273,33	+ 1,16	1015	+ 18,50	723,53			
A	2	83,12	+ 0,94	3370	+ 49,76	749,76	749,9	Cruce de caminos.	
B	2	290,26	+ 0,88	3285	+ 45,41	750,44			
A	3	88,78	+ 1,01	3390	+ 53,79	753,79	753,3	Pie de arista.	
B	3	290,04	+ 0,91	3340	+ 47,75	752,78			
A	4	102,73	+ 1,04	4055	+ 66,25	766,25	765,8	Arbol aislado.	
B	4	308,43	+ 0,94	4090	+ 60,39	765,42			
A	5	103,68	+ 1,03	4320	+ 69,90	769,90	769,3	Punto del camino en la cresta del horizonte.	
B	5	309,60	+ 0,93	4360	+ 63,70	768,73			
A	6	125,18	+ 0,96	4100	+ 61,83	761,83	762,9	Hito.	
B	6	330,59	+ 0,88	4265	+ 58,96	763,99			
B	A	399,38							

Intersecciones numéricas.

284. Lo mismo que en el método de radiación, pueden evitarse los errores angulares de que viene afectada la situación de cada uno de los puntos de una constelación, levantada por intersecciones, procediendo al cálculo de las coordenadas de aquéllos. Con los datos obtenidos en el campo hay elementos suficientes para determinarlas, debiendo advertirse que este modo de operar, al que se conoce con el nombre de intersecciones numéricas, sólo se empleará cuando se utilice un teodolito en el levantamiento.

Para el cálculo de las coordenadas se toman como ejes cartesianos rectangulares, la dirección de la meridiana geográfica que pasa por el extremo Oeste de la base y la perpendicular a la misma en dicho punto.

285. El método exige conocer el rumbo geográfico de la recta *BA* (fig. 199), que en el plano representa a la que une las dos estaciones utilizadas en el terreno para el levantamiento de la constelación. Si es θ dicho rumbo, el θ de la recta *BC*, que une la estación *B* con un punto cualquiera *C*, de la constelación, se obtendrá restando de θ el valor del ángulo en *B* del triángulo *CAB*, medido con el teodolito. Si resultase para esta diferencia un valor negativo, habrá que añadirle cuatro rectos, y en caso de tomarse rumbos de lados de triángulo cuyo vértice *C* quede al Sur de la base *BA*, lo que se reconocerá porque las lecturas en el aparato expresarán el verdadero valor de dichos ángulos, se considerarán negativos, para los efectos de la diferencia mencionada, los ángulos en el vértice *B* de los mismos.

El valor de la abscisa BC_1 del punto *C* en

$$x_c = BC \cos CBC_1 = a \operatorname{sen} \theta_1$$

cuyo cálculo exige el del lado $B\,C = a$ del triángulo *ACB*, pero si se tiene presente que en dicho triángulo

$$\frac{a}{c} = \frac{\operatorname{sen} A}{\operatorname{sen} C} = \frac{\operatorname{sen} A}{\operatorname{sen} (A + B)}$$

y por consiguiente

$$a = \frac{c \operatorname{sen} A}{\operatorname{sen} (A + B)}$$

se tendrá para la abscisa

$$x = \frac{c \operatorname{sen} A \operatorname{sen} \theta_1}{\operatorname{sen} (A + B)}$$

cuyo valor en función de cantidades conocidas, no lleva consigo resolver el triángulo antes mencionado.

Para calcular el valor de la ordenada CC_1, se tiene

$$y_c = BC \cos \theta_1 = a \cos \theta_1$$

o bien

$$y_c = \frac{c \operatorname{sen} A \cos \theta_1}{\operatorname{sen} (A + B)}$$

Se facilita el cálculo logarítmico de las coordenadas determinando previamente el valor del factor.

$$F = \frac{c \operatorname{sen} A}{\operatorname{sen} (A + B)}$$

que figuran en ambas.

Determinadas de modo análogo las coordenadas de todos los puntos de la constelación, se comprende que estos se fijarán en el plano sin que intervengan los errores angulares que resulten al operar con el transportador, ni la indeterminación que proporciona para el punto de intersección el cruce de dos rectas cuando se cortan formando un ángulo muy pequeño.

CAPITULO XXXII

Método de itinerario.

ITINERARIO GRÁFICO

286. Para proceder por itinerario, se miden en el campo los elementos rectilíneos de un contorno poligonal y asimismo los ángulos que forman entre sí cada dos de dichos elementos consecutivos, teniendo cuidado al efectuar esta medida, de anotar el sentido en que los ángulos se evalúan. Si en las operaciones de un levantamiento se miden los lados, o tramos, de la línea poligonal *ABCDE* (fig. 200) y los ángulos α, β y γ, en los vértices *B*, *C* y *D*, tal como se indica en la figura, habrá elementos suficientes para construir el itinerario en el plano, porque tomando las reducidas al horizonte, *ab*, *bc*, *cd* y de *de* los diversos tramos, y construyendo con el transportador en los puntos *b*, *c* y *d*, vértices homólogos de *B*, *C* y *D* los ángulos α, β y γ, el itinerario estará completo.

287. Operando en la forma indicada, el itinerario quedará determinado de un modo absoluto, sin que se sepa la posición relativa que ha de ocupar en el plano. Al objeto de definir ésta, es necesario fijar su orientación y la posición de uno de sus puntos. Para lo primero se mide el ángulo que forma el primer tramo del itinerario con una dirección *A M*, representada en el plano que se posea, y en el cual ha de colocarse el itinerario que se levanta. Claro es, que la posición relativa de la línea poligonal que en el plano representa el itinerario levantado, no se obtendrá mientras no se fije también en el plano la posición planimétrica del punto *A*, de arranque.

Cuando no se disponga de plano alguno será preciso medir con una brújula el rumbo magnético del primer tramo *A B*, para que todo el itinerario, a partir de la posición determinada del punto de arranque *A*, pueda trazarse en el plano con su debida orientación.

288. En la figura 201, aparece un itinerario levantado entre los puntos *A* y *D* del terreno, estando contenidos en el estado correspondiente que figura al fi-

nal de este párrafo, tanto los valores numéricos tomados en el campo, como los calculados en el gabinete, cuando se opera con un anteojo goniómetro de graduación partida, caso el menos probable.

Para las punterías, se colocan previamente piquetes o banderolas en los vértices *A, B, C, D* del itinerario y también otra banderola en un punto de la alineación *A O* que es la dirección origen con represención en el plano, cuya posición sirve para definir la orientación del itinerario que se levanta.

ESTADO NUM...

Itinerario de A a D. **Altitud de A = 700 m.**

Instrumento empleado. Goniómetro alemán.

Angulo diastimométrico.

$$\alpha = 10.\left(\frac{1}{16}\right)^{\circ} \text{ ,, } \frac{1}{2}\ \alpha = 5.\left(\frac{1}{16}\right)^{\circ} = 5{,}5 \text{ milésimas.}$$

Mira empleada. Una artillera de 1,5 m.

Estaciones...	Puntos visados	Lecturas en el goniómetro — Milésimas	Lecturas en la mira	Distancias geométricas — Metros	Reducida al horizonte — Metros	Angulos de situación — Mils.	Diferencias de nivel — Metros
A	O	$(0-00)_1$		m	m	k	m
A	B	$(5-60)_1$	30 126	175	175	+ 18	+ 3,4
B	A	$(5-60)_2$	30 126	175	175	— 18	— 3,4
B	C	$(26-20)_1$	60 135	136,5	134	— 4	— 0,5
C	B	$(26-20)_2$	60 132	131		+ 3,5	+ 0,5
C	D	$(16-40)_1$	0 120	218	224	+ 21	+ 5,4
D	C	$(16-40)_2$	0 126	229		— 23	— 4,5
D	E	$(13-00)_1$					

OBSERVACION.—Los ángulos de situación están expresados en dieciseisavos de grado sexagesimal.

289. Cuando en el levantamiento de un itinerario se emplea un goniómetro brújula, los trabajos de campo se simplifican, porque, dando el aparato los rumbos magnéticos de las direcciones visadas con el anteojo, bastará en cada estación determinar el rumbo del tramo que la une a la siguiente, con cuyo dato y el de su longitud, hay suficiente para dibujar el itinerario que se desea.

Para levantar un itinerario con brújula, se coloca el aparato en estación en cada uno de los vértices de aquél, de modo que la aguja, libre, quede frente a sus referencias y se dirige una visual a la estación siguiente, midiendo el rumbo que la punta Norte de la aguja acuse. Para tener, cuando se opera con brújula, mayor garantía en la construcción del itinerario, se visa desde cada estación, no sólo la siguiente, sino también la anterior; es decir, se procede por estaciones recíprocas, con lo cual se tendrá la seguridad de evitar errores de lectura debidos a perturbaciones locales, toda vez que los rumbos inversos de una misma dirección deben diferir en 3.200 milésimas o en un número que difiera de este valor, en cantidad menor que el límite de aproximación de lecturas, 5 milésimas en estos aparatos.

El empleo de estaciones conjugadas o recíprocas, no sólo pone de manifiesto las perturbaciones que pueden presentarse, sino que permite corregir los errores que se producen. Para darse cuenta de ello basta fijarse en la figura 202, donde se supone que al colocar el goniómetro brújula en estación en el punto B, y dirigir la visual al punto A, se halla un rumbo magnético a, que no es igual a $3.200 + a$, expresando ambos números en milésimas. Esto demuestra que la dirección $N'1$, que marca la aguja magnética en la estación B, no es paralela a la meridiana magnética definida en la estación A, y que en B hay una perturbación local, que desviando la punta Norte de la aguja hacia el Este, hace que los rumbos se midan con un error por defecto igual a ϵ, cuyo valor es $\epsilon = 3.200 + a - a$, prescindiendo de las 5 milésimas, en más o en menos, que es la aproximación en la lectura de los rumbos. Como en la perturbación notada la aguja tiene tendencia a dar los rumbos por defecto en la estación B, para tener los verdaderos será preciso sumar el valor de ϵ a las lecturas que se hagan con la punta Norte de la aguja. Pudiera ocurrir al hacer estación en C, que la perturbación en la aguja continuara, y, en tal caso, los rumbos de C habrán de tener la misma corrección

que en B. Pero lo más frecuente es que la perturbación local notada en B desaparezca al llegar a C, con lo cual, el verdadero rumbo de $C\ B$ (inverso de $B\ C$), que es β', será igual a $3.200 + \beta$, aumentado en el mismo valor del error ε que se hizo palpable por la perturbación local de B.

A continuación, se expone un cuadro indicador de las operaciones efectuadas en un itinerario hecho con goniómetro brújula, al objeto de medir el ángulo de dos rectas, dando la figura 203 la representación gráfica del itinerario levantado.

Itinerario con goniómetro brújula de Artillería pesada.

Estaciones...	Puntos visados...	RUMBOS: Mirando adelante	RUMBOS: Mirando atrás	RUMBOS: Medios	Angulos de las direcciones A B y E F
A	B	$11 - 65_1$	$(11 - 60)_2$	$(11 - 62)_1$	$(9 - 37) - (11 - 62)_1$
B	C	$(15 - 40)_1$	$(15 - 30)_2$	$(16 - 35)_1$	$= (41 - 37) - (11 -$
C	D	$(6 - 20)_1$	$(6 - 10)_2$	$(6 - 15)_1$	$-62) = (29 - 75)$ mi
D	E	$24 - 50)_1$	$(24 - 50)_2$	$(24 - 50)_1$	lésimas
E	F	$(9 - 40)_2$	$(9 - 35)_1$	$(9 - 37)_2$	

290. Si la aproximación que se pide en el itinerario levantado con un goniómetro brújula es escasa, el número de estaciones puede reducirse a la mitad, saltando una de cada dos sucesivas, para lo cual, en aquellas estaciones donde el aparato se coloque, se tomarán los rumbos de los dos tramos que a la misma concurren, habiendo con ello lo suficiente para el dibujo de los ángulos del itinerario. Sin embargo, de esta simplificación, la mira habrá de ser situada en los vértices del itinerario no utilizados como estaciones para medir estadimétricamente las longitudes de todos los tramos.

291. Después de lo dicho al tratar del empleo del anteojo goniómetro en el método de itinerario, no es necesario hacer indicaciones especiales para la utilización que debe tener con dicho método un teodolito artillero.

El método de itinerario puede emplearse con el exclusivo objeto de determinar la posición planimétrica de un punto, partiendo de la conocida que tenga otro referido al plano, e igualmente se presta a la determinación del ángulo que forman dos direcciones del terreno. En el estado referente a la figura 201, puede

verse que el ángulo de las dos rectas *A O* y *D E* tiene un valor igual a (13-00) 1 milésima. En un caso como éste se comprende que no es necesario obtener las longitudes de los tramos del itinerario, siendo suficiente medir los ángulos que forman éstos entre sí, orientando por el limbo, en todas las estaciones, el aparato goniométrico que se emplee.

El estado siguiente expresa las operaciones a efectuar para obtener el ángulo de dos rectas *O A* y *D E*, procediendo por itinerario, y utilizando un anteojo goniómetro de graduación completa.

Itinerario con anteojo goniómetro de graduación completa.

Estaciones.	Puntos visados.	Lecturas angulares	Angulos de las direcciones *OA* y *DE*.
O	A	0-00	
O	B	44-95	
B	O	12-95	—
B	C	25-42	
C	B	57-42	
C	D	45-68	
D	C	13-68	
D	E	20-26	20-26

Errores en el itinerario gráfico y compensación de los mismos.

292. Por efecto de los errores inevitables al determinar ángulos y distancias seguramente que cada uno de los vértices del itinerario, vendrá con una situación planimétrica inexacta. Y si estos errores se combinan en el mismo sentido, a partir del punto de arranque del itinerario, puede ocurrir que éste se deforme de tal modo, que se haga completamente inadmisible.

Si se trata de un itinerario aislado, sin referencia alguna que sirva para comprobar las operaciones efectuadas, tanto en el campo, como en el gabinete, no será posible contrastar los errores cometidos, y solamente el esmero y cuidado puestos en los trabajos, serán garantía de la buena ejecución del itinerario levantado.

293. Por regla general, los itinerarios que levanten los equipos topográficos de las Planas Mayores artilleras partirán de un punto representado en el

plano para cerrar sobre otro que también figure en el mismo, y por consiguiente, se conocerán los límites de encaje del itinerario realizado. Si en la práctica de éste, no se cometiere ningún error, el itinerario ajustaría a perfección entre aquellos puntos; mas, como esto no sucederá generalmente, habrá siempre un error de cierre que es preciso corregir, luego de ver si resulta tolerable por su cuantía.

Si es n el número de tramos de que el itinerario consta, el error de cierre no ha de exceder al producto $(n \times \frac{1}{4})$ milímetros, pues se admite que en el dibujo, un cuarto de milímetro, es la máxima separación que puede haber entre la verdadera posición de un punto y la falsa que resulta para el mismo cuando se deduce por una operación en la que intervienen un ángulo y una distancia. Si el error de cierre es mayor que el límite indicado, antes de desechar el gráfico hecho del itinerario se averiguará si hay alguna falta en ángulos o en distancias, para proceder a su corrección inmediata.

No existiendo falta, si el itinerario tiene que encajar entre los puntos *A* y *B* (fig. 204), y se llega al *F*, se habrá cometido un error de cierre igual a *F B*, el que hay que compensar, después de comprobar que es admisible. En este supuesto, se divide el segmento *F B* en cuatro partes, *Fa*, *ab*, *bc* y *cB* proporcionales, respectivamente, a las longitudes de los cuatro tramos *A C*, *C D*, *D F* y *E F* del itinerario, y trazando por las falsas posiciones de los vértices *C*, *D* y *E*, rectas paralelas a *F B* y de las longitudes respectivamente iguales a *Fa*, *Fb* y *Fc*, se tendrán las nuevas y convenientes posiciones de los vértices en los puntos *C'*, *D'*, *E'* y *B*, y por lo tanto, el itinerario para que en el plano encaje entre los puntos *A* y *B* de posición fija.

De manera análoga, se procede cuando el itinerario resulta erróneo por el dibujo que del mismo se hace, teniendo en cuenta el rumbo de su primer tramo (fig. 205).

A pesar de lo dicho, un operador práctico no procede en la forma expuesta, y sólo por tanteos compensa el error de cierre, cuando éste es admisible, modificando sucesivamente y de modo insensible, lo mismo las longitudes de los tramos que los valores de los ángulos.

294. De igual modo que existen errores de cierre

en el trazado planimétrico de un itinerario, se presentarán también y por causas análogas, en el encaje altimétrico del mismo. El valor máximo de este error de cierre altimétrico no debe exceder del producto de la longitud total del itinerario por la tangente del ángulo que exprese la apreciación elemental del instrumento empleado, igual a una milésima en los anteojos goniómetros y a uno o dos minutos centesimales, en los teodolitos artilleros. Para compensarlo, si resulta tolerable el error de cierre vertical, se divide su cuantía por la longitud total del itinerario, teniéndose en el cociente la corrección que debe haberse por metro longitudinal, y con esta unidad de corrección se modifican convenientemente, en el sentido que corresponda, las altitudes de cada uno de los vértices del itinerario para conseguir el encaje altimétrico del mismo.

Itinerario numérico.

295. Análogamente a lo dicho, al tratar de los métodos de radiación y de intercesión, se comprende que en un itinerario desaparecerán, o al menos, se reducirán considerablemente, los errores inherentes a los métodos gráficos, calculando las coordenadas de cada uno de los puntos del itinerario, práctica que aquí es más conveniente aún que en los otros dos métodos topográficos considerados, porque puede suceder que los errores, tanto angulares como lineales, que resulten en un itinerario, se sumen y quede éste al obtenerlo gráficamente, de tal modo deformado, que sea completamente inadmisible.

El sistema cartesiano que se elige para calcular las coordenadas de los vértices del itinerario, se compone: de la meridiana geográfica, que pasa por el punto de arranque de aquél y una perpendicular a la misma por dicho punto.

Los azimutes o rumbos geográficos de los diversos tramos, se encuentran fácilmente partiendo del azimut de la dirección fija que, con representación en el plano, sirve de apoyo al levantamiento.

Si esta dirección es la $A\ O$ (figura 206), y θ su azimut o rumbo geográfico, los rumbos de igual clase de los tramos, resultan de las igualdades siguientes, suponiendo que los ángulos del itinerario se han medido todos en sentido, como indica la figura

Designando los ángulos del itinerario por las letras de sus vértices, se verifica

$$A = \theta_1 + 400^g - \theta$$

y

$$\theta_1 = A + \theta - 2 \times 200$$

con lo cual resulta conocido el rumbo del primer tramo.

Siendo

$$B + \theta_1 + 200^g - \theta_2 = 400^g$$

resulta

$$\theta_2 = B + \theta_1 - 200^g$$

y en función de θ

$$\theta_2 = (A + B) + \theta - 3 \times 200^g$$

Lo mismo se obtendría

$$\theta_3 = (A + B + C) + \theta - 4 \times 200^g$$

Y como expresión general para el rumbo del tramo enésino.

$$\theta_n = (A + B + C + \ldots\ldots + N) + \theta - (n + 1) \times 200^g$$

llamando N al ángulo que ocupa el lugar n en el itinerario.

Determinados los rumbos de los tramos, en el sistema coordenado rectangular antes definido, se obtendrán para coordenadas del punto B.

$$x_B = A\,B_1 = A\,B \operatorname{sen} \theta_1$$
$$y_B = B\,B_1 = B\,C \cos \theta_1$$

Trasladando a B el centro del sistema coordenado, permaneciendo los ejes paralelos a sí mismos, las coordenadas de C en tal sistema serían en valor absoluto

$$x'^c = B\,C_1 = B\,C \operatorname{sen} \theta_2$$
$$y'^c = C\,C_1 = B\,C \cos \theta_2$$

y respecto a signo se tendrá en cuenta que por ser θ_2 un rumbo comprendido entre uno y dos rectos, la abscisa es positiva y la ordenada negativa.

Conocidas las coordenadas de C con respecto a B, las absolutas de C con respecto al origen A, serán

$$x_C = x_B + x'_C$$
$$y_C = y_B + y'_C$$

es decir, la suma algebraica de las ya determinadas.

Análogamente se obtendrán la de todos los vértices del itinerario.

296.° A continuación figura un estado donde se encuentran los elementos necesarios para calcular las coordenadas de todos los vértices del itinerario, habiéndose prescindido en el mismo de las casillas, donde se anotan las lecturas en la mira y los ángulos de pendiente, que ahora no interesan. Por esta razón se suponen ya conocidas las reducidas al horizonte de las longitudes de cada uno de los tramos.

ITINERARIO DE A a F.

Cálculo de las coordenadas de los vértices.
Aparato empleado = Un teodolito artillero de 0,01 —
Rumbo geográfico conocido de A O = θ = 364g 90

Estaciones	Puntos visados...	Lecturas azimutales	Angulos del itinerario	Rumbos geográficos de los tramos	Reducidas de los tramos	Coordenadas de los vértices	
						Abscisas	Ordenadas
		g.	g.	g.	m.	m.	m.
A	O	0,00	»	»	»	»	»
A	B	64,52	64,52	29,42	119	53,1	106,1
B	A	264,52					
B	C	189,21	324,69	154,11	267	229,3	—91,1
C	B	389,21					
C	D	48,18	58,97	13,08	375,5	305,9	273,5
D	C	248,18					
D	E	110,63	362,45	75,53	155,5	450,1	331,8
E	D	310,63					
E	F	271,50	360,87	263,40	215	233,8	151,0
F	E	71,50					

297. El itinerario a que hace referencia el estado anterior es el que aparece en la figura 207, representado en escala de 1/5.000.

Como puede verse en el gráfico, se han tomado siempre los ángulos a partir del lado ya determinado y en el sentido de las rotaciones directas.

Los valores de los ángulos de este itinerario, que figuran en la cuarta casilla del estado anterior, se obtienen restando los que expresan las lecturas de las dos visuales que concurren a cada uno de los vértices partiendo de los inmediatos, tomando como minuendo siempre la lectura correspondiente al vértice de adelante y añadiendo 400 a la diferencia cuando ésta resulta negativa.

CAPITULO XXXIII

Relleno de planos por métodos de levantamiento regular.

NORMAS GENERALES

298. Para tener éxito en los trabajos topográficos artilleros que han de realizarse, aplicando los procedimientos de la Topografía regular, no basta conocer con perfección todos y cada uno de los métodos topográficos y usar escrupulosamente de los mismos, es preciso saberlos aplicar con oportunidad combinándolos en forma que se consiga una representación relativamente exacta de todos los detalles del terreno objeto del levantamiento; pretender, con la aplicación de un solo método topográfico, levantar todo el relleno de un plano, puede conducir a errores de importancia. El levantamiento de los detalles de un plano, es una operación delicada de la topografía y requiere una dirección inteligente para conseguir la más fiel representación del terreno en el mínimo de tiempo y con el menor trabajo.

Al efectuar, para el relleno de un plano, el conjunto de operaciones de campo que exige la toma de datos necesarios para trasladar al dibujo todos los detalles planimétricos y altimétricos, se suele dar preferencia a uno de los métodos topográficos expuestos, según la clase de instrumento de que se disponga.

299. El teodolito artillero, que figura como dotación en las Planas Mayores de brigada, es un aparato aplicable a los tres métodos topográficos de que se ha dado cuenta, obteniéndose resultados satisfactorios de su empleo si los operadores realizan con cuidado las mediciones.

300. Por regla general, se emplea el método de itinerario, *partiendo y terminando en puntos cuya posición planimétrica, así como su altitud, estén perfectamente determinadas*; en el caso de no encontrar puntos en las condiciones indicadas, o que a partir de los mismos represente un trabajo excesivo e inútil, puede determinarse el de arranque del itinerario por el método de intersecciones, tomando como base puntos del terre-

no ya fijados en el plano, o haciéndolo por trisección inversa. Para que desde sus comienzos, resulte convenientemente orientado el itinerario, al colocar en la primera estación el teodolito, se hará marcar a sus índices el rumbo o azimut conocido de una dirección que pase por el punto de arranque, y en todas las estaciones que el itinerario comprende, se orienta el aparato por el limbo, según se ha explicado en el lugar correspondiente. Si sólo se pretende una mediana aproximación, bastará, tanto en el punto inicial del itinerario, como en las demás estaciones del mismo, servirse de la declinatoria del teodolito para su orientación, pero procediendo así para dibujar el plano, es necesario conocer la declinación en el lugar del levantamiento.

Aun cuando los itinerarios que se hagan para reconocer todo el terreno que ha de levantarse, estén debidamente estudiados y pasen por los lugares más convenientes del mismo, existirán puntos no visibles desde los de estación del teodolito; en este caso, es preciso hacer alguna *estación destacada*, cuya situación se determina por intersecciones desde otras dos del itinerario convenientemente elegidas, quedando así definida su posición planimétrica y altimétrica.

Desde cada una de las estaciones del itinerario y desde las estaciones destacadas se procede a efectuar una radiación, determinando aquellos puntos que sirvan a juicio del operador o director de los trabajos, para dar más completa idea de la morfología del terreno.

301. De gran conveniencia será llevar un gráfico del itinerario, marcando en el campo las situaciones relativas de las diversas estaciones que determinan los vértices de aquél, y en cada uno de éstos, al proceder a la radiación correspondiente, llenar los croquis circulares de estación. Esta práctica es muy recomendable, porque facilita el dibujo del plano y evita faltas que de otro modo pudieran cometerse.

302. Para determinar la distancia a que deben estar unas de otras las estaciones del itinerario, se tendrá en cuenta el coeficiente diastimométrico, la potencia del anteojo del teodolito y la mira empleada, pudiendo decirse de un modo general que con los teodolitos artilleros no debe excederse de 200 metros la longitud de cada tramo de itinerario, ni rebasar los 400 metros los vectores de los puntos que se obtienen por radiación.

303. Cuando en la dirección general del itinerario,

se pase por un punto con representación en el plano y cuya situación planimétrica, así como su altitud, resulten conocidas, debe elegirse como estación de la poligonal que se levanta, porque de tal modo podrán comprobarse las operaciones que se vayan realizando. En realidad, se toma como fin de un itinerario y principio de otro.

304. En cada estación del itinerario, una vez orientado el teodolito por el limbo, debe dirigirse una visual a un punto alejado y bien visible del terreno, cuyo azimut se anota en el registro; dicho punto servirá de referencia en cuantas mediciones azimutales se hagan desde la estación, y volviendo a enfilarle una vez registrado todo el terreno visible desde ella, se comprobará que el aparato no se ha movido durante las operaciones si el rumbo que resulta para el punto director es el mismo apuntado en el registro; de no ser así, es preciso repetir las operaciones de radiación realizadas en la mencionada estación.

305. Cuando los itinerarios que se levanten para el relleno de un plano no estén muy próximos, todos los puntos del terreno visibles desde cualquier estación del que se está levantando, serán objeto de una visual, para que dichos puntos queden determinados por la intersección de las visuales que se le hayan dirigido desde dos estaciones del mismo o de distintos itinerarios.

306. Los itinerarios se llevarán por los lugares más convenientes y próximos a los detalles planimétricos que sea necesario registrar, conduciéndolos por las zonas más despejadas y que ofrezcan buenas condiciones de visualidad para tomar aquellos puntos que mejor caractericen la forma del terreno. En tal concepto, las direcciones más convenientes para los itinerarios serán las vías de comunicación de todas clases, las fluviales, los barrancos, las divisorias y las vaguadas, los bordes de mesetas y escarpados, etc. No conviene seguir exactamente las rutas que se encuentren perfectamente marcadas sobre el terreno; las estaciones del itinerario se elegirán en las proximidades de las mismas, en aquellos lugares donde mejor pueda apreciarse la disposición de los puntos y forma de las líneas que definen los detalles. Siguiendo un camino, se situarán los puntos de estación, en los de sus cercanías que prestándose a tomar las inflexiones y recodos de aquél, den el mayor campo para los detalles altimétricos. En las vaguadas, el itinerario se llevará generalmente a alguna altura sobre su fondo, para descubrir el terre-

no de las vertientes, efectuando las estaciones en ambas orillas, porque no será fácil que siguiendo una sóla se distingan las dos vertientes por completo.

307. En estas operaciones se utilizará a todos los portamiras que haya disponibles, y aun cuando se les den indicaciones precisas sobre los puntos del terreno en que deben situarse, se comprende que de no tener una instrucción preparatoria especial, será grande el tiempo perdido en el levantamiento; siendo de consideración los errores en la determinación de los datos de campo, cuando los portamiras no saben colocar la mira verticalmente, ni presentarla a la visual del anteojo en condiciones que pueda hacerse una buena lectura con los hilos del retículo. Seguir un camino, un barranco y, en general, una línea bien determinada del terreno, no presenta dificultad para el portamira, porque situándose en todos los cambios de dirección que dicha línea presenta, a lo más se tomarán algunos puntos inútiles; pero cuando se trate de escoger puntos altimétricos que no estén distintamente marcados en el terreno, es necesario que el portamira tenga idea de las condiciones a que los mismos deben satisfacer, pues no es posible designárselos exactamente desde la estación, tanto por su alejamiento, como porque desde la misma no se pueda apreciar cuál es el punto más indicado para colocar la mira. Tendrán que ir acompañados por una clase instruída en elección de puntos.

308. En el registro de campo, y para evitar confusiones, se indicarán las estaciones del itinerario por letras mayúsculas o números romanos, y en la radiación que se haga desde cada una de ellas, se designarán con números arábigos los diversos puntos que se levanten. El oficial encargado del levantamiento prepara las hojas necesarias para la anotación de datos en el campo, poniendo en ellas las casillas que le sean indispensables, según la clase de trabajo que se proponga realizar, pues son distintos dichos datos, según se trate de un itinerario numérico en el que hayan de determinarse las altitudes de todos los puntos, o de uno, en el que se prescinda de la parte altimétrica y que sólo precisa la anotación de los rumbos de sus tramos y la de las longitudes de éstos.

309. Para trasladar al plano el itinerario levantado, con las radiaciones practicadas desde cada una de las estaciones de aquél, se hace uso del transportador; situado su centro sobre la representación planimétrica del punto de arranque, se marca el rumbo del primer

tramo del itinerario, al objeto de que sea la conveniente orientación del mismo, dibujándose a continuación todos los tramos. El itinerario no debe dibujarse sobre el plano, sino hacerlo sobre un papel transparente, con objeto de corregir sobre el mismo los errores de cierre planimétricos que pueda tener, si dichos errores resultan admisibles. Encajado el itinerario entre sus extremos y dibujado sobre el plano, los puntos obtenidos por radiación desde las estaciones de aquél, se marcan directamente sobre el plano con la ayuda del transportador, y al lado de cada uno se escribe la altitud que para el mismo resulte después de hacer los cálculos necesarios para obtenerla. Con frecuencia los itinerarios serán cerrados, con lo cual se comprende que la posición planimétrica del punto de arranque, así como la altitud del mismo, deben ser determinadas con una gran escrupulosidad, prefiriendo, en estos casos, elegir como punto de partida uno que en el plano represente algún vértice geodésico o de la red topográfica.

310. Se comprende que llevada al dibujo la posición planimétrica de los puntos en el terreno, y anotada la altitud de los mismos, bastará hacer pasar un trazo continuo por todos los que resulten de igual cota, para tener las correspondientes curvas de nivel. Si éstas han de acusar altitudes prefijadas, será preciso hacer las interpolaciones convenientes entre las curvas que resulten directamente determinadas por los trabajos hechos de levantamiento.

CUARTA PARTE

SERVICIO TOPOGRAFICO ARTILLERO

CAPITULO XXXIV

Objeto del servicio topográfico artillero.—Planos directores artilleros.

311. El servicio topográfico artillero de las diferentes unidades, tiene por misión preparar los planos de levantamiento regular de que se disponga, con objeto de ser utilizados a los fines siguientes:

1.º Designar de una manera precisa, fácil y rápida las zonas o puntos del terreno en ellos representados.

2.º Dictar las órdenes necesarias para la maniobra de las unidades artilleras dentro de la zona de terreno que comprenden.

3.º Hacer el estudio artillero de una zona definida del terreno que esté contenida en el plano.

4.º Determinar cuantos elementos topográficos son precisos para la preparación, dirección y ejecución de los fuegos.

Los planos así preparados reciben el nombre de *planos directores artilleros parciales.*

Si no se dispone de planos de levantamiento regular, la misión del servicio topográfico artillero, en las Planas Mayores, se reduce a efectuar los levantamientos rápidos necesarios con objeto de obtener las constelaciones de puntos que se juzguen precisos para auxiliar la dirección y la ejecución de los fuegos en las unidades respectivas.

Si el Servicio Topográfico Artillero del Ejército ha hecho trabajos para el *Plano Director General,* sus datos servirán de base a todas las Planas Mayores.

Problemas de planimetría y altimetría que permiten resolver los planos.

312. Los planos preparados de levantamiento regular, si es adecuada su escala, permiten resolver los problemas artilleros que en sus casos principales se comprenden en las dos agrupaciones siguientes:

1.º *De planimetría.*

a) Designación de objetivos y referencias del campo propio y enemigo.
b) Establecimiento de direcciones referencias.
c) Determinación de ángulos de observación.
d) Designación de sectores del campo enemigo.
e) Determinación de distancias y otros elementos iniciales de tiro.
f) Designación de puestos de mando y municionamiento.
g) Corregir el tiro por determinación de los desvíos desde observatorios terrestres o aéreos.

2.º *De altimetría o relieve.*

a) Comprobación de la posibilidad del tiro.
b) Determinación de espacios muertos.
c) Determinación de partes vistas y ocultas.
d) Elección de caminos de acceso.
e) Estudio de las condiciones del terreno circundante de las posiciones en lo relativo a corrección y efectos del tiro contrario.
f) Elección de observatorios.
g) Fijar posiciones y zonas a ocupar.
h) Determinación de ángulos de situación.
i) Determinación de pendientes del terreno.
j) Estudio del terreno enemigo.
k) Determinación de desenfiladas propias o enemigas.
l) Preparación del tiro.

Los planos de levantamiento rápido carecen en general de relieve, y con ellos sólo podrán resolverse los problemas comprendidos en la primera agrupación.

Operaciones necesarias para la preparación y empleo de los planos directores artilleros.

313. Dada la índole diversa de los problemas artilleros que han de resolverse con el auxilio de los pla-

nos directores, será necesario realizar las operaciones que a continuación se detallan, advirtiendo que habrá casos en los cuales podrá prescindirse de algunas de ellas, y otros en los que serán precisas, además de las indicadas, otras particulares deducidas de las condiciones en que se opere.

Las operaciones a que se hace referencia son las siguientes:

1.ª Adaptación de la escala.

2.ª Interpolación por trabajos de relleno en el campo, de curvas de nivel tratando de conseguir la equidistancia conveniente.

3.ª Cuadricular el plano.

4.ª Fijar sobre el plano los puntos del terreno comprendidos en la zona de maniobra y acción de la artillería cuya situación interese de un modo general, y muy particularmente aquéllos que puedan servir para:

a) Asentamiento de las piezas directrices de las baterías.

b) Puestos de mando y observación.

c) Puestos de municionamiento.

d) Referencias de puntería.

e) Objetivos auxiliares de tiro.

f) Jalonar la zona ocupada por el enemigo.

g) Objetivos reales de tiro.

h) Referencias de posición en la zona de asentamientos de las baterías.

i) Estaciones de declinación.

5.ª Determinar direcciones referencias.

El índice de operaciones expuesto deja ver que todas ellas se reducen a sencillos trabajos o determinaciones topográficas, que habrán de ejecutarse con arreglo a las prescripciones expuestas en los lugares correspondientes de estas instrucciones.

En razón a lo expuesto, en esta cuarta parte del *Servicio Topográfico Artillero* sólo vienen contenidas las indicaciones convenientes para que, dentro del campo de la Topografía elemental, puedan desarrollar su actividad los equipos topográficos, fijándose en las características artilleras a que deben sujetar los trabajos que realicen, huyendo de repetir normas y procedimientos ya consignados en otros lugares de este Anexo, o que figuran en la Instrucción para el tiro de la Artillería.

CAPITULO XXXV

Personal encargado del servicio.

314. La preparación de planos parciales, o la improvisación de los mismos por levantamientos rápidos, estará normalmente a cargo de los *equipos topográficos* que figuren en las Planas Mayores de las distintas unidades artilleras.

El Director de estos equipos será siempre un oficial, auxiliado por una clase, con preferencia sargento o suboficial, y varios artilleros. Estos *auxiliares topógrafos* deben recibir una instrucción adecuada, y por ello el personal que forma los *equipos topográficos* no será eventual o improvisado, sino fijo, sin perjuicio de desempeñar los demás cometidos que puedan corresponderle.

En las Planas Mayores de las agrupaciones artilleras superiores al regimiento, estará siempre designado el oficial especialista que desempeñe este servicio en calidad de jefe del equipo; en las Planas Mayores de regimiento y grupo corresponderá el indicado trabajo al oficial ayudante, sin perjuicio de los demás servicios que por su cargo le corresponden. En las baterías, bajo la dirección del oficial auxiliár, el jefe del equipo será el suboficial.

El personal de tropa antes citado, formará agrupación especial de carácter orgánico en las Planas Mayores de mando artillero, según se detalla en los siguientes cuadros.

315. Para los ejercicios doctrinales durante la paz, y con objeto de disponer en caso de movilización de personal instruído en número suficiente para que queden debidamente atendidos cuantos servicios se encomiendan a las Planas Mayores de las unidades artilleras, se fijan a continuación unas plantillas mínimas para éstas y de cuyas cifras en personal no es posible descender, si en todo momento se quiere tener en éste un entrenamiento eficiente. La dotación de material topográfico con que cuentan las Planas Mayores será la misma en tiempo de paz que en tiempo de guerra.

Con objeto de presentar al completo la organización del personal de las Planas Mayores de las distintas

unidades de Artillería, de las cuales forman parte los equipos topográficos, se exponen previamente los medios de transmisión con que aquéllas deben contar, según lo previsto en el «Reglamento para el enlace y servicio de transmisiones», advirtiéndose que en esta organización para pie de guerra se ha tenido en cuenta que todos los servicios han de poder funcionar independiente y permanentemente, y que en el caso de que se prolongue el tiempo en que éstos hayan de efectuarse, será preciso incluso llegar a doblar estas plantillas para tener los necesarios relevos de los distintos equipos.

Elementos de transmisión en las unidades de Artillería, con arreglo a lo dispuesto en el «Reglamento para el enlace y servicio de transmisiones».

BATERIA

La batería empleará como medios de transmisión (Artículo 285) (Cuadro del Anexo V):
Artificios de luces (cohete, cartuchos de señales y bengalas).—Aparatos de señales ópticas.—Banderas.—Teléfonos.—Estafetas a caballo.
Exigiendo las distintas estaciones una comunicación recíproca y permanente, todas ellas deberán ir provistas de todos los medios de transmisión. Unicamente las estaciones del segundo escalón no irán dotadas de aparatos de señales ópticas.
Deberá montar estaciones: En el puesto de mando. En la línea de piezas. En el observatorio. En el segundo escalón y línea de armones.

Teléfonos:
- Una central de 4 direcciones en el puesto de mando:
  - Una dirección con el puesto de mando del Grupo.
  - Una ídem con la línea de piezas.
  - Una ídem con el observatorio.
  - Una ídem con el segundo escalón y línea de armones.
- Tres estaciones terminales:
  - En la línea de piezas.
  - En el observatorio.
  - En el segundo escalón y línea de armones.

CUADRO RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DE TRANSMISION

	Artificios de luces (juegos)	Aparatos de señales pticas	Banderas (juegos)	Estafetas a caballo	Central telefó ica de 4 direcciones	Estaciones telefónicas terminales
P. M. de una batería.....	4	3	4	4	1	3

GRUPO DE TRES BATERÍAS

El Grupo empleará como medios de transmisión: (Artículos 273 *d*, 274 *f*, 276 *d*, 278 *d*, 285, 341) (Anexo V) (Gráfico del Anexo VII, tercer ejemplo):

- Painel de identificación ..... | En el puesto de mando.
- Paineles de señales ..... | En el puesto de mando.
- Estación radiotelegráfica receptora... | En el puesto de mando.
- Artificios de luces ..... | En el puesto de mando — En el observatorio.— En la columna de municiones.— En el pelotón de enlace (éste irá dotado de una estación telefónica para el oficial y tres estaciones de banderas y artificios de luces para los suboficiales que se destacan a los batallones).
- Aparatos de señales ópticas ..
- Banderas. .....
- Estafetas a caballo .....
- Teléfonos .....

Deberá montar estaciones: En el puesto de mando. En el observatorio. En la columna de municiones. En el pelotón de enlace. Una estación telefónica en la estación de radio por si ésta se encuentra alejada del puesto de mando.

Teléfonos ..
- Una central de 12 direcciones en el puesto de mando .....
  - Una dirección con el puesto de mando de la agrupación.
  - Dos ídem con los grupos próximos.
  - Una ídem con el observatorio de Grupo.
  - Una ídem con la columna de municiones.
  - Una ídem con el aeroplano de observación (estación radio).
  - Tres ídem con las tres baterías.
  - Una ídem con el pelotón de enlace con la infantería.
  - Una ídem de respeto para unión con un globo de observación, otro observatorio de Grupo u otro Grupo próximo.
- Cuatro estaciones terminales .....
  - En el observatorio de Grupo.
  - En la columna de municiones.
  - En la estación radio.
  - En el pelotón de enlace.

CUADRO RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DE TRANSMISION

	Paineles de identificación (juegos)	Paineles de señales (juegos)	Estaciones radiotelegráficas receptoras	Artificios de luces (juegos)	Aparatos de señales ópticas	Banderas (juegos)	Estafetas a caballo	Centrales telefónicas de 12 direcciones	Estaciones telefónicas terminales
P. M. de un Grupo....	1	1	1	6	6	6	6	1	4

REGIMIENTO O AGRUPACION DE TRES GRUPOS

El Regimiento o agrupación empleará como medios de transmisión. (Artículos 273 *d*, 274 *f*, 276 *d*, 278 *d*, 282, 283, 297, 341) (Anexo VII, tercer ejemplo):

Painel de identificación.....
Paineles de señales..... } En el puesto de mando.
Estación radiotelegráfica emisora receptora..

Artificios de luces.....
Aparatos de señales ópticas... } En el puesto de mando.—En el observatorio.
Estafetas a caballo .....
Teléfonos .....

Deberá montar estaciones: En el puesto de mando. En el observatorio. Una estación telefónica en la estación de radio, por si ésta se encuentra alejada del puesto de mando.

Teléfonos.
- Una central de 12 direcciones en el puesto de mando:
  - Una dirección con el puesto de mando de la Brigada
  - Dos ídem con las agrupaciones próximas.
  - Tres ídem con los tres grupos.
  - Una ídem con el observatorio de la agrupación.
  - Una ídem con el aeroplano de observación (estación de radio).
  - Una ídem con el globo divisionario.
  - Una ídem con el Parque divisionario.
  - Una ídem con la red general.
  - Una ídem con el mando de tropas de infantería a que apoye (1).
- Dos estaciones terminales..
  - En el observatorio de la agrupación.
  - En la estación radio.

CUADRO RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DE TRANSMISION

	Paineles de identificación	Paineles de señales (juegos)	Estaciones radiotelegráficas emisoras-receptoras	Artificios de luces (juegos)	Aparatos de señales ópticas	Estafetas a caballo	Centrales telefónicas de 12 direcciones	Estaciones telefónicas terminales
P. M. de Agrupación.	1	1	1	2	2	2	1	2

(1) Cuando la agrupación haya de enlazarse directamente con la infantería, tomará los pelotones de enlace de los grupos que la constituyen.

BRIGADA DE DOS REGIMIENTOS

La Brigada de Artillería empleará como medios de transmisión. (Anexo V):

- Painel de identificación..... } En el puesto de mando. Una estación de radio
- Paineles de señales..... } en el observatorio avanzado (1).
- Estaciones radiotelegráficas emisoras receptoras }
- Aparatos de señales ópticas.. } En el puesto de mando. — En los dos observatorios de Bri-
- Teléfonos..... } gada.—En las estaciones de localización de objetivos.
- Motocicletas..... }

Teléfonos..

- Una central de 12 direcciones en el puesto de mando.
  - Una dirección con la red general
    - Mando divisionario.
    - Generales de las Brigadas de Infantería.
    - Jefes de Aviación y Aerostación.
    - Estación meteorológica de C. E.
  - Dos ídem con las unidades de Artillería próximas.
  - Dos ídem con los dos Regimientos de la Brigada.
  - Una ídem con la agrupación afecta a la Brigada.
  - Dos ídem con los observatorios de la Brigada, terrestres o aéreos.
  - Dos ídem con las secciones de localización de objetivos.
  - Una ídem con el Parque divisionario.
  - Una ídem con el General de la Brigada.
- Cinco estaciones terminales.....
  - Dos en los observatorios de Brigada.
  - Dos en las secciones de localización de objetivos.
  - Una en el puesto del General de la Brigada

CUADRO RESUMEN DE LOS ELEMENTOS DE TRANSMISION

	Paineles de identificación	Paineles de señales (juegos)	Estaciones radiotelegráficas emisoras receptoras	Aparatos de señales ópticas	Centrales telefónicas de 12 direcciones	Estaciones telefónicas terminales	Motocicletas de enlace
P. M. de Brigada.....	1	1	2 (1)	5	1	5	2

(1) La estación radio del observatorio avanzado no figura en el «Reglamento para el enlace y servicio de transmisiones», pero se incluye en este cuadro por considerarla necesaria.

RESUMEN, por unidad, del material de transmisiones y enlaces, en tiempos de paz y en guerra.

		Brigada.....	Agrupación.	Grupo.....	Batería.....
Estaciones radio	Emisoras receptoras	2	1	»	»
	Receptoras			1	
Estaciones telefónicas	Centrales de 12 direcciones	1	1	1	»
	Idem de 4 íd	»	»	»	1
	Terminales	5	2	4	3
Aparatos de señales ópticas	Modelo definido por la Comisión de Táctica (Ponencia mixta de enlace) de 15 centímetros de espejo parabólico	5	2	6	3
Juegos de banderas		»	»	6	4
Paineles de identificación		1	1	1	»
Idem de señales (juegos)		1	1	1	»
Juegos de artificios de luces		»	2	6	4

RESUMEN, por unidad, del material de mando, topográfico y de observación, en tiempo de paz y en guerra.

ELEMENTOS	Brigada...	AGRUPACION		GRUPO		Batería...
		Ligera	Pesada	Ligero	Pesado	
Carros de mando (hipomóvil).....	»	1	»	1	»	» (1)
Carruaje transporte de elementos (automóvil) (4).....	2	»	1	»	1	»
Automóvil ligero.....	1	»	1	»	»	»
Motocicletas.....	2	»	2	»	1	»
Baste transporte material.....	»	»	»	»	»	1
Carteras del Oficial de Artillería...	1	1	1	1	1	1
Telémetros de 2 metros.....	1	»	1	»	1	»
Idem de 1,25.....	1	1 (2)	»	1 (2)	»	»
Anteojos estereoscópicos de observación con goniometro.....	2	2	2	2	2	2
Goniómetros brújulas.....	1	1	1	1 (3)	1 (3)	1 (3)
Cintas métricas.....	1	1	1	1	1	1
Cadenas de agrimensor.....	1	1	1	1	1	»
Jalones mira.....	10	5	5	5	5	»
Piquetes para jalonamiento.....	12	10	10	8	8	8
Plomadas.....	1	1	1	1	1	»
Teodolito con mira.....	1	1	1	»	»	»
Mesa plegable.....	1	1	1	1	1	1

(1) En las unidades que tengan tracción automóvil los elementos de enlace y mando tendrán igual medio de transporte.

(2) Las agrupaciones y grupos ligeros dotados con material de obuses llevarán telémetros de 2 metros.

(3) Mientras no existan goniómetros brújulas, podrán estas unidades substituirlos con goniómetro panorámico.

(4) Estos carruajes serán camionetas semiligeras, aumentando su número a 4 en caso de movilización de la Brigada.

Plana Mayor de batería ligera, a caballo, pesada y de posición.

PIE DE GUERRA

Capitán	Teniente E. A.	Suboficial	Sargentos	Cabos	Art.s 1.os	Art.s 2.os	Trompetas	Obreros	Cab.s silla	COMETIDOS	
1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	Comandante de la batería.	
»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	Oficial auxiliar y jefe de la Plana Mayor.	
»	»	1	»	»	»	»	»	»	1	Jefe del equipo topográfico. Encargado del plano, del estado, del trazado de croquis	Equipo fotográfico.
»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	Topógrafo Encargado del manejo del anteojo	
»	»	»	»	»	»	2	»	»	2	Auxiliares topógrafos, portamiras, medidores	
»	»	»	»	»	»	1	»	»	2	Guardacaballos del equipo. Un caballo de baste para conducción del material.	
»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	Jefe del equipo de transmisiones y jefe de estación	Equipo de transmisiones.
»	»	»	»	3	»	»	»	»	1	Jefes de estación. (Dos desmontados, en la batería y 2.° escalón)	
»	»	»	»	»	»	4	»	»	2	Auxiliares guardalíneas (ídem íd.)	
»	»	»	»	»	»	4	»	»	2	Telegrafistas encargados del manejo de los aparatos de señales ópticas, banderas, artificios de luces (ídem íd.)	
»	»	»	»	»	»	2	3	»	4	Exploradores estafetas (Uno para cada estación). Y un educando.	
»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	Jefe del servicio de observación. Observador.	Equipo de observ.es
»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	Observador.	
»	»	»	»	»	»	2	»	»	2	Auxiliares observadores. (Uno para cada observatorio).	
»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	Jefe del servicio de exploración y de la línea de armones	Equipo de exploración.
»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	Batidor. Guardacaballos del capitán. Explorador	
»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	Guardacaballos del oficial auxiliar. Explorador.	
»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	Furriel de la batería. Explorador.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	Herrador y guarnicionero.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	Ajustador de la batería.	
»	»	»	»	»	»	4	»	»	»	Asistentes de los oficiales.	
1	1	1	3	6	1	20	3	3	26		

NOTAS.—1.ª—El servicio de exploración podrá reforzarse con todas las plazas montadas disponibles de la batería.

2.ª—En las baterías de tracción mecánica, la P. M. será conducida en vehículos automóviles.

Plana Mayor de Grupo ligero, a caballo, pesado y de posición.

PIE DE GUERRA

COMETIDOS	Caballos tiro	Caballos silla	Trompetas	Artilleros 2.os	Cabos	Sargentos	Suboficiales	Guarnicionero	Forjador	Herrador	Veterinario	Teniente E. A.	Comandante	
Jefe del grupo.	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	
Guardacaballos del Comandante y ayudante.	»	2	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Ayudante del Grupo, jefe de la Plana Mayor y del equipo topográfico.	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	
(Los obreros en el carro de grupo).	»	1	»	»	»	»	»	1	1	1	1	»	»	
Topógrafo, auxiliar del oficial...	»	1	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	
Topógrafo. Encargado del anteojo.....	»	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	
Auxiliares topógrafos. Portamiras. Medidores.....	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Guardacaballos del equipo.....	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Telemetrista. En el carro de mando	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	
Jefe de los servicios de transmisiones.....	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	
Radiotelegrafista. (En el carro de mando).....	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	
Radiotelegrafistas - telefonistas (ídem íd.)	»	2	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Jefes de estación. Telefonistas. (Uno en el carro de mando, otro en la columna de municiones)	»	1	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Auxiliares, guardalíneas (íd. íd.)	»	1	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Telegrafistas. Señales ópticas, banderas, luces (ídem íd.).....	»	1	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Exploradores estafetas.....	»	3	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Jefe del pelotón de enlace.	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	
Destacados a los batallones.....	»	3	»	»	»	»	3	»	»	»	»	»	»	
Telefonista. (Para la estación del oficial)	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Auxiliar guardalíneas.....	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Telegrafistas, señales ópticas, banderas, luces.....	»	3	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Estafetas. Guardacaballos.	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	

Equipo topográfico.

Equipo de transmisiones.

Pelotón de enlace.

Comandante	Teniente E. A.	Veterinario	Herrador	Forjador	Guarnicionero	Suboficiales	Sargentos	Cabos	Artilleros 2.ª	Trompetas	Caballos silla	Caballos tiro	COMETIDOS	
»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	»	Jefe del servicio de observación.	Equipo de observación
													Observador	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	»	Auxiliar observador	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	Guardacaballos del equipo	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	»	»	6	Para el carro de mando.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	3		»	6	Para el carro de grupo.	
»	»		»	»	»	»	»	»	5	»	»	»	Asistentes del Jefe y oficiales. (En la columna de municiones).	
1	3	1	1	1	1	4	2	6	35	1	32	12		

NOTAS.—1.ª El servicio de exploración se efectuará con los pelotones de exploración de las baterías y las plazas montadas disponibles en la P. M. del Grupo.

2.ª En los Grupos de tracción mecánica, la P. M. será conducida en vehículos automóviles.

3.ª En los Grupos de montaña, el material será conducido en cajas, en el número de cargas que sea necesario.

Plana Mayor de agrupación ligera, a caballo, pesada y de posición.

PIE DE GUERRA

Coronel	Teniente Coronel	Capitán	Teniente E. A.	Médico	Veterinario	Armero	Carpintero	Forjador	Suboficial	Sargentos	Cabos	Artilleros 1.ª	Artilleros 2.ª	Trompetas	Caballos silla	Caballos tiro	COMETIDOS	
1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	Jefe de la Agrupación.	
»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	2.° Jefe.	
»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	Ayudante del Regimiento, jefe de la Plana Mayor y del equipo topográfico.	
»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	Jefe de los servicios de transmisiones, exploración e información.	
»	»	»	»	1	1	1	1	1	»	»	»	»	»	1	4	»	(Los obreros en el carro de Agrupación). El trompeta, de órdenes.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	»	Topógrafo auxiliar del Capitán Ayudante.	Equipo topográfico.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	»	Topógrafo. Encargado del anteojo	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	Telemetrista. (En el carro de mando)	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	2	»	Auxiliares topógrafos. Portamiras, medidores	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	Guardacaballos del Equipo	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	Radiotelegrafista. (En el carro de mando)	Equipo de transmisiones.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	»	»	Radiotelegrafistas-telefonistas (idem íd.)	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	»	»	1	»	Jefes de estación. Telefonistas. (Uno en el carro de mando.)	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	1	»	Auxiliares, guardalíneas (idem íd.)	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	1	»	Telegrafistas. Señales ópticas, banderas, luces (idem íd.)	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	2	»	Exploradores. Estafetas	

Teniente Coronel	Capitán	Teniente E. A.	Médico	Veterinario	Armero	Carpintero	Forjador	Suboficial	Sargentos	Cabos	Artilleros 1.º	Artilleros 2.º	Trompetas	Caballos silla	Caballos tiro	COMETIDOS	
1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	»	Jefe del servicio de observación. Observador	Equipo de observación.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	»	Auxiliar observador	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	»	Guardacaballos de equipo	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	»	Maestro de banda. Explorador - estafeta	Equipo de exploración.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	»	Cabo de trompetas	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	»	Idem de batidores	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	»	Batidor del Coronel	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	»	3	»	Ordenanzas del Teniente Coronel, Capitán y Teniente	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6	»	»	12	Conductores de los carros de mando y agrupación	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	7	»	»	»	Asistentes de los Jefes y Oficiales (en la columna de municiones)	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	6	1	29	1	28	12	

NOTAS.—1.ª—El servicio de exploración se reforzará con los pelotones de las baterías y las plazas montadas disponibles de la Plana Mayor de la Agrupación.

2.ª—En las agrupaciones de tracción mecánica, la P. M. será conducida en vehículos automóviles.

3.ª—En las agrupaciones de montaña, el material será conducido en cajas en el número de cargas que sea necesario.

CUARTEL GENERAL DE UNA BRIGADA DE ARTILLERIA DIVISIONARIA EN PIE DE GUERRA

ELEMENTOS	Generales	Jefes, oficiales y asimilados	Escribientes. Auxiliares del material	Clases de 2.ª categoría		Clases de 1.ª categoría		Carruajes de tracción animal	Autos ligeros	Autos de enlace o motos	Camionetas	Camiones	Caballos	OBSERVACIONES
				A pie	Montados	A pie	Montados							
General de Brigada	1	»	»	»	»	1 (1)	1 (2)	»	»	»	»	»	2	
Ayudante	»	1	»	»	»	1 (1)	1 (2)	»	»	»	»	»	2	
Jefe de Estado Mayor	»	1	»	»	»	1 (1)	1 (2)	»	»	»	»	»	2	
Auxiliar técnico	»	1 (3)	»	»	»	1 (1)	1 (2)	»	»	»	»	»	2	
Servicio de transmisiones	»	1 (4)	»	3 (8)	»	22 (9)	1 (2)	»	»	»	»	»	4	
Idem topográfico	»	1 (5)	»	»	1 (10)	7 (11)	2 (12)	»	»	»	»	»	2	
Observación	»	1 (6)	»	3 (13)	»	6 (14)	1 (15)	»	»	»	»	»	2	
Servicio de municionamiento	»	1 (7)	»	»	»	1 (1)	»	»	»	»	»	»	»	
Escribientes y dibujantes	»	»	1	»	»	6 (16)	»	»	»	»	»	»	»	
Automovilistas	»	»	»	2 (17)	»	8 (18)	»	»	1	2	4	»	»	
Suman	1	7	1	8	1	54	8	»	1	2	4	»	16	

NOTA.—El personal y ganado de tropa será facilitado por los Cuerpos de la Brigada, y a este efecto deberán incrementarse sus plantillas respectivas en dichos elementos.

Observaciones: (1) Asistentes.—(2) Ordenanzas.—(3) Comandantes.—(4) Capitán.—(5) Teniente.—(6) Capitán.—(7) Capitán.—(8) Sargentos jefes de estación.—(9) Cinco cabos jefes de estación, seis auxiliares telefonistas, seis telegrafistas de aparatos ópticos, cuatro radiotelegrafistas y un asistente.—(10) Suboficial auxiliar topógrafo.—(11) Cuatro auxiliares topógrafos, dos fotógrafos, un asistente.—(12) Un cabo topógrafo y un guardacaballos.—(13) Sargentos: dos observadores y un Jefe puesto aerológico.—(14) Dos auxiliares observadores, tres del puesto aerológico, un asistente.—(15) Ordenanza del Capitán.—(16) Cuatro escribientes, dos dibujantes.—(17) Mecánico: electricista y automovilista.—(18) Dos cuartel general; tres camionetas personal y material; dos motocicletas enlace; una camioneta enlace.

316. *Plana Mayor de Batería ligera, a caballo, pesada y de posición.*

PIE DE PAZ

Capitán	Teniente E. A.	Suboficial	Sargentos	Cabos	Artilleros 1.os	Artilleros 2.os	Trompetas	Obreros	Caballos	COMETIDOS
1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	Comandante de la batería.
»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	Oficial auxiliar y Jefe de la Plana Mayor.
»	»	1	»	»	»	»	»	»	1	Jefe del equipo topográfico, encargado del manejo de los planos del estado, trazado de croquis, Jefe de estación telefónica-telegráfica de un observatorio. Observador del mismo
»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	Topógrafo, encargado del manejo del anteojo. Jefe de estación telefónica-telegráfica de un observatorio Observador.
»	»	»	»	»	»	2	»	»	2	Auxiliares topógrafos, portamiras, medidores jalones telefonistas-telegrafistas y suplentes de observador en cada uno de los dos observatorios.
»	»	»	»	»	»	»	2	»	2	Guardacaballos del equipo topográfico y en cada uno de los dos observatorios. Exploradores. Estafetas. Telegrafistas.
»	»	»	»	»	»	4	»	»	»	Telefonistas-telegrafistas, dos para cada una de las estaciones de la batería y del segundo escalón.
»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	Jefe del servicio de exploración y de la línea de armones.
»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	Batidor, ordenanza del Capitán. Explorador estafeta
»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	Ajustador de la batería.
»	»	»	»	»	»	3	»	»	»	Asistentes de los oficiales.
»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	Furriel.
»	»	»	»	»	»	1	»	»	2	Caballo de baste y conductor.
1	1	1	1	2	1	10	2	1	13	

Para ver la compatibilidad de las misiones que se asignan en el cuadro anterior al personal, se expone a continuación la

Constitución y funcionamiento de la Plana Mayor de batería.

317. Los servicios que debe prestar la Plana Mayor de batería son: *topográfico*, de *transmisiones*, de *observación* y de *exploración*.

El jefe de la Plana Mayor será el oficial auxiliar de la batería, quien tendrá a su cargo la instrucción de

todo el personal a sus órdenes y será responsable del funcionamiento de todos los servicios.

El equipo topográfico que utiliza el oficial auxiliar para la toma de datos iniciales, está constituído por: un *suboficial, jefe del equipo,* que estará encargado del manejo del plano, de llenar el estado del mismo en el caso de efectuarse una constelación, o el relleno de un plano director; del trazado de aquélla y del de los croquis que sean necesarios. Un *cabo topógrafo,* para manejar el anteojo, en el caso de que éste no sea manejado por el oficial auxiliar, y para trasladar el mismo a las distintas estaciones que con él se hagan y nivelarlo en cada una de ellas, si es el oficial el que lo utiliza. Dos *artilleros segundos auxiliares topógrafos,* portamiras, ayudantes al efectuar las mediciones directas y encargados de la colocación de jalones, piquetes, etc.; dos *trompetas guardacaballos del equipo.*

El servicio de transmisiones estará constituído por cuatro estaciones: una central telefónica de ocho números para el puesto de mando y tres estaciones terminales para el segundo escalón, un observatorio y la batería, si el puesto de mando coincide con el segundo observatorio, o para éste si aquél está en la batería. Cada estación estará dotada de aparato telefónico con casco receptor; aparato de luces señalador; juego de faroles; juego de banderas de señales y gemelos con soporte ligero para el caso de utilizarse éstas. Estarán servidas por dos artilleros cada una de las de la batería y segundo escalón, los cuales, así como el material a su cargo, se transportarán en los carros. De las estaciones de los observatorios estarán encargados: de la del observatorio con el que coincida el puesto de mando, si éste es alejado, el suboficial jefe del equipo topográfico y un artillero auxiliar del mismo equipo, y de la del otro observatorio, el cabo topógrafo y el otro artillero auxiliar topógrafo; a cada uno de estos dos equipos se agregará un trompeta guardacaballos, que en caso necesario manejará las banderas o los faroles de señales, para lo que dejará sujetos los caballos a la japonesa.

El servicio de observación lo prestarán, asimismo, estos dos equipos, lo que no es incompatible con el manejo de las estaciones telefónicas, puesto que el mismo observador puede, teniendo puesto el casco receptor, comunicar el resultado de su observación una vez efectuada ésta: en el caso de emplearse otro medio de transmisión, se recurrirá a los trompetas guardacaballos en la forma expuesta.

El jefe del servicio de exploración será el sargento

de la línea de armones, el que tomará para efectuarlo todas las plazas montadas de que pueda disponerse en la batería, incluso el batidor guardacaballos del capitán; siendo este servicio el que en primer término se ha de ejecutar, podrá disponerse del equipo topográfico; para el servicio de seguridad en marcha e incluso para el jalonamiento del itinerario de la batería, si el equipo topográfico se ha adelantado ya con el oficial auxiliar, se tomarán los cuatro jefes de pieza y uno de los guardacaballos de aquel equipo, pues durante las operaciones topográficas no precisa más que uno de ellos.

Como normalmente la batería no entrará en posición hasta tanto que las operaciones anteriormente citadas hayan terminado, de establecerse observatorios podrán marchar a ellos los individuos del equipo que se han designado, los que durante su marcha irán tendiendo la línea telefónica que ha de ligarlos con la batería o puesto de mando.

El servicio de seguridad en posición, hasta la llegada de la batería, lo cubrirá el sargento de la línea de armones y dos jefes de pieza, si ha marchado a los observatorios todo el personal del equipo topográfico, y en caso contrario, los individuos de él de que pueda disponerse.

318. *Plana mayor de Grupo de Artillería ligera, a caballo, pesada y de posición.*

PIE DE PAZ

Comandante...	Teniente E. A..	Veterinario....	Herrador	Forjador.....	Guarnicionero.	Suboficial.....	Sargentos.....	Cabos	Trompetas.....	Artilleros 2.os.	Caballos silla..	Caballos tiro..	COMETIDOS	
1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	Jefe del grupo.	
»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	Ayudante, Jefe de la Plana Mayor.	
»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Asimilados.	
»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»		
»	»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	1	»	Jefe del equipo topográfico...	Equipo topográfico.
»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	»	Encargado del anteojo..	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	»	Telemetrista.....	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	2	»	Aux liares topógrafos.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	Guardacaballos del equipo...	
»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	Radiotelegrafista.	Equipo de transmisiones del puesto de mando.
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	Idem	
»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	Telefonista-telegrafista.....	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	Idem id. estafeta.....	
»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	»	Observador, jefe exploración.	Observatorio avanzado.
»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	»	Telefonista-telegrafista....	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	Guardacaballos del equipo.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	»	Explorador estafeta.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	d. id. ordenanza del Comandante.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4	»	8	Carros de mando y grupo.	
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	»	»	Asistentes.	
1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	14	14	8		

NOTAS.—1.ª—Los individuos que no son plazas montadas ocuparán en marcha los puestos siguientes: en el carro de grupo, el forjador, el herrador y el guarnicionero; en el avantrén del carro de mando, los tres asistentes; en el interior del mismo, el sargento y artillero radiotelegrafistas, el cabo telefonista-telegrafista y el cabo telemetrista.

2.ª—El aumento que en esta plantilla figura sobre las anteriores, ha venido impuesto por los nuevos servicios de telemetría y radiotelegrafía.

3.ª—Para el servicio de exploración se tomarán todas las plazas montadas disponibles, pudiendo reforzarse éste con los pelotones exploradores de las baterías.

319. *Plana Mayor de Agrupación de Artillería ligera, a caballo, pesada y de posición.*

PIE DE PAZ

COMETIDOS	Caballos silla	Caballos tiro	Trompetas	Artilleros 2.os	Artilleros 1.os	Cabos	Sargentos	Suboficial	Forjador	Carpintero	Armero	Veterinario	Médico	Teniente E. A.	Capitán E. A.	Tte. Coronel	Coronel
1.er Jefe del regimiento.	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
Jefe de instrucción.	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»
Ayudante del Regimiento y Jefe de la P. M.	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»
Jefe de los servicios de transmisiones y de exploración.	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Asimilados.	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»
	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»
	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Jefe equipo topográfico. (Equipo topográfico.)	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Encargado del anteojo. (Equipo topográfico.)	1	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Telemetrista. (Equipo topográfico.)	»	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Auxiliares topógrafos (Equipo topográfico.)	2	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Guardacaballos del equipo. (Equipo topográfico.)	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Radiotelegrafista. (Equipo de transmisiones del puesto de mando.)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Idem íd. (Equipo de transmisiones del puesto de mando.)	»	»	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Idem íd. (Equipo de transmisiones del puesto de mando.)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Telefonista - telegrafista (Equipo de transmisiones del puesto de mando.)	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Idem íd. (Equipo de transmisiones del puesto de mando.)	»	»	»	»	»	1 a)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Observatorio avanzado y jefe de la exploración (Equipo del observatorio avanzado)	1	»	»	»	»	1 b)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Telefonista telegrafista. (Equipo del observatorio avanzado)	1	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Guardacaballos del equipo. (Equipo del observatorio avanzado)	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Explorador-estafeta.	1	»	»	»	»	1 c)	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Ordenes-estafeta - explorador.	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Batidor del Coronel.	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Ordenanza Teniente Coronel, explorador-estafeta.	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Idem íd. del Capitán Ayudante, íd. íd.	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Carros de mando y n.º 2 de batería.	8	»	»	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	20	8	1	12	1	6	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

a) Maestro de banda.—*b*) Cabo de trompetas.—*c*) Cabo de batidores.

NOTAS.—1.ª—Los individuos que no son plazas montadas, ocuparán en marcha los puestos siguientes:

Reglas generales para la actuación de los equipos topográficos.

320. La manera de operar en la obtención de las determinaciones topográficas no puede sujetarse a reglas precisas y depende de variadas circunstancias que en toda ocasión habrán de tenerse muy presentes, siendo entre ellas de importancia principal la situación táctica, el tiempo disponible, la precisión a alcanzar, la práctica del operador, las condiciones atmosféricas y la información de que se disponga al comenzar los trabajos, muy particularmente la que hace referencia a los planos directores que se posean y, asimismo, a las determinaciones topográficas llevadas a cabo en la zona de asentamientos por el Servicio Topográfico Artillero del Ejército, aun cuando los resultados obtenidos por éste no figuren todavía en los planos directores. Este servicio establecerá las normas generales base del trabajo que ejecutan las Planas Mayores.

Del examen del terreno y de la confianza que merezca el plano que se tiene, matriz del que ha de convertirse en *plano director artillero,* un operador de alguna práctica deducirá inmediatamente el procedimiento topográfico más conveniente para cumplir la misión que se le haya encomendado, teniendo muy presente que cualquier operación que sobre el terreno realice pretendiendo la obtención de determinaciones topográficas, ha de ser comprobada, y en la elección de método conformarse con el procedimiento más sencillo que conduzca al resultado apetecido con una aproximación suficiente al objeto que se desea, no perdiendo de vista que la rapidez en la ejecución de los trabajos topográficos que facilitan a las baterías la preparación de sus tiros, puede tener una importancia capital.

En el carro de batería núm. 2, los tres obreros; en el carro de mando, en el avantrén, el cabo y los dos artilleros radiotelegrafistas; en el interior del mismo, el sargento radiotelegrafista, el sargento y cabo telefonistas y el cabo telemetrista.

2.ª—Para el servicio de exploración se tomarán todas las plazas montadas disponibles, pudiendo reforzar a éste con los pelotones exploradores de los grupos y con los de las baterías.

3.ª—En esta plantilla no se incluyen los asistentes ni el personal de Jefes, Oficiales y tropa correspondiente a las oficinas y destinos que, aunque forman parte de la P. M. regimental, no se utilizan en la de agrupación.

Por regla general, la determinación de los elementos topográficos necesarios para la conveniente preparación de los planos directores pequeños o para el levantamiento del terreno cuando no se posee plano, comienza en el momento en que los jefes artilleros dan principio a su reconocimiento, continuando aún después de la llegada de las piezas a los asentamientos de tiro que han de ocupar.

La realización de las operaciones topográficas necesarias de que se viene hablando, corre a cargo de los oficiales jefes de los equipos topográficos en la brigada, agrupación y grupos, los cuales serán ayudados en sus cometidos por los oficiales auxiliares de las baterías, utilizando unos y otros en sus trabajos la totalidad del personal puesto a sus órdenes normalmente. En las determinaciones topográficas que estos diversos equipos realicen, llegarán hasta donde consienta la aproximación de los aparatos que se utilicen, ya sean éstos de su dotación permanente, o de los que, accidentalmente y por orden del mando superior artillero, puedan proporcionárseles.

Cuantos elementos sean determinados por los oficiales jefes de equipos topográficos, se harán constar en un estado especial llevado al efecto y del cual se da idea al final de este capítulo, y copias del mismo, en el grupo, serán facilitados a las baterías para que éstas, siempre que sea posible, continúen los trabajos emprendidos por la Plana Mayor del grupo, completando las informaciones que aparezcan en dichos estados y puedan ser útiles en el desarrollo ulterior de los fuegos. Si la misión asignada a las baterías es de tal naturaleza que no consiente, antes de la rotura del fuego, completar el estado de que se viene hablando, todas las determinaciones convenientes al tiro se proseguirán desde el momento en que las circunstancias lo consientan, pues cuantos elementos se adquieran no sólo tenderán a mejorar el tiro que ya se está practicando, sino que también serán de gran utilidad, lo mismo cuando hayan de cambiar de misión las baterías empeñadas en combate, que a la llegada de otras nuevas que refuercen la línea de artillería establecida.

El oficial encargado del servicio topográfico en el grupo dará cuenta al jefe del mismo de las determinaciones topográficas que interesen al tiro de sus baterías, viniendo dicho jefe obligado a poner en conocimiento del de la agrupación de la cual depende, cuantas determinaciones han sido realizadas por el oficial de su servicio topográfico, remitiendo al último de los

citados un calco del plano director en el que consten las estaciones de declinación definidas y las referencias de posición levantadas, y expresando numéricamente, en estado conveniente, análogo al mencionado antes, las coordenadas de los puntos que han sido objeto de levantamiento en el grupo, si en el equipo topográfico de éste se ha contado con los elementos necesarios para proceder de un modo satisfactorio a las determinaciones topográficas mencionadas. Igualmente figurarán en el citado estado los rumbos o azimutes de las direcciones referencias. Cuando en el grupo no se posean aparatos que puedan satisfacer a la precisión exigida al fijar puntos cuyas coordenadas deben venir expresadas con la mayor aproximación, serán las unidades artilleras superiores al grupo las encargadas de enviar a la Plana Mayor de éste el estado donde figuren dichas determinaciones precisas logradas por sus equipos topográficos respectivos.

El orden en el cual lleve los trabajos el oficial jefe de un equipo topográfico, dependerá, según se ha indicado, de las circunstancias de tiempo en que se encuentra y, asimismo, de la confianza que merezca el plano director que posee y detalles en el mismo contenidos. Cuando es limitado el tiempo de que dispone el oficial mencionado y cuenta con elementos para ello, comenzará sus trabajos por la determinación de las referencias de posición, a las cuales se han de ligar los asentamientos de las piezas, pero disponiéndose de un plano detallado y preciso, que facilite la determinación directa de dichos asentamientos, habrá de procederse en primer lugar a establecerse las estaciones de declinación, pues estas determinaciones son las que primero necesitarán utilizar las baterías en la preparación del tiro que realicen. El resto de las operaciones topográficas necesarias para preparar el plano director parcial, tendrán en cada caso un orden de desarrollo que será dictado por las circunstancias.

Cuando de levantamientos rápidos se trate, el orden de trabajos a realizar viene indicado en el capítulo XXXVIII.

CAPITULO XXXVI

Generalidades.

321. Los *planos directores artilleros parciales* son aquellos que responden a los fines indicados en el capítulo XXXIV.

Las escalas corrientes de los planos directores son: 1 : 25.000, 1 : 20.000, 1 : 10.000, sin que sea preciso, generalmente, adoptar otras mayores, toda vez que escalonándose en profundidad las organizaciones ofensivas o defensivas de los ejércitos modernos, siempre podrán representarse con toda claridad en los planos levantados en alguna de las escalas citadas, y aun así, respecto de la escala 1 : 10.000, debe decirse que tan sólo es aplicable a los levantamientos que se hagan de frentes estabilizados, limitándose en profundidad los planos hechos con la misma, a la región para la cual los obtenidos con cualquiera de las otras dos escalas mencionadas sean insuficientes para representar con claridad las organizaciones militares que interesen.

En el establecimiento de los planos directores se tendrá en cuenta que, sea cualquiera el sistema de proyección adoptado en los trabajos de levantamiento, las longitudes resultan deformadas y que con las proyecciones *conformes,* el ángulo de dos líneas puede considerarse que pasa al dibujo que al terreno representa, en su verdadera magnitud. Teniendo esto presente, al establecer un plano director habrán de aceptarse los inconvenientes que presente el sistema de proyección que se elija, y según el objeto principal a que el plano se destine, será preciso sacrificar la aproximación en los ángulos o en las distancias.

322. Sea uno u otro el sistema de proyección utilizado para la confección del plano, si no se han dado los datos base del cuadriculado general en la *proyección cónica secante,* puede ser necesario hacer la adopción de varios orígenes en la zona de levantamiento, con objeto de obtener un resultado de conjunto *prácticamente conforme,* lo que supone el establecimiento de varios planos directores con los inconvenientes que trae consigo el ponerlos de acuerdo en las zonas limítrofes.

Con los sistemas de proyección empleados en las cartas españolas, pueden considerarse prácticamente per-

pendiculares entre sí los meridianos y los paralelos medios y, por tanto, utilizables sus direcciones para trazar el cuadriculado del plano director particular de cada hoja. No resultando imposible la reunión de algunas de estas hojas sin cometer errores inadmisibles, pueden llegar a formarse cartas de extensión suficiente para comprender la de una zona de operaciones, y formar el plano director particular necesario para dirigir la maniobra de los fuegos de toda la Artillería de un supuesto táctico regional.

Eligiendo la dirección del meridiano medio como origen, y de modo que no haya coordenadas de signo contrario dentro de cada plano director particular, se hará el cuadriculado del mismo tomando como base aquella dirección origen. La convergencia de meridianos es tan pequeña que, prácticamente, no se nota, a menos de llegar a grandes diferencias de longitud, se puede considerar que los paralelos son líneas rectas, resultando que, por esta razón, las líneas que determinan el cuadriculado de cada plano director de la extensión necesaria para un plan de fuegos serán prácticamente paralelas a los meridianos y paralelos, aunque éstos, teóricamente, al cortarse entre sí, formen trapecios.

Preparación de los planos directores artilleros.

323. La importancia, cada día mayor, concedida al plano para la preparación y ejecución de los tiros de la Artillería, trae consigo la necesidad de una gran práctica en todo cuanto se relaciona con el servicio topográfico en general, y muy particularmente en la relativa a la confrontación y relleno de los planos de levantamiento regular de que pueda disponerse para convertirlos en planos directores artilleros particulares. Estos planos directores servirán en todo momento a las Planas Mayores de brigada, agrupación y grupo, para indicar el pormenor de las situaciones tácticas de las tropas y servicios artilleros, las posiciones de puestos de mando y observatorios, los asentamientos de baterías, segundos escalones, columnas de municiones y repuestos o depósitos de las mismas, las zonas de acción o vigilancia asignadas a las unidades artilleras, los caminos de más indicado aprovechamiento y los objetivos que ofrezcan, desde luego, interés particular.

324. Como matriz para la preparación de los planos directores artilleros se utilizarán, ampliadas a 1 : 25.000 ó 1 : 20.000, las hojas del Mapa Militar en escala 1 : 100.000, con curvas de nivel equidistantes 50 metros,

y las del Mapa Topográfico Nacional en escala 1 : 50.000 con equidistancias de 20 metros, a los cuales, por los trabajos de relleno y cuadriculado que haga el Servicio Topográfico Artillero del Ejército, establecido al efecto, es preciso llevar un número suficiente de puntos cuya altitud esté garantizada, consintiendo la interpolación de curvas a cinco metros, pues, de lo contrario, tales planos, por la escasa idea que presentan de la morfología del terreno, no podrán satisfacer todas las necesidades artilleras del campo de batalla. De no existir los mapas indicados, se podrán aprovechar los que se encuentren procedentes de levantamientos parciales del Estado Mayor, de la Brigada Topográfica de Ingenieros, de los Servicios de Obras públicas, del Catastro o de otras entidades oficiales y hasta particulares, en los cuales habrá de procederse al relleno altimétrico en la forma antes indicada. El Instituto Geográfico y Catastral, tiene archivados los trabajos del Mapa Topográfico en escala 1 : 25.000, y a base de ellos se puede empezar a trabajar para obtener el Plano Director.

Para que los planos directores artilleros se presten a la designación fácil y rápida de frentes, puntos y objetivos, en la circulación de órdenes, será necesario preparar las hojas precisas, cuadriculándose como se expresa a continuación, y realizando sobre ellas, mediante trabajos topográficos, la necesaria labor de relleno, en cuya ejecución se seguirán las normas expuestas en el capítulo XXXIII de este Anexo.

325. En los planos directores artilleros, el origen general de coordenadas será el mismo que presente el plano con ayuda del cual el mando dicte sus órdenes y envíe sus directivas, y el cuadriculado y numeración de aquéllos concordará igualmente con el que exprese el plano del cual el mando se auxilie en sus altas funciones, aun cuando, en la inmensa mayoría de los casos, el plano del mando estará confeccionado en una escala muy inferior a las convenientes a los planos directores artilleros.

El mando utilizará generalmente el plano director general, publicado y cuadriculado por el Depósito de la Guerra, con cuadrícula única, cualquiera que sea la escala de las hojas, siguiendo el sistema de proyección cónica secante, que proporciona máxima precisión en los paralelos de secancia, y una deformación despreciable para la Península, en las zonas extremas Norte y Sur de la misma, así como en la faja entre los citados paralelos.

En este caso, la Artillería utilizará ese mismo plano,

ampliado a escala conveniente, pero conservando el mismo cuadriculado con un único origen para la Península, y utilizando las *coordenadas generales* referidas a ese origen, en lugar de numerar las cuadrículas como se hace en los planos directores particulares, cuando no se puede disponer de *plano director general*.

326. El cuadriculado de los planos directores artilleros particulares se hará sobre la base de un sistema de dos series de rectas perpendiculares entre sí y paralelas respectivamente, las de cada serie, a las líneas que marcan las direcciones Norte-Sur y Este-Oeste en el centro de cada hoja de planos. La separación entre dichas rectas representará una longitud de un kilómetro reducida a la escala del plano.

Las cuadrículas, teniendo presente lo anteriormente indicado, se numerarán dentro de cada plano sucesivamente de Oeste a Este y de Sur a Norte y, dentro de cada cuadrícula, el origen de coordenadas lo constituirá el vértice inferior izquierdo de la misma. En su consecuencia, la designación de un punto cualquiera comprenderá tres números: el primero, indicará la cuadrícula en que se encuentre; el segundo, la abscisa, y el tercero, la ordenada; estas últimas expresadas en metros, con aproximación de 25 metros. A fin de evitar errores en la transmisión, tanto el número de la cuadrícula como los de la abscisa y la ordenada, deberán constar de tres cifras, supliéndose con ceros las significativas que no entren en su composición.

Esta preparación de los planos es labor que corresponde a la Plana Mayor del mando superior artillero, a la que prestará auxilio y proporcionará datos base, tanto para cuadricular como para apoyar sus trabajos el Servicio Topográfico Artillero encargado de los trabajos de conjunto para el cánevas de tiro, y de los trabajos de cierta precisión, siguiendo las reglas de la Geodesia y de la Topografía de precisión, y empleando siempre el cálculo.

Hecho el cuadriculado del plano, se pasará a fijar en el mismo la situación de las organizaciones contrarias cuando sean conocidas, y la de las fuerzas propias, con arreglo al supuesto táctico, como igualmente las propias organizaciones, si ello se considerase oportuno, y así preparado el plano director, ampliando o no su escala, según se estime conveniente, se sacarán del mismo las reproducciones necesarias para las Planas Mayores de las brigadas, agrupaciones y grupos.

327. El plano director general o particular nunca

debe considerarse completo, pues constantemente será preciso llevar al mismo los datos topográficos, consecuencia de los resultados del *servicio de información* en general y del que particularmente lleve a cabo la Artillería.

En el interior de la zona de asentamientos de la Artillería y, en general, en el terreno que las fuerzas propias poseen, será factible de ordinario, proceder a fijar los puntos del mismo que interesen a la Artillería, siguiendo los procedimientos de la topografía regular expuestos en el capítulo XXXIII al tratar del relleno de planos. De este modo, se tendrá la máxima garantía por lo que respecta a la precisión en las determinaciones topográficas que se realicen; pero los puntos de la zona enemiga que desde luego no figuren en los planos directores y sea preciso fijar en los mismos, habrán de obtenerse, generalmente, cuando aquéllos son visibles, por intersecciones desde los extremos de bases convenientemente elegidas y, para su determinación, poner gran cuidado en las correcciones precisas por esfericidad y refracción, que para muchos de aquellos puntos serán necesarias, dado su alejamiento de las bases elegidas. En este trabajo de llevar a los planos los puntos más interesantes de las organizaciones contrarias, habrá de atenderse a todos los informes que lleguen al mando superior artillero y, muy particularmente, a las fotografías obtenidas por el servicio de Aeronáutica, las cuales han de ser examinadas pacientemente, estudiadas e interpretadas por oficiales escogidos que, con conocimientos suficientes de fotogrametría, puedan, desde luego, llevar a los planos las situaciones de los puntos contenidos en las vistas fotográficas.

La base fundamental para todos los trabajos topográficos artilleros, será el conocimiento de las coordenadas numéricas de todos los vértices de la triangulación, referidas precisamente al cuadriculado general efectuado por el Depósito de la Guerra, en la forma que se ha dicho. El día que esté publicado el plano director general citado, no se empleará ya otro sistema de cuadriculado, ni otras coordenadas para referir un punto u objetivo cualquiera, que las generales referidas al único origen. Al hablar de la cartografía española, se detalla el sistema adoptado para el plano director general en España.

Estaciones de declinación, referencias de posición, direcciones referencias.

328. Dada la importancia que para la preparación y la maniobra de los fuegos tienen las estaciones de declinación y las referencias de posición, y aun no siendo unas y otras más que puntos del terreno que han de levantarse con el mayor grado de precisión posible, se dan a continuación algunas ideas referentes a sus determinaciones, así como sobre el establecimiento de direcciones referencias, operación exclusivamente artillera y llevada a la práctica por los equipos topográficos de las Planas Mayores de las diversas unidades del Arma.

Estaciones de declinación.

329. Permite el establecimiento de las estaciones de declinación orientar y declinar los aparatos topográficos de las baterías en puntos próximos a los asentamientos de fuego que han de ocupar las piezas.

Para conseguirlo, en cada estación de declinación se definen varias alineaciones que, arrancando de la misma, pasan por puntos lejanos y muy caracterizados del terreno, constituídos por accidentes topográficos naturales o artificiales inconfundibles, tales como veletas, chimeneas, picos de montañas, árboles aislados, etcétera, pero con objeto de que no haya equivocación posible en la ulterior utilización de las mismas, en cada una de las direcciones determinadas se clavará un piquete con tablilla que exprese la denominación y el rumbo de la alineación correspondiente. De este modo, cuando se coloque el aparato en estación que quiere utilizarse, no habrá duda sobre la determinación del punto lejano que está definiendo. Tales tablillas deben estar construídas de modo que pueda colocarse en las mismas una sencilla linterna o farol, cuya luz, durante la noche, o en caso de niebla o lluvia que impida ver los objetos lejanos, determinará la alineación correspondiente. Los rumbos de estas direcciones determinadas por las tablillas, se hallarán empleando un procedimiento astronómico.

La estación de declinación se materializará en el terreno por medio de un piquete sólidamente clavado al suelo, y de poca altura para que consienta el establecimiento en estación de los aparatos que se utilicen en las determinaciones topográficas. Para que la

estación de declinación pueda encontrarse fácilmente por un operador que tenga precisión de utilizarla, a su inmediación se fijará un piquete con tablilla que indique el número de la estación, las coordenadas de su situación con respecto al plano director y la altitud de la misma.

En la determinación de las estaciones de declinación ha de procurarse que éstas resulten alejadas de toda masa metálica que puede ejercer influencia sobre las agujas imanadas de las brújulas, y, asimismo, siempre que sea posible, tales estaciones se situarán a lo largo de líneas que en el terreno resulten perfectamente definidas, cuales son las carreteras y los canales, porque de este modo es más fácil designarlas a quien tiene necesidad de su utilización y desde luego pueden estar bien vigiladas para asegurar la permanencia de las señales. Sin embargo de esto, se procurará no establecer las estaciones de declinación a lo largo de caminos en los cuales sea intensa la circulación. Las Planas Mayores de grupo y agrupación sólo podrán establecer estaciones de declinación cuando se las dote de aparatos convenientes para realizar las operaciones topográficas que el establecimiento de aquéllas requiere y, en general, sobre todo, tratándose de frentes estabilizados, corresponden a los equipos topográficos de las brigadas establecer con anticipación ciertas estaciones de declinación convenientes a toda la zona en que debe operar la Artillería que integra la brigada. En tal caso, el oficial jefe del equipo topográfico del grupo se limitará a dar a las baterías las indicaciones precisas sobre la situación de las estaciones de declinación cuya utilización estime conveniente.

Muchas veces, con anterioridad a las determinaciones topográficas que hagan las brigadas, el Servicio Topográfico Artillero del Ejército habrá establecido un cierto número de estaciones de declinación en el interior de la zona donde haya de tener lugar el despliegue de la Artillería correspondiente a una gran unidad.

Referencias de posición.

330. Constituyen las referencias de posición una serie de puntos marcados en el terreno a la proximidad de las baterías y de los cuales se conocen las coordenadas planimétricas y altitudes respectivas. Establecidos estos puntos, de su situación conocida se podrán

deducir las coordenadas y altitudes de los asentamientos de las diversas piezas de las baterías por sencillas operaciones topográficas a que conducen cualquiera de los métodos conocidos, muy particularmente las de intersección o itinerario de muy reducido número de tramos, operaciones llevadas a cabo con un anteojo goniómetro o un goniómetro brújula.

Serán muy convenientes como puntos de referencias de posición, aquéllos que hayan sido levantados por las Planas Mayores de las Brigadas de Artillería, cuando la densidad de los mismos es suficiente para que no resulten muy alejados de los asentamientos de las baterías, pues de lo contrario, habría un gasto de tiempo excesivo para relacionarlos con los que han de ocupar las piezas, disminuyendo la precisión por la acumulación de los errores inherentes a largos recorridos siguiendo el método de itinerario.

Las operaciones topográficas que se realicen para el establecimiento de las referencias de posición, pueden ser comprobadas repitiendo las mediciones en sentido inverso cuando se trate del método de itinerario, o bien determinando la situación y coordenadas de los puntos a ocupar por las piezas desde distintas referencias de posición, si del método de intersecciones se trata. Cuando se posee un plano director, por medio de las indicaciones en el mismo contenidas se verifican las comprobaciones necesarias.

Si su situación con respecto a las piezas es conveniente, podrán utilizarse, desde luego, como referencias de posición, los puntos levantados por el Servicio Topográfico Artillero del Ejército.

Dirección referencia.

Condiciones que ha de satisfacer; su elección, materialización y determinación.

331. La dirección referencia permite a los capitanes de batería dar dirección a las suyas una vez que por el mando les haya sido designado el objetivo, sin necesitar para ello referencia que sirva de puntería y consiente la puntería de las piezas, aun en la noche o con niebla, si aquella dirección referencia está materializada en la proximidad de la batería.

Operaciones que comprende el establecimiento de una dirección referencia.

1.ª Elección y materialización en el terreno de la alineación que ha de servir como dirección referencia.
2.ª Determinación del rumbo de la dirección referencia ya materializada.

Elección y materialización en el terreno de la dirección referencia.

Aun cuando la alineación materializada que ha de servir de dirección referencia puede ser cualquiera, para facilitar su utilización debe elegirse de manera que desde uno o varios de sus puntos se vean la o las piezas cuya dirección se pretende conseguir. Su situación más conveniente será sensiblemente paralela al frente de fuego y a una distancia del mismo que permita inteligencia directa a la voz entre sus puntos y los asentamientos de las piezas.

Para materializar en el terreno la dirección referencia se coloca en estación un aparato topográfico provisto de alidada (anteojo goniómetro, goniómetro brújula, teodolito, etc.), en un punto próximo a las piezas y que proporcione vistas relativamente extensas sobre el campo, eligiéndose, entre las señales más lejanas que se descubran, una que, estando bien determinada, sirva de referencia para definir una alineación conveniente. Estas referencias naturales de que se habla no dejarán de encontrarse y pueden estar determinadas por árboles aislados o de forma especial, chimeneas, agujas de torre, punto de intersección de los contornos aparentes de los movimientos de tierra o de lindes de cultivos, pico de una montaña, etc. Elegido este punto de referencia natural o colocando convenientemente una banderola en el terreno, en los limitadísimos casos en que aquél no exista, el oficial encargado de establecer la dirección referencia, desde el punto donde haya hecho estación con el aparato empleado, hará entrar en la línea recta que determina con el punto referencia, una serie de piquetes que materialicen la alineación deseada. El modo de operar es el indicado en el capítulo XX, y los piquetes han de ser colocados en los puntos del terreno que el oficial encargado de la operación estime más conveniente, teniendo en cuenta los asentamientos de las baterías que luego hayan de utilizar la dirección referencia en la preparación de sus tiros.

Cuando la dirección referencia a establecer haya de tener cierta permanencia, se colocarán en algunos puntos de la misma, miras como la indicada en la figura 208, pintadas de blanco y rojo y con una línea de fe, negra, en el centro. Estas miras se clavarán sólidamente en el terreno y hasta se fijarán con hormigón en cajeras que, al efecto, se abran en el suelo. En la tablilla se marcará el número de orden de la dirección de referencia, la fecha de su establecimiento, el rumbo de la misma y la unidad artillera que la ha establecido.

Ocurrirá algunas veces que la dirección referencia esté ya materializada en el terreno por algún accidente topográfico. Tal sucede cuando haya un trozo recto de carretera o vía férrea a la proximidad de las baterías y de orientación conveniente para ser utilizada al objeto propuesto. En este caso, habrá que expresar con alguna tablilla, clavada en lugar conveniente, el rumbo astronómico de la dirección, e indicar especialmente la que se utiliza como tal, el eje de la carretera, la línea de separación entre la calzada y alguno de los andenes, cuando éstos existan, etc., etc.

Determinación de la dirección referencia materializada.

Luego de materializar en el terreno la dirección referencia, es preciso determinarla, es decir, averiguar el valor numérico del rumbo que define, lo cual se hará de distinto modo, según las circunstancias en que se halle el operador y, cualquiera que sea el caso que se presente, en la obtención del rumbo deseado se procederá conforme quedó expuesto en el capítulo XXIV.

DETERMINACIONES TOPOGRAFICAS

ESTACIONES DE DECLINACION				ALINEACIONES QUE PARTEN DE LAS ESTACIONES				REFERENCIAS DE POSICION			DIRECCIONES DE REFERENCIA		
Núm. de las mismas...	Coordenadas según el plano director particular.	Altitud. — *Metros.*	Valor de la declinación. *Grados.*	*Milésimas.*	Denominación.....	Dirección.....	Rumbos *Grados.*	*Milésimas.*	Números.....	Coordenadas en el plano director particular.	Altitud — *Metros.*	Número.....	Rumbos *Grados.*	*Milésimas.*
1	037-125-300	623,7	12° 7′	215,4	*a*	1 *a*	9° 51′	175	1001	041-250-700	617,8	1	217° 7′	4820
					b	1 *b*	192° 33′	3426						
2	121-075-150	636,2	12° 5′	214,8	*c*	1 *c*	229° 23′	4078	1002	041-325-400	619,0	2	97° 25′	1732

CAPITULO XXXVII

Utilización de los planos directores.

ESTUDIO DEL TERRENO

332. En el despliegue de una masa de Artillería serán las consideraciones tácticas las que en primer término deben ser atendidas al hacer un estudio del terreno, por lo cual, las determinaciones topográficas que hayan de llevar a cabo los equipos artilleros, lo mismo al considerar la zona enemiga, que la intermedia o la propia, se reducirán a resolver con ayuda del plano los sencillos problemas topográficos, cuya relación queda expuesta en el artículo 312.

El estudio que así se haga será completado con las fotografías panorámicas, con los croquis perspectivas o rápidos que se levanten de la zona que interesa, y de la cual, siempre será preciso determinar un cierto número de puntos que convenga fijar en el plano, planimétrica y altimétricamente, operaciones en las que habrán de seguirse algunos de los métodos topográficos indicados en la tercera parte de este Anexo, y cuya acertada elección será resultado de la situación en que se opere, de la clase de aparatos de que se disponga y de los lugares de estación para los mismos.

Desde el punto de vista puramente topográfico, se resuelven a continuación algunos problemas de índole análoga a los que han de practicar los oficiales encargados de utilizar los planos directores, sin que en este capítulo se resuelvan todos los enumerados en el XXXIV, porque algunos de ellos, íntimamente relacionados con la preparación de los fuegos, encuentran lugar de exposición más adecuada en el «Reglamento para la instrucción del tiro de la Artillería».

Designación de objetivos, referencias y zonas.

1.º En los planos directores particulares

333. Si el objetivo o referencia a designar no está en el plano, se le sitúa previamente en el mismo. Una vez en éste, se da la cuadrícula en que está contenido dicho objetivo, y sus coordenadas rectangulares con relación al vértice inferior izquierdo de aquélla, cuyo punto se toma por origen. Tratándose de una zona, se dan los mismos datos para cada uno de los puntos que sirvan para definirla, lo mismo en el sentido de su frente que en el de su profundidad.

Los datos de situación de cada punto se expresan en el siguiente orden: Cuadrícula-abscisa-ordenada, teniendo presente, según quedó ya indicado, la conveniencia de designar cada uno de ellos por números de tres cifras, al objeto de evitar confusiones. Esto último se logra anteponiendo ceros a la izquierda de los números que sólo tengan una o dos cifras.

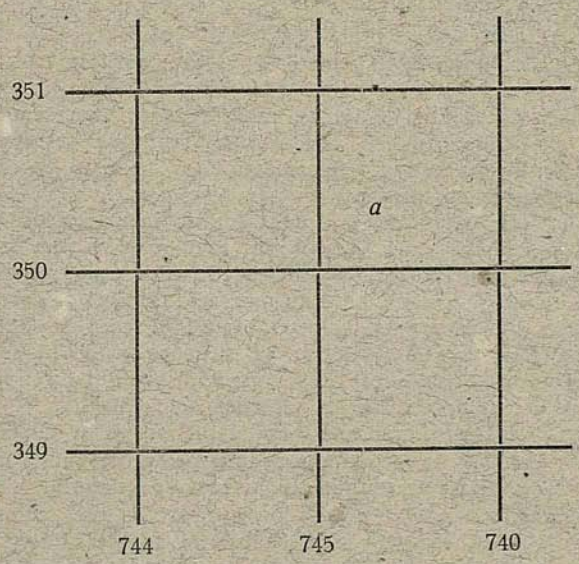
Ejemplo:

Si el objetivo o referencia está en la cuadrícula 24, de un plano director, su abscisa es 450 y su ordenada, 800; los datos de situación se expresan así: 024-450-800. Con estas indicaciones se fija el punto sobre el plano, utilizando el transportador y, en su defecto, una regla graduada.

2.º En el plano director general

En el caso de disponerse de plano director general, cada punto se designa únicamente por las coordenadas referidas al origen único, ya que las cuadrículas no van entonces numeradas. Cada coordenada en este caso, viene dada por un grupo de seis cifras, de las que las tres últimas corresponden a las coordenadas dentro de la cuadrícula, es decir, representan metros con relación al vértice inferior izquierdo de la misma; y las tres primeras cifras, anteponiendo ceros si es preciso, representan los kilómetros con relación al origen, o sea, en definitiva, el número de la línea que forma el lado inferior o el izquierdo, de la cuadrícula correspondiente, según se trate de la ordenada o de la abscisa. Ejemplo, un punto *a* cuyas coordenadas son 745.125 — 350.125 está situado en la cuadrícula formada sobre la horizontal 350 y a la derecha de la vertical 745, cuyos núme-

ros representan en kilómetros las coordenadas de su vértice inferior izquierdo con relación al origen del plano. Dentro de ese cuadriculado, la ordenada es 125 metros y la abscisa es 125.



Una vez encontrada la cuadrícula, la utilización del transportador, es la misma del caso anterior.

En este método, es más fácil calcular ángulos, rumbos, distancias, etc., que con el sistema de numerado de cuadrículas, utilizables únicamente para planos directores pequeños y no relacionados con el *plano director general,* es decir, con el fin de al solo examen de las coordenadas, saber si se trata de *plano director particular y parcial,* o de una hoja del *plano director general.*

Designación de sectores del campo enemigo.

334. Es un caso de aplicación de la designación de objetivos, practicándose lo dicho al tratar de una zona.

Ejemplo :

Sector enemigo entre camino de Valdelobos y Arroyo de la Veguilla, determinado por los puntos : primero, 038-000-650 ; segundo, 037-650-150 ; tercero, 028-950-200 ; cuarto, 027-800-100.

El desarrollo de este problema y los siguientes puede seguirse en el trozo de plano director que figura al final.

Análogamente, se hace en el caso de plano director general, designando los puntos por dos coordenadas solamente.

Fijar posiciones y zonas propias.

335. Es condición imprescindible tener representados en el plano que se utiliza tres puntos del terreno, fáciles de encontrar e inconfundibles, a más de la zona o posición que haya de ser designada.

Con los datos de los tres puntos mencionados y los necesarios para definir la zona o posición, el oficial encargado de ocuparla puede fijar todos aquéllos en el plano de que disponga. Este oficial se traslada a un punto del terreno, desde el cual se descubran los otros tres citados, ya situados en su plano, y apoyándose en ellos fija la posición del que ocupa por uno cualquiera de los métodos conocidos.

Una vez en el plano el punto que ocupa el oficial y el que ha de ocupar inmediatamente después, la dirección de la recta que los une queda determinada midiendo con el transportador el ángulo que forma con la línea N — S, obteniéndose la longitud de la misma por el empleo de la escala graduada, marcada en el mismo transportador.

Ejemplo:

Puntos conocidos	Casa de la Reina 015-250-625	Posición a ocupar 024-450-800
	Casa Trofa. ... 042-900-200	
	Casa del Pasiego 036-325-950	

Punto del terreno que se ocupa, A, 035-600-800.

Este punto se ha fijado en el plano por el método de Pothenot.

Angulos	Casa Trofa-Punto A-Casa del Pasiego—2825 mils.
	Casa de la Reina-Punto A-Casa Trofa — 1585 »
	Casa del Pasiego-Punto A-Casa de la Reina..... .... — 1900 »

En un trozo de papel transparente se hace la construcción indicada en el capítulo XXVIII, picándose en el plano cuando se haya conseguido que las direcciones trazadas pasen por los puntos que se han tomado como referencias. De este modo se tendrá en el plano la situación del punto que en el terreno se ocupa.

En este caso, el ángulo que forma la recta que une el punto ocupado con el punto a ocupar y la línea N — S vale 4.070 milésimas, siendo 1.500 metros la distancia entre los dos puntos mencionados.

Por el cálculo, fácilmente se determinan los azimutes de las rectas definidas por las coordenadas de dos de sus puntos, y por diferencia los ángulos que forman entre sí, con precisión superior a la obtenida por la medición gráfica.

Estudio de las condiciones del terreno.

336. Este estudio requiere el conocimiento de los signos convencionales.

Conocidos éstos se deduce la naturaleza, vegetación, cultivo, vías de comunicación, ríos, etc. Completando este estudio con perfiles, será posible elegir asentamientos para baterías, observatorios, puestos de mando, de municionamiento, etc., en condiciones ventajosas para llenar sus peculiares misiones, pudiendo al mismo tiempo formarse idea de los efectos que los proyectiles enemigos puedan causar sobre las posiciones propias, y la mayor o menor dificultad de ser éstas observadas por el contrario.

Ejemplo:

Se trata de estudiar el terreno comprendido en las cuadrículas 034-035-024-025.

De los signos del plano: *L*, representa terreno de labor; *V*, viñas, y *M a*, monte alto.

En las cuadrículas, 034 y 024, se ven la carretera del Pardo y el río Manzanares en su parte Oeste; cruza el terreno de la 034 el camino de la Quinta, no observándose otras vías de comunicación que las dos dichas. En cuanto a la forma del terreno, el plano manifiesta que en las inmediaciones del río existe la curva de cota 600, y que marchando en sentido del Este van en aumento las altitudes hasta alcanzar la de 660, de donde se deduce que a la inmediación del río pueden elegirse asentamientos desenfilados que consienten batir objetivos situados hacia el Este y asimismo que las entradas en posición serán fáciles y a cubierto cuando se viene del N. o del S., siguiendo la carretera.

En las cuadrículas 035 y 025 existen signos convencionales indicadores que en el terreno comprendido en la primera de ellas hay algunas viñas y monte alto, y que el terreno de la segunda, cruzado del SO. al NE. por el arroyo del Fresno, es, en parte, de labor y viñas

Las curvas de nivel expresan que en la cuadrícula 035 el terreno se eleva suavemente hacia el NE., descendiendo más rápidamente al E. y O. En la cuadrícula 025 el terreno se eleva suavemente al NE. y desciende al E. con más rapidez.

En los puntos de mayor cota de la cuadrícula 035, pueden elegirse observatorios para batir objetivos situados al E. y O., etc.

Estudio del terreno enemigo.

337. Análogamente a lo expuesto en el estudio de las condiciones del terreno propio, se hace el del ocupado por el enemigo, siendo conveniente completarle con perfiles en las direcciones de las probables líneas de tiro que hayan de utilizarse. Esto último facilita la observación de los impactos.

Ejemplo:

Estudio del terreno comprendido en las cuadrículas 038-028.

En la cuadrícula 038 se ven el camino de Valdelobos y el camino del Río del Cura; éstos y el situado en la cuadrícula 028 facilitan las comunicaciones hacia el Este.

En cuanto al terreno, que en su mayor parte es de labor y viñas, se ve tiene bastante altitud con relación al circundante, lo cual facilitará la elección de buenos observatorios.

En el límite de estas cuadrículas y en dirección Este, se encuentra el Canal de Isabel II que intercepta las líneas de comunicaciones antes citadas, y es un obstáculo natural en la defensa que un enemigo situado del lado de las cuadrículas 030 y 029 haga del terreno que posee. El arroyo de la Veguilla, que corre de E. a O. en la cuadrícula 028, es casi límite del campo enemigo hacia el Sur.

Suponiendo una batería en el punto 024-450-800 cuya cota es 615 metros, tirando sobre otra enemiga situada en el punto 028-950-950, y eligiéndose como observatorio el punto *A* de coordenadas 035-600-800 y de cota 683 metros, los perfiles de las figuras 209 y 210 ponen de manifiesto que en este caso habría de practicarse un tiro tras cresta para alcanzar el objetivo.

Elección de observatorios.

338. Los observatorios han de ver el objetivo. Esto se comprueba sobre el plano trazando la recta que une

el punto observatorio con el objetivo y construyendo la escala de pendiente de la misma. Tomando varios puntos, de los de mayor cota del plano, pertenecientes a las curvas de nivel cortadas por la recta antes mencionada, las altitudes de aquéllos han de ser siempre inferiores a las que acusen en la escala de pendientes los correspondientes de la cresta que une el observatorio con el objetivo. De no suceder así, las visuales al objetivo indicado son interceptadas por el terreno, y el observatorio no sirve.

Ejemplo: Determinar si desde el punto *A* (fig. 211) de coordenadas 035-600-800, es visible la casa de la Reina, de coordenadas 015-250-625.

Distancia que hay en el plano entre ambos puntos = 87 milímetros.

Cota del punto *A*: 683 metros.....} diferencia de
Cota de la casa de la Reina: 607 metros} cotas = 76

Divisiones de la reducida al horizonte = 10 iguales.

Cantidad en que hay que incrementar las cotas en cada uno de los puntos de división $\frac{76}{10} = 7{,}6$.

Como la curva de nivel de altitud 660 (fig. 211) da un punto que, situado a 43 milímetros de la casa de la Reina, tiene cota superior al correspondiente de la escala de pendientes, se deduce que desde el punto *A* no es visible la casa de la Reina.

Elección de caminos de acceso.

339. Como éstos han de ser visibles y permitir la subida del material, la clase de carruajes que constituyen la dotación indicará el grado de pendiente máxima que pueda admitirse en el trazado del camino.

Observando las curvas de nivel, puede, desde luego, marcarse en el plano el itinerario más corto, compatible con la pendiente máxima de que antes se ha hecho mención.

Como, en general, no será uniforme la pendiente del terreno entre el punto que se ocupe y la posición que ha de ser alcanzada, y en la dirección que ambos definen habrá trozos que excedan al límite de pendientes posible con el material de que se trate, los caminos a seguir serán, casi siempre, quebrados y cada uno de sus trozos o tramos objeto de una determinación especial. Entre dos curvas de nivel consecutivas, la pendiente de una recta que en el plano se dibuje tendrá

por expresión $\text{tg } \varepsilon = \frac{dc}{d}$, siendo dc la diferencia de cotas que acusan las curvas de nivel, y d la longitud de la recta trazada entre las mismas. Si esa pendiente así determinada no excede al límite compatible con la clase de material de que se trata, el tramo determinado es aprovechable en el itinerario que pretende definirse; pero en caso contrario será preciso un nuevo tanteo hasta que la pendiente tenga un valor infetior al límite superior tolerable.

Un procedimiento rápido para determinar caminos de acceso, en el caso de tratarse de planos de mucha escala y bastante separación entre las curvas de nivel, se encuentra en el empleo de los diapasones de pendientes.

Cuando el camino ha de estar desenfilado de un punto situado en el plano, es preciso determinar las partes vistas y ocultas desde aquél, eligiendo el camino entre las últimas.

Ejemplo: Se quiere determinar un camino de acceso para una columna de camiones, cuya pendiente no exceda de 6°; suponiendo que el punto de partida es el K. 3 de la carretera de El Pardo, el cual tiene por coordenadas 024-300-900, y el de llegada el A de coordenadas 035-600-800.

Es preciso buscar el camino más corto entre ambos, utilizando el diapasón de pendientes, para que no resulte nunca una superior a 6°.

Escala del plano 1 : 25.000. Separación de curvas=20 metros; cotang 1° = 57,29.

AB = proyección de tramo entre curvas para 1° de pendiente $= 20 \times \frac{1}{25000} \times 57{,}29 = \frac{1}{1250} \times 57{,}29 =$ = 0,0458 metros.

Diapasón (fig. 212).

El camino es el trazado en el plano, habiendo tenido que efectuar un cambio de dirección por ser mayor de 6° la pendiente comprendida entre las curvas 640 y 660.

Determinada la dirección del primer tramo se hallará la de los sucesivos en función de los ángulos que entre sí forman.

Conseguido el itinerario conveniente, un calco del

mismo deberá entregarse al oficial encargado de conducir el convoy de camiones, para que pueda fijarlo en el plano que utilice.

Determinación de las zonas vistas y ocultas.

340. Para determinar desde un punto representado en el plano, las partes vistas y ocultas del terreno, se trazan a partir de aquél, una serie de rectas que sigan la dirección de las probables líneas de tiro. En papel aparte, se levantan los perfiles del terreno que corresponden a los planos verticales que contienen a estas rectas y en cada uno de ellos, y desde el puesto de observación se trazan las tangentes a las crestas, prolongándolas hasta su encuentro con el terreno representado en el perfil. Las partes de terreno comprendido entre cada cresta y el punto de encuentro con el terreno de la tangente respectiva son ocultas a la observación, resultando vistas las restantes.

Llevados del perfil al plano los puntos de contacto de las tangentes y los de su encuentro con el terreno, pueden trazarse en éste las curvas que limitan las partes vistas y ocultas, rayando estas últimas para distinguirlas.

Para llevar los puntos mencionados sobre el plano, basta determinar los valores de las reducidas al horizonte de las rectas que los unen al punto de observación y las cotas de los mismos, cuyos datos se obtienen midiéndolos sobre el perfil en las verticales y horizontales que presente.

Ejemplo: Suponiendo que en el punto del plano, de coordenadas 039-150-375, «Casa del Canal», hubiera situada una torreta de 20 metros de altura, determinar las partes vistas y ocultas desde la misma, en la zona que limitan las rectas que van desde el citado punto a la «Casa de Somonte», 034-200-450 y al kilómetro 2, 014-425-950.

Trazando los perfiles del terreno, según los planos verticales de las citadas rectas y uno intermedio, correspondiente al plano vertical que contiene el punto dado y el kilómetro 3, 024-300-900, y en éstos, las tangentes a las crestas, se observa (fig. 213); que en el 1.º, el terreno es oculto a partir de la cota 680; en el 2.º, es oculto en la parte comprendida entre las cotas 660-640 y desde la 660 al fin; y en el 3.º, desde 710 a 624 y desde 625 al fin. Llevando estos puntos sobre el plano y rayando las partes ocultas, estará resuelto el problema.

Designación de puestos de mando y municionamiento.

341. Los puestos de mando elegidos han de hacer segura y rápida la dirección de los fuegos, así como la constancia del enlace con el mando superior. Para conseguir estos extremos es condición precisa tener amplias vistas sobre la zona de acción asignada a la unidad a que corresponden y que las transmisiones no se hagan penosas por la existencia de accidentes del terreno difíciles de salvar.

Por un estudio preliminar del terreno hecho sobre el plano se determinan los accidentes que aquél presenta y las vías de comunicación que en el mismo existen. La determinación de perfiles hará conocer las partes vistas y ocultas.

Entre todos los puntos contenidos en la zona asignada a la unidad se elige aquel que cumpla mejor las condiciones expresadas.

Los depósitos de municiones deben estar situados lo más próximos posible de los caminos que conduzcan a los asentamientos de las unidades que han de municionar y tener buenas comunicaciones con retaguardia para facilitar su propio abastecimiento. Además, las desenfiladas que acusen, deben ser lo mayor posible para evitar ser vistos y batidos por el enemigo.

Con el auxilio del plano se marcan los itinerarios a seguir para llegar a los puntos de municionamiento, teniendo en cuenta la clase de material empleado en el transporte, y procurando que dichos itinerarios estén desenfilados.

Estos problemas se resuelven haciendo aplicaciones de otros ya expuestos.

Casa de Trofa
Arroyo de Trofa
Casa de Somonte
Carretera
Pardo
Zarzuela
Arroyo de Zarzuela
Aravaca
Valdemarín
Casa de Fuente de la Reina
Casa de la Reina
Caseta
Depósito de agua
Casetas
Casa de Buenavista
Buenavista
Casa Fontanería
Casa de Valparaíso
Casa del Pasiego
Fuente del Sapo
Camino de Valdelobo
Casa del Canal
Arroyo del Río
Casa del Deheso
Senda de los Pinos
Pinos
Castillejos
Carretera de Madrid a Francia por Irún
Canal
Casilla de p.c.
Chama
Tetuán de las
Huerta del Obispo
Campo de Polo
La Coruña
Casilla de peón caminero
Barrial
Los Paradores
Vaquería
Camino de Fuencarral
El Pardo

CAPITULO XXXVIII

Levantamientos rápidos.

GENERALIDADES

342. Según ha quedado indicado en otro lugar, en los levantamientos topográficos que han de practicar los equipos de las Planas Mayores artilleras encargadas de tales misiones, se tendrá muy en cuenta la situación táctica en que cada una de aquéllas se encuentra en el momento de proceder al desarrollo de los trabajos que le sean encomendados. La falta de tiempo y la proximidad del enemigo son causas suficientes para impedir con frecuencia el adecuado empleo de los métodos topográficos. A cambio de esto, se presentarán ocasiones en que la calma relativa que se disfrute, consentirá extremar los cuidados en las determinaciones topográficas, sacando de los métodos expuestos el mayor rendimiento posible.

No es misión de las Planas Mayores artilleras, ni siquiera de las de Brigada, proceder al levantamiento completo del plano de un terreno, porque tal cometido corresponde a otras organizaciones, pero si por determinadas circunstancias los equipos topográficos de las brigadas de Artillería, trabajando aisladamente o en unión del Servicio Topográfico Artillero, hubiesen de proceder al levantamiento completo del plano de una zona de terreno, en las operaciones que se practiquen se seguirán los procedimientos de la topografía regular y las prescripciones que para el caso están contenidas en los Reglamentos para dicho servicio, redactados por el Depósito de la Guerra y Brigada Topográfica de Ingenieros.

Se ha dicho ya que, por regla general, los equipos de las Planas Mayores artilleras no harán otras operaciones topográficas que las precisas para completar los detalles necesarios en un plano director artillero, y en tal concepto, haciendo uso de los diversos métodos topográficos escritos en este Anexo, se efectuarán los trabajos con el mayor esmero para que los resultados obtenidos no desdigan de los representados en el plano director utilizado.

343. En este capítulo solamente se dan reglas para

la práctica de los procedimientos topográficos, cuando se trate de levantamientos rápidos, por no existir plano director, y aquéllos hayan de ser realizados a la proximidad del enemigo, situación en la que sólo serán empleados los métodos de intersecciones y radiación, utilizándose en el primero el anteojo goniómetro y en el segundo los telémetros, ya que las circunstancias tácticas impedirán colocar convenientemente la mira al practicar el de coordenadas polares.

Levantamiento rápido por intersecciones.

Reconocimiento del terreno.

344. Para el mejor establecimiento de la *base*, así como para la debida elección de los *vértices* de la constelación, el oficial debe ir provisto de la carta de la comarca en que se opere, si la hay, valiéndose de ella para averiguar los nombres propios, el número y dirección de los caminos y ríos, y si tiene curvas de nivel, el enlace y disposición de las lomas. Lo que no vea, sabiendo que existe, lo buscará, e igualmente deberá hacerse cargo, con rapidez, de las posiciones ya ocupadas o que se puedan ocupar en la zona propia, si éstas no se le hubiesen señalado de antemano, así como de las situadas en terreno que domina el enemigo y que si no están ya ocupadas por éste, es de presumir que lo sean. De este modo, tomando en cuenta los blancos extremos que descubra y la configuración topográfica del frente contrario, podrá deducir la situación del momento y la probable del futuro.

Los *vértices* que se elijan han de destacarse claramente de todos los objetos que los rodean. A tal fin, se elegirán como tales, los puntos salientes de las divisorias en cresta, y las rocas o puntos notables de los claros o calveros, de las vaguadas y laderas de montañas, las veletas de los campanarios y cúpulas, los pararrayos, chimeneas, aristas determinadas de torres o casas, el tronco de un árbol lo bastante aislado para que resulte inconfundible, la porción más marcada de los puentes, etc., etc., cuidando que se destaquen con claridad y precisión sobre el horizonte correspondiente a las estaciones desde donde hayan de ser visados. De los desmontes, caminos, bosques o alamedas, líneas de tropa y cualquier accidente que por el adversario pueda ser utilizado como abrigo o punto de apoyo para su acción, se tomarán los dos extremos, con lo que en el plano aparecerán registrados sus frentes en longitud y dirección.

Convendrá mucho, asimismo, que los oficiales de los equipos topográficos sepan dibujar las siluetas características de los puntos que escojan como vértices para representarlos en el plano, sobre todo, cuando haya varios de índole parecida; a falta de ello, se pondrá en el registro la indicación que pueda caracterizarlos con mayor certeza.

Considerados bajo otro aspecto, los puntos que interesará descubrir en el reconocimiento y registrar en el plano, serán *militares, tácticos* y *topográficos*. Los primeros (tropas visibles y particularmente artillería en posición o atrincherada), deberán ser buscados con especial cuidado, porque ellos definen el frente enemigo y la zona que éste ocupa. Los segundos (lomas, caminos, puentes, caseríos y, en general, todo accidente aprovechable por el adversario para facilitar su maniobra y acción y disminuir su vulnerabilidad), que se hallen contenidos en la zona ocupada por los primeros, tienen también gran importancia, pues su situación relativa, dentro del escenario probable de la lucha y la calidad de cada uno, influirán en las determinaciones del mando propio en relación con el propósito y fines que pretenda conseguir con su acción. Los *puntos topográficos*, que a la vez pueden ser de índole táctica, aunque clasificados en tercer lugar, son también importantes, porque de ellos dependerá en ocasiones el enlace que haya de establecerse entre las diversas unidades sobre el campo de batalla.

De estos últimos puntos figurarán en la constelación por lo menos cuatro a vanguardia, para facilitar la inteligencia entre los diversos escalones del mando, y otros tantos a retaguardia, con el objeto de que siempre se pueda disponer de tres en una u otra dirección, para asegurar el manejo del plano desde cualquier punto de la zona en que se utilice.

Los puntos militares visibles al comenzar el combate, se moverán: los puntos tácticos podrán tener durante el proceso de la lucha, más o menos valor que aquél que en un principio se les atribuyó al reconocerlos, o ninguno; los puntos topográficos, mientras puedan utilizarse, permitirán a todo jefe situar prontamente cuantos nuevos objetivos aparezcan, y a toda batería que reciba la orden de batirlos, cumplimentarla.

Organización del servicio y modo de operar.

345. El oficial será el encargado de manejar el anteojo, aunque podrá delegar estas funciones en el

cabo topógrafo; el suboficial tendrá por cometido normal el trazado del plano; mas, para el caso en que deba reemplazar al oficial, y como reserva fortuita, ha de darse, a uno de los dos artilleros auxiliares topógrafos, la instrucción necesaria de lo más esencial del manejo del anteojo, y al otro, lo referente, en igual grado, al dibujo del plano.

Puede servir de norma para operar la siguiente:

Reconocido el terreno y precisados en él los puntos de estructura topográfica más a propósito para servir de referencia, los accidentes u obstáculos que puedan utilizarse por el enemigo como apoyos de su acción táctica o medios protectores, los trazos visibles de las diversas vías de comunicación que crucen la zona contraria y los objetivos de toda índole, principalmente los militares, el oficial que, acompañado únicamente de un portamira, habrá hecho el reconocimiento a caballo manteniéndose constantemente oculto a la observación del enemigo y sin salirse del sector en que le corresponde operar, echará pie a tierra, y, solo, avanzará lo necesario para concretar el sitio desde donde, lo más disimulado posible, se descubra bien todo cuanto viera como explorador de campo.

Así definido este punto, señalará su situación sobre el terreno con uno de los piquetes del portamira, tomándolo como origen de la base; determinará la dirección y sentido de ésta, de modo que en lo posible resulte, o normal al probable eje de simetría de la zona objeto del levantamiento, o paralela al frente propio y hacia la derecha o la izquierda, según el costado en que sean menores los obstáculos que se opongan a su desarrollo lineal y mejor se satisfagan las condiciones que debe cumplir una buena base, a saber: que su longitud no sea inferior al décimo de la distancia máxima que se vaya a fijar; que entre sus extremos no existan diferencias apreciables de nivel, y que desde su otro extremo, aún no fijado, puedan divisarse el ya definido y los puntos que han de constituir los vértices de la constelación.

346. Determinada que haya sido, aproximadamente, la dirección de la base y tomadas referencias que la definan, sobre una perpendicular a ella trazada en el punto que se tiene señalado en el terreno y a la altura de la desenfilada del hombre a pie, con relación al lugar de mayor cota de cuantos el enemigo pueda utilizar como observatorios, se sitúa desmontado el portamira, con la recomendación expresa de que en el momento que se le indique por señales deberá armar la mira y presentarla dando frente al sitio que ocupe el

oficial. Este, a su vez, se dirigirá a caballo y por la ruta más corta hacia las referencias antes tomadas para definir la base, sin descubrirse al enemigo sino en casos forzosos, haciendo señas para que sobre la marcha se le incorpore el resto del equipo topográfico, que hasta aquel instante habrá permanecido oculto en lugar designado por el oficial.

Cuando el oficial calcule haber recorrido la distancia debida, y que se encuentra en la zona de asentamiento de la segunda extremidad de la base, detendrá el equipo, ordenará echar pie a tierra, y, recogiéndose por los guardacaballos todos los del pelotón, el oficial, seguido del suboficial con el anteojo armado y del cabo topógrafo si lo estima conveniente, avanzará lo indispensable para que, lo más oculto posible, le resulte factible examinar el paisaje y confrontar si desde el sitio en que se encuentra se descubren los límites del sector y puntos que en el plano se han de representar. Si no los ve, busca otro lugar próximo al que ocupa, con preferencia elevado. Encontrado sitio conveniente y puesto en estación el anteojo con su graduación en cero, el oficial, visa la otra extremidad de la base, cuya situación en el terreno quedó materializada con un piquete, enfilando a continuación la mira, que a una señal determinada, armará y presentará el encargado de ella, deduciendo de la lectura que realice, el valor efectivo de la longitud de la base, si no ha sido posible medirla por un procedimiento directo.

En tanto, el suboficial habrá preparado la hoja de papel sobre el tablero y el transportador; el oficial le fijará la forma en que debe trazar la recta que ha de representar la dirección de la base, y sobre ella el punto representativo de la estación en que se está operando y la escala en que ha de hacerse el plano. Con estos datos podrá el auxiliar, por sí mismo marcar y acotar en el papel la dirección y longitud de la base, y colocando el transportador de manera que su centro cubra la proyección del punto en que se está y el diámetro del origen de graduaciones se apoye a lo largo de la recta representación de la base, quedará en disposición de registrar y anotar cuanto se le ordene.

347. Ya fijados los extremos de la base en el papel y en el terreno y colocados en situación homóloga el anteojo y el transportador, el oficial o el cabo topógrafo, si aquél lo ordena, desde su puesto de estación dicta en voz alta al suboficial las sucesivas graduaciones que con el goniómetro obtenga al dirigir las visuales sobre cada uno de los puntos y procurando concretar qué partes más significadas y visibles de

éstos visa, las anotará en su cuaderno registro, en tanto que el suboficial señala, valiéndose del transportador, las líneas correspondientes a los ángulos medidos, marcándolas con aquellas letras o números que el oficial le indique, que serán los mismos que emplee en su registro de anotaciones al reseñar las particularidades de los puntos visados.

Tomados y anotados en esta estación todos los datos necesarios, y señalado con un piquete el lugar ocupado por el anteojo, el oficial a caballo, en unión de sus auxiliares, se traslada rápidamente a la primera estación tanteada y concretada, en la que habrá permanecido el portamira, y en ella se repetirán las operaciones de visar con el anteojo en cero el extremo opuesto de la base, colocar el transportador sobre la representación gráfica de ésta en el papel y dirigir las visuales a los puntos precisos. Direcciones estas últimas de las que bastará dibujar aquellos trozos en que corten a las líneas homólogas que antes se trazaron.

348. Procediendo en la forma expuesta, el plano levantado contendrá el menor número de líneas y puntos, siendo en su leyenda aclaratoria, redactada simultáneamente en papel aparte, donde se harán constar todas cuantas indicaciones se estimen útiles para su mejor inteligencia y oportuna aplicación.

349. Si por condiciones de luz, sol de frente, o por cualquiera otra causa que dificulte la lectura sobre la mira, no puede efectuarse la medición de la base desde el primer punto de estación, desde éste se procederá a todas las mediciones angulares, aplazando la medida de la base para efectuarla en sentido inverso al trasladarse a la otra estación, siendo esta la primera de las operaciones que desde ella ha de realizarse haciendo marchar al portamira al lugar en que primeramente se situó al anteojo.

350. Cuando por el estudio previo del terreno el oficial aprecie que las condiciones del lugar en que haya de situarse el otro extremo de la base, no exigen se traslade a él para cerciorarse que desde el mismo son vistos cuantos puntos interesan para el levantamiento, o cuando la escasez de tiempo disponible así lo aconseje, se prescindirá del tanteo previo antes indicado como conveniente, y calculando el sitio aproximado en que habrá de colocarse el otro extremo de la base, a él se hace marchar el portamira, indicándole previamente cuáles son los extremos de la zona que se va a levantar y los puntos de ella que hayan de formar la constelación. En tanto que el portamira se traslada al

lugar que se le ha señalado, busca un puesto desde el que sean visibles los puntos que interesan y arma la mira; el oficial con sus auxiliares comienza el levantamiento haciendo estación en el sitio en que se encuentra, que señala en el terreno con un piquete y hace marcar al suboficial en el papel en que va a dibujar, así como la dirección origen; tomando como origen para la medida de ángulos la visual dirigida a uno de los puntos de la constelación, bien definido y a poder ser central, mide con relación a ella el valor de los definidos por los puntos que interesa levantar, para terminar visando el extremo de la base señalado por el portamira, midiendo su separación angular con la visual origen y evaluando por lectura sobre la mira su longitud. Trasladado el equipo al otro extremo de la base, se procede de manera análoga, pudiendo tomarse como origen para la medida de ángulos la dirección de la base, ya completamente definida. Esta manera de operar abrevia considerablemente el tiempo invertido en el levantamiento, pero el tomar orígenes distintos en las dos estaciones para la medida de ángulos, exige mayor esmero y escrupulosidad en las operaciones si se han de evitar faltas y obtenerse la necesaria precisión.

351. Es condición muy conveniente y a recomendar el que no exista gran diferencia entre la altura de los dos extremos de la base, pues siendo entonces poca la inclinación de la visual al medirse la distancia que los separe, se evitará la reducción al horizonte de la medida hecha, disminuyéndose también los errores inherentes a la falta de verticalidad en la mira, ya que para una defectuosa colocación de ella, el error con la inclinación de la visual axial. Una inclinación de la base de cincuenta milésimas, es el límite que se admite; el valor de cien milésimas para la misma marcará el máximo de las diferencias de cotas que forzosamente tengan que ser toleradas.

352. La colocación de mira para procurar su ocultación, en sitio distinto al del piquete que marca el verdadero extremo de la base, no influye notoriamente en alterar el valor de su longitud, que se hubiera obtenido exactamente de haberla podido medir según su dirección si, trabajando en escala 1 : 25.000, se verifica que el frente aparente de la separación entre mira y piquete, desde el puesto de estación utilizado para medir la base es inferior a 150 milésimas para longitudes de aquélla que no excedan de 600 metros, y a 100 milésimas, para bases de longitud mayor; puesto que en ta-

les condiciones el error por exceso que se puede cometer al tomar por justas distancias que no lo son, no supera el límite de máxima aproximación con que se trasladan al papel las longitudes medidas en el terreno; es decir, que dicho error valdrá menos de cinco metros en el campo y valdría menos de un quinto de milímetro en el dibujo. Si la escala utilizada es la de 1 : 50.000, el error cometido al medir la base, puede ser hasta de 10 metros, si el frente aparente de que antes se ha hecho mención, no es mayor de 200 ó de 150 milésimas, para las mismas longitudes de base antes indicadas.

Pudiera ocurrir, que por semejanza entre algunos de los puntos elegidos para la constelación o por la propia naturaleza de alguno de ellos, hubiese el temor de no poderlo distinguir al cambiar el punto de vista; es conveniente para evitarlo, que el oficial al trasladarse de uno a otro de los puntos de estación, mire con frecuencia a los referidos puntos dudosos, con el fin de ir reteniendo las impresiones sucesivas que recoja acerca de cómo y dónde los va viendo proyectarse, para que al llegar al otro extremo de la base, pueda descubrirlos y distinguirlos con facilidad.

353. Teniendo en cuenta que las dimensiones del papel de barba común, permiten recoger y ligar con la escala de 1 : 25.000, puntos del terreno enclavados dentro de espacios rectangulares hasta de 11,5 kilómetros, el oficial, después de reconocido el terreno, deducirá en qué forma deberá utilizarse el papel, al trazar el plano, para no tener que recurrir a la escala de 1 : 50.000, sino en aquellos casos en que a ello le obligue la imposibilidad absoluta de satisfacer con la escala de 1 : 25.000 todas las exigencias presumibles, tales como disponer a retaguardia y a vanguardia de la base señalada, de margen suficiente para fijar puntos más lejanos que los señalados como suficientes al efectuar el trazado del levantamiento.

Conocida la posición más adecuada del papel, un simple examen de las situaciones relativas en que se encuentre, o puedan encontrarse más tarde, sobre el terreno, los puntos de la zona propia y enemiga que haya necesidad de fijar en el plano, dará a conocer el sitio y la dirección en que conviene sea dibujada la base, así como el punto que ha de representar la estación porque se dé principio a las operaciones.

354. Cuando el tiempo no apremie, el levantamiento del plano puede y debe realizarse en dos períodos; en el primero se obtendrá todos los datos numéricos re-

lativos a las mediciones que se hagan en el terreno con el anteojo y la mira, para con ellos durante el segundo período, y con la detención necesaria, efectuar el trabajo gráfico en mejores condiciones que las expuestas como inherentes al procedimiento en su caso más general.

Los puntos situados a distancia de la base, inferiores a 600 metros, y que a vanguardia o a retaguardia de la misma convenga hacer entrar en la constelación, como representación de lugares en los que hayan de establecerse puestos de mando, observatorios, baterías, etcétera, se podrán situar en el plano por el sistema de coordenadas polares desde el extremo de la base que mejor se descubran.

Con el fin de que en toda ocasión se puedan colocar de manera aproximada paralelamente a sus homólogas en el terreno, las líneas contenidas en el plano, se trazará sobre éste en forma visible la orientación N-S., valiéndose para ello de la brújula o de uno cualquiera de los medios usuales que las circunstancias permiten emplear.

Reproducción de la constelación.

355. Ultimado el plano se procederá a reproducirlo, sacando de él los calcos precisos. Para ello, colocando sobre el tablero y debajo del original (si de antemano no se hubiera así preparado) tantas hojas de papel de barba como copias se necesiten, se punzará todos los puntos de la constelación, los extremos de la línea orientadora N-S., y los extremos de la base, rotulándose en igual forma que el original. Los objetivos de gran extensión superficial o de gran frente, se señalan poniendo el mismo número en su centro o en sus dos extremos, y para que resalten y se distingan sus dimensiones o sus frentes totales, se unen con una línea continua los puntos que limiten en el plano el contorno de cada objetivo. Pueden marcarse de la misma manera las crestas, los ríos y los caminos, usando lápices de colores. El suboficial, si se dispone de tiempo, copiará la leyenda o registro tantas veces como reproducciones del plano lo necesiten.

Levantamiento rápido por coordenadas polares.

356. El método que se sigue es el de radiación, expuesto en el capítulo XXX, siendo, por tanto, las operaciones base del sistema la evaluación de ángulos azi-

mutales y la medición de distancias; la mayoría de éstas, en este caso especial, se obtienen con auxilio del telémetro.

El dibujo del plano se hace sobre un impreso del *gráfico reductor*, pero si no se dispone de éste podrá hacerse sobre una hoja de papel blanco con ayuda del transportador, la regla y la escuadra de la cartera topográfica.

Organización del servicio y modo de operar.

357. El equipo topográfico comprende el mismo personal señalado en el método de intersecciones.

Ya en estación, el oficial manejará el telémetro o anteojo, pudiendo en caso necesario delegar este cometido en el cabo respectivo; puede asimismo utilizar dicha clase cuando la exactitud requerida aconseje la doble medición; el suboficial será el encargado de trazar la constelación del plano. El cabo topógrafo y los artilleros auxiliares topógrafos, tendrán las mismas funciones que en el método de intersecciones, siendo conveniente que, como reserva fortuita, conozca uno de los últimos lo más esencial del manejo del telémetro y del anteojo, y el otro, el trazado de la constelación en el plano.

358. El punto de estación que se elija ha de cumplir las siguientes condiciones:

Hallarse lo más cerca posible del puesto de mando superior artillero a que está destinado el plano; poderse descubrir, dentro de la zona enemiga y amiga que haya de abarcar el levantamiento, el número indispensable de puntos que exija el uso a que éste se destina, y ser factible operar estando los aparatos que se empleen y personal que los maneje, ocultos o disimulados a las vistas del contrario.

359. El oficial encargado de hacer el levantamiento, practicará un reconocimiento de la zona de maniobra, para conocer la posición que ocupan en el terreno los puestos de mando o referencias que los representen, los puntos de espera, si existen, para las baterías, y los lugares u objetos que la pueblan y que puedan facilitar el trazado gráfico sobre el plano de los itinerarios que convenga indicar.

El jefe de la unidad de Artillería al que esté destinado el levantamiento topográfico, designará directamente los puestos de mando y cualesquiera otros que a su juicio se deban fijar en el plano, puntos que, en unión de los que dicho oficial estime conve-

niente registrar, constituirán la constelación del campo propio.

Los puntos designados o escogidos para esta constelación, se fijarán, desde luego, sobre el plano, si el equipo topográfico está listo para operar; en caso contrario, se referirán a lugares u objetos del terreno inconfundibles y que se descubran con facilidad desde el puesto de estación, llevándose al plano lo antes posible.

360. Habrá de llevarse a cabo un reconocimiento del terreno enemigo asignado a las baterías para su vigilancia o acción, el cual tiene por objeto escoger un punto de referencia general visible e inconfundible desde el puesto de estación y desde los de mando que se elijan, señalar los puntos del terreno que tengan o puedan tener valor táctico y la situación de los objetivos que se asignan a la unidad a que se destine el levantamiento.

Para punto topográfico o referencia general se elegirá, a ser posible, uno céntrico de la zona a levantar, conviene sea elevado y esté constituído por campanarios, casas, árboles o peñas aisladas u otros objetos análogos; para la elección de los demás puntos militares, tácticos o topográficos, se tendrá en cuenta lo prevenido a este particular en el método de intersecciones.

361. Para levantar el plano, se elige el puesto de estación y arma el telémetro en lugar próximo desenfilado o disimulado a la observación del contrario. El telémetro se adelanta lo preciso para descubrir el campo enemigo, sin que deje de verse el que han de utilizar las baterías propias para su maniobra y asentamiento.

El oficial o el cabo telemetrista dirige el telémetro con las graduaciones de su goniómetro en el origen sobre la referencia base del levantamiento.

Listos los operadores, el del telémetro mide la distancia a cada uno de los puntos de la constelación y su separación angular respecto a la referencia, expresando, en alta voz, el número o letra de orden del punto considerado y sus coordenadas polares, el ángulo de dirección por el número de milésimas indicadas por el goniómetro del mismo o mejor por la mayor apreciación, con el anteojo goniómetro de batería, y la distancia en metros.

Con estos datos, el encargado de trazar el plano irá fijando los puntos de la constelación haciendo uso de la regla y el transportador, operaciones que resultan facilitadas con el empleo del gráfico reductor. Fijado el punto se le pondrá la letra o número de orden co-

rrespondiente, consignándose en el registro igual datos a más de los expresados en el método de intersecciones.

Con esta manera de operar, el plano contendrá únicamente una serie de puntos que serán la representación de los del terreno que interese situar, y el registro hecho simultáneamente, las indicaciones y viñetas que sean indispensables para facilitar su designación.

Si hay necesidad de medir distancias inferiores al alcance mínimo del telémetro, se obtienen estadimétricamente, empleando para su evaluación el anteojo goniómetro y la mira.

362. Las copias del plano se harán en idéntica forma a la expuesta en el artículo 355.

Cambio de sistema de coordenadas polares.

363. Una de las cuestiones más interesantes que pueden presentarse al utilizar el plano levantado en la forma que acaba de indicarse, o el gráfico reductor si del mismo se ha hecho empleo, es la de reducir las coordenadas polares de un punto del levantamiento a otro sistema polar en que cambien el eje y el centro de radiación. A este problema da lugar la designación de objetivos a los grupos y baterías, y la forma de resolverlo se indica a continuación.

Designados verbalmente por el jefe de grupo a los capitanes los lugares en que han de asentar sus baterías respectivas, el primero procede a instalar su telémetro o anteojo goniómetro en el puesto de mando por él elegido, procurando que el diámetro 0-32 del aparato empleado quede sensiblemente paralelo al frente que el jefe de las fuerzas o el mando de la agrupación le haya encomendado vigilar o batir, o lo que es lo mismo, con la graduación 16 dirigida próximamente hacia el centro de dicho frente. En esta disposición, y para prevenir cualquier desorientación fortuita que pudiera ser involuntariamente objeto el telémetro o goniómetro, es conveniente dirigir con él una visual a una referencia bien definida y anotar la graduación correspondiente, lo que permitirá comprobar en todo momento si la dirección del telémetro ha sufrido variación, corrigiéndola en caso afirmativo.

Una vez que los capitanes de batería hayan elegido sus puestos de mando, procederán a instalar y dar dirección en ellos a sus goniómetros, para lo cual, el jefe de grupo dirige con el suyo visuales a los de los capitanes, comunicándoles, por el medio de transmi-

sión que se juzgue más conveniente, la graduación obtenida para cada uno. Acto seguido se establece la mira a la proximidad del telémetro del jefe, dando frente sucesivamente a los diversos puestos de mando de batería, para que desde éstos se aprecie la distancia que a cada uno separa del puesto de mando del jefe. De este modo los capitanes conocerán las coordenadas de sus puestos de mando respectivos con relación al sistema polar que tiene por centro el puesto de mando del jefe y por eje polar la recta definida por la graduación 16 en el aparato utilizado por el jefe de grupo. En posesión de estos datos, cada capitán instalará su anteojo en el puesto de mando y dirigiendo una visual al aparato del jefe con la graduación transmitida por éste, o con otra que se diferencie de la misma 3.200 milésimas, se conseguirá que los radios de iguales graduaciones de los goniómetros de los capitanes y del goniómetro del jefe del grupo queden paralelos entre sí. En el plano que cada capitán posee se marcarán los puntos que indican las posiciones de los puestos de mando de capitán y jefe, trazando por ambas, rectas que indiquen la dirección 16 de los goniómetros.

Cuando el jefe de grupo desee que una de las baterías a sus órdenes bata un determinado objetivo comprendido dentro de la zona de acción del grupo, transmitirá al capitán de la misma las coordenadas que para dicho objetivo obtenga desde su puesto de mando. El capitán que las recibe fijará el punto en el plano y trazará la recta que lo une con su puesto de mando. Midiendo sobre el plano la separación entre el punto designado y el que indica el puesto de mando del capitán de la batería, se tendrá, reduciéndola a la escala del plano, la distancia entre ambos, y con objeto de determinar la graduación del goniómetro con que el capitán ha de ver el objetivo designado bastará que con el transportador mida el ángulo que forma la dirección 16, ya marcada en su plano, con la última línea trazada, colocando para ello el transportador de modo que su división 16 caiga sobre aquélla.

Se comprende fácilmente que todas estas operaciones se abrevian considerablemente y están menos expuestas á error, si todas las construcciones que el problema requiere se realizan sobre un gráfico reductor (figura 214).

Para medición de la distancia topográfica y trazado necesario a la determinación de la dirección goniométrica, pueden emplearse una regla y una escuadra gra-

duadas corrientes, o bien para lo último, un paralelógramo articulado de los que, para el trazado de paralelas, se venden en el comercio, no siendo preciso para efectuar las lecturas trazar las líneas en el gráfico.

364. Si en algún caso no fuera visible el puesto de mando del jefe de grupo, desde cualquiera de los de batería, basta trazar un sencillo itinerario para fijar en el gráfico la situación del puesto oculto, operando de la manera siguiente: A partir del centro (fig. 214), se trazan las direcciones *oa, ob, oc...*, que sucesivamente se obtengan en las distintas estaciones hechas, hasta llegar al puesto que se desea situar (generalmente bastará una intermedia) marcando sobre cada una y en la escala adoptada, la distancia que las separa de la estación anterior. Hecho esto, la línea *o a b' c'* constituída por el primer tramo y magnitudes iguales y paralelas a los demás, determinarán, en el gráfico, la posición del punto buscado.

APENDICE

CARTOGRAFIA

CAPITULO XXXIX

CARTOGRAFÍA ESPAÑOLA

Directivas generales para los trabajos topográficos de conjunto en las unidades artilleras.

365. Para que, partiendo de la red geodésica de primero, segundo y tercer orden, se puedan determinar analíticamente las coordenadas de otra serie de puntos que formen el cánevas artillero en los campos de instrucción de los regimientos, con el fin de tenerlos en condiciones de efectuar prácticas los *Oficiales orientadores,* y para que esos trabajos sirvan de enseñanza a los que habrían de formar en su día dicho cánevas, será necesario:

1.º Que los planos de que dispongan estos regimientos, sea cualquiera su escala y su bondad, estén cuadriculados con un *cuadriculado racional* y de origen único para todos, con el fin de que les sirva de plano director general, y, además, es preciso que se conozcan las coordenadas planimétricas (las calculadas, no las obtenidas gráficamente) de los vértices geodésicos contenidos en esos planos y su posición real en el terreno, para apoyar en ellos el levantamiento de los demás puntos, que formarán el cánevas (levantamiento del cual, así como de la densidad de puntos, podrá en su día dar normas el organismo artillero que de ello se ocupe). Para conseguir esto, puesto que un Centro (Depósito de la Guerra) ha estudiado y establecido un cuadriculado eficaz para toda España y las hojas de los planos por él publicadas serán cuadriculadas ya así, es suficiente que ese organismo ponga en los márgenes o en estados especiales, que acompañarán a cada hoja, las *coordenadas planimétricas calculadas para los vértices geodésicos* comprendidos en la misma, con relación a este *cuadriculado,* dando, ade-

más, una pequeña reseña (copia podía ser de la que figura en el Instituto Geográfico y Catastral), para encontrarlos en el campo y servir de base para el establecimiento del cánevas.

Con esto, los regimientos que se encuentran en *zonas cuyos planos estén publicados en esta forma*, estarán en condiciones de trabajo.

2.º En los sitios en que no estén publicadas las hojas del Mapa Militar, se utilizarán otros planos, especialmente los del Instituto Geográfico y Catastral, 1 : 50.000 y 1 : 25.000, sobre los que hará falta colocar el cuadriculado general en la parte que corresponda a aquella región; y mientras el organismo que los publica no haga una tirada especial cuadriculada, esos trabajos los podrán hacer con sus medios (una tabla de logaritmos, una regla y un tiralíneas) las unidades a quienes interese su utilización como planos directores. Este será además el caso general por ahora, pues siendo la escala en que el Depósito de la Guerra publica sus planos 1 : 50.000 y siendo ésta demasiado pequeña para los usos artilleros, habrá que llevar su cuadriculado y cuantos datos interesen a los planos en mayor escala de que se disponga, y para ello nace falta:

a) Dar normas explicativas del artificio necesario para *cuadricular una proyección cualquiera*, especialmente la policéntrica, *partiendo del cuadriculado de otra proyección*, por ejemplo, *la cónica secante* adoptada, y explicar ésta y las fórmulas convenidas para la *transformación de coordenadas geográficas a planimétricas* en el cuadriculado adoptado.

b) Explicar el modo práctico de *colocar este cuadriculado en cualquir plano*, especialmente en las hojas del *Instituto Geográfico y Catastral*, o sus minutas, dando la *tabla de proyección* (si es que está hecha), y las constantes de la fórmula de transformación, de manera que, o interpolando en aquéllas, o calculando éstas, puedan los regimientos, con suficiente exactitud, obtener los datos necesarios para *colocar esta cuadrícula en los planos de que se disponga, convirtiéndolos en planos directores, y calcular las coordenadas de los vértices geodésicos que en ellos figuran*, como base para la *formación del cánevas*, partiendo del conocimiento de las geográficas que da el Instituto cuando se le piden directamente, y que, igualmente, las suministraría el organismo artillero que lleve esta labor y que ayudaría a hacerlos o facilitaría estos cálculos a los regimientos.

3.º En el caso de que no exista plano alguno, habrán de contentarse con la labor correspondiente al

cáneva's, o sea, determinación de las coordenadas planimétricas de los vértices geodésicos y su colocación en un papel previamente cuadriculado. Determinación de los puntos del cánevas, que tendrá por fondo un plano director en blanco.

En resumen: Lo importante para el artillero, es tener materializados en el terreno una porción de puntos de los cuales se conocen sus coordenadas geográficas y cartesianas con relación a un cuadriculado adoptado. A base de estas coordenadas, se calculan distancias y direcciones. Con operaciones topográficas y cálculos se determinan las mismas coordenadas cartesianas para los demás puntos que vayan interesando. Se obtienen así verdaderos mapas numéricos.

Mapas y planos existentes en España.

OBRAS DEL DEPÓSITO DE LA GUERRA

366. *Mapa itinerario militar.*—Este mapa, se empezó a levantar en 1886 por el Cuerpo de Estado Mayor del Ejército. Como su nombre indica, tiene su aplicación en los estudios de movimiento de tropas, pero al hacer uso de él no debe perderse de vista, como ocurre con todos los mapas, la fecha en que está tirada cada hoja, pues tanto por establecimiento de nuevas vías, como por variación de población, si los planos no son recientes, pueden inducir a grandes errores.

Siguiendo el criterio reinante en la época en que se empezaron los trabajos, se adoptó la proyección equivalente de BONNE, tomándose por origen de los meridianos y paralelos la intersección del meridiano de Madrid y el paralelo de 40°, empleándose, por lo tanto, como ejes rectangulares, ese meridiano y la tangente al paralelo en el origen.

Este mapa solamente lleva las altitudes de los vértices geodésicos. La escala empleada es de 1 : 200.000, y está tirado en tres colores, negro, encarnado y azul, el primero para la rotulación, ferrocarriles y algunos signos convencionales, el segundo para los caminos y carreteras y el tercero para los cursos de agua.

Cada hoja lleva un cuadro de línea fina, como ornamentación. En su interior y limitando el dibujo lleva otro de doble línea, en el que por medio de partes blancas y partes rayadas se indican las longitudes y latitudes de minuto en minuto. Cada hoja comprende 30' de longitud por 50' de latitud aproximadamente, con meridianos y paralelos dibujados y numerados de 30 en 30 minutos sexagesimales.

En la parte superior de cada hoja figura la inscripción *Mapa Militar Itinerario de España*, y a la derecha el número correspondiente. En el centro de la parte inferior lleva la indicación de la escala, y debajo la colocación de la hoja con respecto a las demás, en la forma que se expresa en la figura 215, correspondiendo el rectángulo rayado a la misma hoja e indicando los restantes el número de las contiguas.

La Península Ibérica se ha comprendido en 110 hojas, pero no se publicarán todas, por corresponder muchas al mar y otras a Portugal.

En los caminos van inscritos unos números, en negro, indicando las distancias por defecto o por exceso, en menos de 500 metros, expresadas en kilómetros, correspondiente al trozo de camino comprendido entre dos cruces, un cruce y un pueblo, o dos pueblos. Otros números colocados al lado de cada pueblo, indican el número de habitantes, en la forma siguiente:

Menos de	10 vecinos.....	No lleva número.
De	10 a 99.....	1 a 9
De	100 a 999.....	1 a 9
De	1.000 a 9.000.....	1 a 9

Se han publicado todas las hojas a excepción de las 1, 2, 11 y 12.

El *Mapa Militar Itinerario* a que se hace referencia, se está modernizando en la actualidad, habiéndose introducido en él la representación altimétrica con curvas de nivel, cuya equidistancia es de 50 metros, reforzando las de 200 en 200 metros.

Las carreteras y ferrocarriles, van kilometrados de 5 en 5 kilómetros.

La tirada de las hojas se hace en cinco colores, sombreadas o no y en sus recuadros exteriores acompañan datos para la aviación y signos convencionales.

En los momentos actuales, dado el gran consumo de estas hojas se han hecho tiradas en un solo color, negro.

Hasta la fecha se han publicado modernizadas las hojas números 1, 24, 35, 39, 45, 55 y 66.

367. *Mapa Militar de España*, en escala 1 : 100.000. Al hablar de los sistemas de proyección se dieron algunos datos correspondientes a esta carta. Se ha calculado en 345 el número probable de hojas que comprenderá. El origen está en la hoja número 172, in-

tersección del meridiano del Observatorio astronómico de Madrid con el paralelo 45°.

La proyección adoptada es la policéntrica o natural, y los elementos del elipsoide hipotético que han servido de base a este mapa, son los de Struve. Las hojas limitadas por los mismos paralelos son iguales, y desiguales las comprendidas entre paralelos distintos. El cuadro correspondiente incluído en este capítulo expone sus dimensiones a las diferentes latitudes.

368. La posición de los puntos contenidos en cada hoja, se define por sus coordenadas rectangulares rectilíneas, referidas al sistema de ejes que en el plano tangente al trapecio esferóidico en su punto medio, determinan sus intersecciones con los planos del meridiano y del paralelo que pasan por dicho punto. El primero es el eje de las *Y* y el segundo el de la *X*. Las coordenadas de un punto son los arcos rectificados de meridiano y de paralelo interceptados por el punto y los ejes coordenados.

Cada hoja lleva trazadas las rectas que representan los meridianos y paralelos de 10 en 10 minutos centesimales, y queda dividida en cuatro partes llamadas cuartos de hoja, que se designan por el numero que corresponde a la misma, y otro romano: I, II, III y IV, en este orden a partir del Norte y en el sentido de los azimutes positivos, es decir, hacia el Este.

En el recuadro de las hojas llevan una doble escala, la interior dividida en minutos centesimales de 10 en 10, y la exterior en sexagesimales, también de 10 en 10.

En su formación se han seguido por el Cuerpo de Estado Mayor del Ejército las *Instrucciones técnicas para los trabajos Geográficos y Topográficos* del Depósito de la Guerra, publicadas y aprobadas en 1912.

Los trabajos directos para este mapa se hacen en 1 : 50.000 y luego se reducen las minutas a 1 : 100.000 para hacer la tirada del mismo. Actualmente se aprovechan para estos trabajos el 1 : 50.000 del Plano Topográfico Nacional del Instituto Geográfico.

El relieve viene figurado por curvas de nivel, siendo la equidistancia de 50 metros, y se hace más expresiva la representación por medio de aguadas.

Cada hoja va editada en cinco colores: rojo, para algunos caminos y pueblos; siena, para las curvas de nivel; verde, para los bosques; negro, para la rotulación, ferrocarriles, caminos de menos importancia, etcétera, y, por último, azul, para la hidrografía. En el centro de la parte superior va la inscripción *Mapa Militar de España*; a la izquierda, el número de la

hoja, y a la derecha, el nombre de la población más importante que comprenda.

En la parte inferior, a la izquierda, el año de formación y de tirada; en el centro el cuadro de colocación de la hoja con relación a las demás y la escala, y a la derecha el pie del Depósito de la Guerra, que hace la tirada.

Van publicadas: la hoja portada, las números 7, 22, 42, 62, 86, 89, 181, 196, 197, 199, 213 a 217 inclusive; 232 a 234 inclusive; 250, 251, 252, 334 a 336 inclusive; 343, 344 y 345.

Plano de Madrid y sus alrededores.—Se publica en escala de 1 : 20.000 con equidistancia de 10 metros y en cinco colores. La hoja va cuadriculada, con línea verde, de kilómetro en kilómetro y sus dimensiones son de 40 por 40 cms., es decir, cada hoja tiene una superficie de 64 kilómetros cuadrados.

Se han publicado hasta la fecha las hojas números 1, 6, 7, 8, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 43 y 45 en colores, y en negro, las 39, 40, 41 y 42.

Plano de Valladolid y sus alrededores. — Con las mismas características que el anterior.

Hojas publicadas, las números 6, 7, 8, 19, 20 y 47.

Plano Director.—Se publica en escala 1 : 25.000 y en tricolor: la equidistancia de sus curvas es de 10 metros. Cada hoja, que es la cuarta parte de una del Mapa Nacional, va cuadriculada en Lambert.

Se han publicado las hojas 509-I, 509-II, 247-I, 247-II, 372-IV y 533-I.

Planos para frentes estabilizados. — Se publica en un solo color, negro, y en escalas de 1 : 10.000 y 1 : 5.000 con equidistancia de cinco metros.

Cada hoja es la cuarta parte del *Plano Director.*

En la actualidad, hay publicadas en escala de 1 :10.000 las hojas números 159-II-S. E.; 160-III-S. O.; 192-I-N. E.; 194-IV-N. O.; 276-II-N. E. y S. E.; 342-II-N. E. y S. E.; 343-II-S. O. y N. O.; 343-III, los cuatro cuadrantes; 354-I-S. E., S. O. y N. O.; 354-II, los cuatro cuadrantes; 392-II, los cuatro cuadrantes; 393-III-S. O.; 420-I-N. E.; 421-IV-N. O.; 372-I-S. O. y N. O.; 372-IV, los cuatro cuadrantes; 508-II-S. E.; 533-I, los cuatro cuadrantes; 793-I-S. O. y N. O.; 793-III-N. E.; 793-IV-N. E. y S. E.; 902-III, los cuatro cuadrantes, y 978-IV-N. E. y S. E.

369. Además del *Mapa Militar de España* en 1 : 100.000 y del *Mapa Itinerario Militar* en 1 : 200.000; este Centro, tiene publicados algunos trabajos especiales, y levantados, pero sin publicar, un número gran-

de de trabajos de fronteras y plazas, en escalas de 1 : 5.000 a 1 : 20.000.

Recientemente ha publicado en 1 : 5.000 el levantamiento del Campamento de Carabanchel, con equidistancia de curvas de dos metros, que satisface todas las necesidades de instrucción en los cursos de las Escuelas de Tiro.

OBRAS DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

370. De los mapas y planos publicados por el Instituto Geográfico y Catastral, pueden interesar, desde el punto de vista artillero, los siguientes:

Mapa topográfico nacional.—Su escala es 1 : 50.000 habiéndose empleado la representación por curvas de nivel. La equidistancia métrica entre éstas es 20 metros, estando referidas las altitudes al nivel medio del mar en Alicante, al cual se le asigna una cota cero. Figurando en el mapa los puntos cuya altitud es un número exacto impar de decámetros, puede llegarse a interpolar las curvas de nivel correspondientes a dichas altitudes.

El número de hojas que comprende el mapa es 1.078, no todas publicadas hasta la fecha, tomándose como punto de origen para contar las longitudes y latitudes de los puntos contenidos en el mapa, el de intersección del meridiano y paralelo que pasan por el Observatorio Astronómico de Madrid. El trapecio elipsoidal circunscripto está determinado por los meridianos de longitudes 6° Oeste y 9° Este y los paralelos de 36° y 43° 40' de latitud Norte.

Las dimensiones de cada hoja son 0,60 por 0,40 metros, que corresponden a una extensión superficial definida por 10' de arco de meridiano y 20' de arco de paralelo. El dibujo del plano está hecho en varios colores, y en cada hoja, el terreno que representa va encerrado en un marco cuyos lados están divididos y numerados de minuto en minuto sexagesimal. Existen en el marco de cada hoja unos pequeños rectángulos, rayados y en blanco, alternativamente, indicando cada uno 10" de longitud o de latitud.

Exteriormente al marco que encierra cada hoja hay un número que expresa su orden dentro del conjunto total, y para facilitar la colocación de la misma, un pequeño rectángulo, dividido en otros nueve numerados, indica la posición de la misma respecto a las otras ocho que le son contiguas. El rectángulo central de estos nueve más pequeños, presenta el mismo nú-

mero que la hoja y rayado su interior. Cada una de las hojas, exteriormente a su marco, lleva el nombre de la población más importante contenida en el terreno representado en la misma.

A continuación se incluye una relación de las hojas publicadas hasta el día:

N.º	Nombre	N.º	Nombre
6	San Salvador de Serantes.	118	Zurita.
12	Busto.	118 bis	Canejáin.
13	Avilés.	126	Vega de Espinareda.
14	Gijón.	127	Noceda.
15	Lastres.	128	Riello.
21	La Coruña.	129	La Robla.
27	Tineo.	130	Vegas del Condado.
28	Grado.	131	Cistierna.
29	Oviedo.	132	Castrejón de la Peña.
30	Villaviciosa.	133	Prádamos de Ojeda.
31	Ribadesella.	134	Polientes.
32	Llanes.	135	Sedano.
33	Comillas.	136	Oña.
34	Torrelavega.	137	Miranda de Ebro.
36	Castrourdiales.	138	La Puebla de Arganzón.
45	Betanzos.	139	Eulate.
52	Abadía.	140	Estella.
53	Mieres.	141	Pamplona.
57	Cabezón de la Sal.	142	Aoiz.
58	Los Corrales de Buelna.	143	Navascués.
59	Villacarriedo.	144	Ansó.
78	Pola de Lena.	145	Sallent.
80	Burón.	146	Bujaruelo.
82	Tudanca.	148	Bossot.
83	Reinosa.	149	Isil.
84	Espinosa de los Monteros.	150	Noarre.
90	Sumbilla.	158	Ponferrada.
91	Valcarlos.	159	Bembibre.
91 bis	Mendizar.	160	Benavides.
102	Los Barrios de Luna.	161	León.
103	La Pola de Gordón.	162	Gradefes.
104	Boñar.	163	Villamizar.
105	Riaño.	164	Saldaña.
106	Camporredondo de Alba.	165	Herrera de Pisuerga.
107	Barruelo de Santullán.	167	Montorio.
108	Las Pozas.	168	Briviesca.
109	Villarcayo.	170	Haro.
110	Medina de Pomar.	171	Viana.
111	Orduña.	172	Alló.
112	Vitoria.	173	Tafalla.
114	Alsasua.	174	Sangüesa.
115	Gulina.	175	Sigües.
116	Garralda.	176	Jaca.
117	Ochagavía.	177	Biescas.

N.º	Nombre	N.º	Nombre
178	Broto.	253	Orgaña.
180	Benasque.	254	Gosol.
181	Esterri de Aneu.	256	Ripol.
182	Tirvia.	257	Olot.
191	Silván.	259	Rosas.
192	Lucillo.	267	Puebla de Sanabria.
193	Astorga.	268	Mollerueias.
194	Santa María del Páramo.	269	Arrabalde.
195	Mansilla de las Mulas.	271	Valderas.
196	Sahagún.	273	Palencia.
197	Carrión de los Condes.	274	Torquemada.
198	Osorno.	275	Santa María del Campo.
199.	Sasamón.	276	Lerma.
200	Burgos.	277	Covarrubias.
201	Belorado.	278	Canales.
202	Santo Domingo de la Calzada.	279	Lumoreras.
203	Nájera.	280	Enciso.
205	Lodosa.	281	Cervera del Río Alhama.
206	Peralta.	282	Tudela.
207	Sos del Rey Católico.	283	Fustiñana.
208	Uncastillo.	284	Egea de los Caballeros.
209	Agüero.	285	Almudébar.
210	Yebra de Basa.	286	Huesca.
211	Boltaña.	287	Barbastro.
212	Campo.	288	Fanz.
213	Bisaurri.	289	Benabarre.
214	Sort.	290	Isona.
215	Seo de Urgel.	291	Oliana.
216	Bellver.	292	San Lorenzo de Morunys.
217	Puigcerdá.	303	Verín.
218	Molló.	304	Hermisende.
219	Massanet.	305	Calabor.
231	La Bañeza.	309	Villalpando.
232	Villamazán.	310	Medina de Rioseco.
233	Valencia de Don Juan.	311	Dueñas.
234	Villada.	312	Baltanás.
235	San Cebrián de Campos.	313	Antigüedad.
236	Astudillo.	314	Cilleruelos de Abajo.
237	Castrogeriz.	315	Santo Domingo de Silos
238	Villagonzalo de Pedernales.	316	Quintanar.
239	Pradoluengo	317	Vinuesa.
240	Escaray.	318	Almarza.
241	Anguiano.	319	Agreda.
242	Munilla.	320	Tarazona.
244	Alfaro.	321	Tauste.
245	Sábada.	322	Remolinos.
246	Luna.	323	Zuera.
247	Ayerbe.	324	Grañén.
248	Apiés.	325	Peralta de Alcofea.
249	Alqueza.	328	Artesa de Segre.
250	Graus.	329	Pons.
251	Arán.	330	Cardona.
252	Tremp.	334	Gerona.

N.º	Nombre	N.º	Nombre
335	Palafrugell.	399	Rueda.
340	Manganeses de Lampreana.	400	Portillo.
341	San Pedro de Lasarte.	401	Cuéllar.
343	Cigales.	402	Olombrada.
344	Esguevillas.	403	Maderuelo.
345	Roa.	404	Ayllón.
346	Aranda.	405	Berlanga.
347	Peñaranda.	406	Almazán.
348	Fuentearmegil.	407	Morón.
349	Cabrejas del Pinar.	409	Calatayud.
350	Soria.	410	La Almunia.
351	Olvega.	411	Longares.
352	Tabuenca.	412	Piña.
353	Pédrola.	413	Gelsa.
354	Alagón.	414	Bujaraloz.
355	Leciñema.	415	Mequinenza.
356	Lanaja.	416	Mayals
357	Sariñena.	417	Espluga.
358	Almacellas.	418	Montblanch.
359	Balaguer.	419	Villafranca.
360	Belvis.	420	San Baudilio.
361	Guisona.	421	Barcelona.
362	Calaf.	425	Villamor.
363	Manresa.	427	Medina del Campo.
366	San Feliú de Guixols.	428	Olmedo.
369	Coreses.	429	Navas de Oro.
370	Toro.	430	Cantalejo.
371	Tordesillas.	431	Sepúlveda.
372	Valladolid.	432	Riaza.
373	Quintanilla de Abajo.	433	Atienza.
374	Peñafiel.	434	Barnona.
375	Fuentelcésped.	435	Arcos.
376	San Esteban de Gormaz.	436	Alhama.
377	El Burgo.	437	Ateca.
378	Quintana.	438	Paniza.
379	Gomara.	439	Azuara.
380	Borobia.	440	Belchite.
381	Illuesa.	441	Hijar.
382	Espila.	442	Caspe.
383	Zaragoza.	443	Fabara.
384	Fuentes de Ebro.	444	Flix.
385	Castejón de Monegros.	445	Cornadella.
386	Peñalva.	446	Valls.
387	Fraga.	447	Villanueva.
388	Lérida.	448	Gavá.
389	Tárrega.	454	Madrigal de las Altas Torres
390	Cervera.	455	Arévalo.
391	Igualada.	456	Navas de la Asunción.
392	Sabadell.	457	Turégano.
393	Mataró.	458	Prádena.
394	Calella.	459	Tamajón.
397	Zamora.	460	Hiendelaencina.
398	Castronuño.	461	Sigüenza.

N.º	Nombre	N.º	Nombre
462	Maranchón.	532	Las Navas del Marqués.
463	Milmarcos.	533	San Lorenzo de El Escorial.
464	Uset.	534	Colmenar Viejo.
465	Daroca.	535	Algete.
466	Blesa.	536	Guadalajara.
467	Muniesa.	537	Auñón.
468	Albalate.	538	Valdeolivas.
469	Alcañiz.	539	Peralejos.
470	Gandesa.	540	Checa.
471	Mora.	541	Santa Eulalia.
472	Reus.	542	Alfambra.
473	Tarragona.	543	Villarluenga.
478	Salamanca.	544	Forcall.
480	Fontiveros.	545	Morella.
482	Valverde del Majano.	546	Uldecona.
483	Segovia.	547	Alcanar.
484	Buitrago.	551	Martiago.
485	Valdepeñas de la Sierra.	552	Miranda del Castañar.
486	Jadraque.	555	Navaltargordo.
487	Ledanca.	556	Navaluenga.
488	Ablanque.	557	San Martín de Valdeiglesias.
489	Molina.	558	Villaviciosa de Odón.
490	Odón.	559	Madrid.
491	Calamocha.	560	Alcalá de Henares.
492	Segura.	561	Pastrana.
493	Oliete.	562	Sacedón.
494	Calanda.	563	Priego.
495	Castellseras.	564	Fuentesecusa.
496	Orta.	565	Tragacete.
497	Perelló.	566	Cella.
498	Hospitalet.	567	Teruel.
503	Las Veguillas.	568	Alcalá de la Selva.
505	Mirueña.	569	Mosqueruela.
506	Cardeñosa.	578	Arenas de San Pedro.
507	El Espinar.	579	Sotillo de la Adrada
508	Cercedilla.	580	Méntrida.
509	Torrelaguna.	581	Navalcarnero.
510	Marchamalo.	582	Getafe.
511	Brihuega.	583	Arganda.
512	Cifuentes.	584	Mondéjar.
513	Zaorejes.	585	Almonacid de Zorita.
514	Taravilla.	586	Gascueña.
515	El Pobo.	587	Majadas.
516	Monreal del Campo.	588	Zafrilla.
517	Argente.	589	Terriente.
518	Montalbán.	590	La Puebla de Valverde.
519	Aguaviva.	591	Mora de Rubielos.
520	Peñarrolla de Testavins.	601	Navaleán.
521	Beceite.	602	Navamorcuende.
522	Tortosa.	603	Escalona.
523	Buda.	604	Villaluenga.
531	Avila.	605	Aranjuez.

N.º	Nombre	N.º	Nombre
606	Chinchón.	708	Santa Quitèria.
607	Tarancón.	709	Anchuras.
608	Huete.	710	Retierta.
609	Villar de Olalla.	711	Las Guadalerzas.
610	Cuenca.	712	Madridejos.
611	Cañete.	713	Alcázar de San Juan.
612	Ademuz.	714	Campo de Criptana.
613	Camarena.	715	El Provencio.
614	Manzanera.	716	San Clemente.
625	Lagartera.	717	Quintanar.
626	Calera.	718	Iniesta.
627	Talavera del Tajo.	726	Pino de Valencia.
628	Torrijos.	727	Alburquerque.
629	Toledo.	733	Castilblanco.
630	Yepes.	734	Villar de los Montes.
631	Ocaña.	735	Fontanarejo.
632	Horcajo de Santiago.	736	Malagón.
633	Palomares.	737	Villarrubias.
634	San Lorenzo de la Parrilla.	738	Villarta.
635	Fuentes.	739	Alameda.
636	Villar del Humo.	740	Villarrobledo.
637	Landete.	741	Minaya.
653	Valdeverdeja.	742	La Roda.
654	El Puente del Arzobispo.	743	Madrigueras.
655	Navalmorales.	744	Casas Ibáñez.
656	Gálvez.	751	Villar.
657	Sonseca.	752	Mirandillas.
658	Mora.	753	Minjadas.
659	Lillo.	754	Madrigalejo.
660	Corral de Almaguer.	755	Navalvillar de Pela.
661	Villarejo de Fuentes.	756	Herrera del Duque.
662	Valverde del Júcar.	757	Puebla de Don Rodrigo.
663	Valera de Abajo.	758	El Chiquero.
664	Enguidanos.	759	Piedrabuena.
665	Mira.	760	Daimiel.
674	Sever.	761	Los Romeros.
675	Santiago del Carbajo.	762	Tomelloso.
682	Sevilleja de la Jara.	763	Socuéllamos.
683	Espinoso del Rey.	764	Munera.
684	Navahermosa.	765	La Gineta.
685	Orgaz.	766	Valdeganga.
686	Turleque.	767	Carcelén.
687	Villacañas.	775	Badajoz.
688	Quintanar de la Orden.	776	Montijo.
689	Belmonte.	777	Mérida.
690	Santa María del Campo Rus.	778	Don Benito.
691	Montilla.	779	Villanueva de la Sere
692	Campillo.	780	Puebla de Alcocer.
701	Valencia de Alcántara.	781	Siruela.
702	San Vicente de Alcántara.	782	Valdemanco.
703	Arroyo del Puerco.	783	Abenójа.
704	Cáceres.	784	Ciudad Real.

N.º	Nombre	N.º	Nombre
785	Almagro.	868	Isso.
786	Manzanares.	879	Fuenteovejuna.
787	Alhambra.	880	Espiel.
788	El Bonillo.	881	Villanueva de Córdoba.
789	Lezuza.	882	Venta de Cardeña.
790	Albacete.	883	Virgen de la Cabeza.
791	Chinchilla de Montearagón.	884	La Carolina.
792	Alpera.	885	Santisteban del Puerto.
801	Olivenza.	886	Beas de Segura.
802	La Albuera.	887	Orcera.
803	Almendralejo.	888	Yetas.
804	Oliva de Mérida.	890	Calasparra.
805	Castuera.	897	Monesterio.
806	Cabeza del Rey.	899	Guadalcanal.
807	Chillón.	900	La Cardenchosa.
808	Almadén.	901	Villaviciosa de Córdoba
809	Tirteafuera.	902	Adamuz.
810	Almodóvar del Campo.	903	Montoro.
811	Moral de Calatrava.	904	Andújar.
812	Valdepeñas.	905	Linares.
813	Infantes.	906	Ubeda.
814	Villanueva de la Fuente.	907	Villacarrillo.
815	Robledo.	908	Pontones.
816	Peñas de San Pedro.	909	Nerpio.
817	Pétrola.	910	Caravaca.
827	Alconchel.	912	Mula.
828	Barcarrota.	913	Orihuela.
829	Villafranca.	914	Guardamar del Segura.
830	Hornachos.	919	Almadén.
831	Zalamea de la Serena.	920	Constantina.
832	Monterrubio de la Serena.	921	Las Navas de la Concepción
833	Hinojosa del Duque.	922	Santa María de Tras Sierra
834	Don Benito.	923	Córdoba.
835	Fontanarejo.	924	Bujalance.
836	Mestanza.	925	Porcuna.
837	Viso del Marqués.	926	Menjíbar.
838	Santa Cruz de Mudela.	927	Baeza.
839	Torre de Juan Abad.	928	Cazorla.
840	Bienservida.	929	San Clemente.
841	Alcaraz.	930	Puebla de Don Fadrique.
842	Lietor.	931	Zarcilla.
843	Hellín.	933	Alhama.
857	Valsequilla.	934	Murcia.
858	El Viso.	935	Torrevieja.
859	Pozoblanco.	940	Castilblanco.
860	Fuencaliente.	941	Ventas Quemada.
861	Solana del Pino.	942	Palma del Río.
862	Santa Elena.	943	Posadas.
863	Aldeaquemada.	944	Espejo.
864	Montizón.	945	Castro del Río.
865	Silea.	946	Martos.
866	Yeste.	947	Jaén.
867	Elche de la Sierra.	948	Torres.

N.º	Nombre	N.º	Nombre
949	Pozo-Alcón.	1.022	Campillos.
950	Huescar.	1.023	Antequera.
951	Orce.	1.024	Archidona.
955	Fuente Alamo.	1.025	Loja.
956	San Javier.	1.026	Padul.
962	Alcalá del Río.	1.027	Güejar de la Sierra.
963	Lora del Río.	1.028	Aldeire.
964	La Campana.	1.034	Lebrija.
965	Ecija.	1.035	Montellano.
966	Montilla.	1.036	Olvera.
967	Baena.	1.037	Teba.
968	Alcaudete.	1.038	Ardales.
969	Valdepeñas de Jaén.	1.039	Colmenar.
970	Huelma.	1.040	Zafarraya.
971	Freila.	1.041	Durcal.
972	Cullar.	1.042	Lanjarón.
973	Chirivel.	1.047	San Lucas de Barrameda.
978	Llano.	1.048	Jerez de la Frontera.
984	Sevilla.	1.049	Arcos de la Frontera.
985	Carmona.	1.050	Ubrique.
986	Marchena.	1.051	Ronda.
987	El Rubio.	1.052	Alora.
988	Puentegenil.	1.054	Vélez-Málaga.
989	Lucena.	1.055	Motril.
990	Alcalá la Real.	1.056	Albuñol.
991	Iznalloz.	1.061	Cádiz.
992	Moreda.	1.062	Paterna de la Rivera.
993	Gor.	1.063	Algar.
994	Baza.	1.064	Cortes de la Frontera.
1.002	Dos Hermanas.	1.065	Marbella.
1.003	Utrera.	1.066	Fuengirola.
1.004	Parada.	1.067	Torre Molinos.
1.005	Osuna.	1.068	San Fernando.
1.006	Benamejí.	1.069	Medina Sidonia.
1.007	Rute.	1.070	Alcalá de los Gazules.
1.008	Montefrío.	1.071	Jimena.
1.009	Granada.	1.072	Estepona.
1.010	Lapeza.	1.073	Veger.
1.011	Guadix.	1.074	Las Habas.
1.012	Fiñana.	1.075	San Roque.
1.019	Los Palacios.	1.076	Los Pajares.
1.020	El Coronil.	1.077	Tarifa.
1.021	El Morón.	1.078	La Línea.

Expresando solamente la planimétrica, y en escala 1 : 200.000, tiene publicados el Instituto Geográfico y Catastral los mapas corográficos de algunas provincias, y en escala 1 : 25.000 los de diversos términos municipales. Entre los primeros hay algunos que contienen datos altimétricos.

OTROS MAPAS O CARTAS ESPAÑOLES

371. Como trabajos oficiales, existen también en España los mapas o cartas de la Dirección de Hidrografía del Ministerio de Marina, donde se representan solamente zonas estrechas de la costa. Contienen la planimetría del terreno representado y sólo ligeras indicaciones respecto a la altimetría.

372. Trabajos que aun no siendo oficiales, resultan todavía muy estimados, son los mapas corográficos de Coello. Son estos mapas muy antiguos. Su escala es 1 : 200.000 y sólo contienen las altitudes de los puntos principales del terreno representado.

373. Además de los indicados, y con carácter oficial o privados, puede contarse con un gran número de mapas y planos del territorio de nuestra Península, pero en las aplicaciones artilleras carecen generalmente de valor.

DIMENSIONES DE LAS HOJAS

DEL

MAPA MILITAR DE ESPAÑA

Número de las hojas	Base menor — Metros	Base mayor — Metros	Altura — Metros	Latitudes extremas de las hojas
Del número 1 al número 6	0,433716	0,436320	0,399984	48,40—48,80
» » 7 » » 21	0,436320	0,438912	0,399958	48,00—48,40
» » 22 » » 41	0,438912	0,441480	0,399933	47,60—48,00
» » 42 » » 65	0,441480	0,444036	0,399909	47,20—47,60
» » 66 » » 89	0,444036	0,446574	0,399883	46,80—47,20
» » 90 » » 113	0,446574	0,449088	0,399858	46,40—46,80
» » 114 » » 131	0,449088	0,451590	0,399833	46,00—46,40
» » 132 » » 149	0,451590	0,454074	0,399807	45,60—46,00
» » 150 » » 165	0,454074	0,456540	0,399783	45,20—45,60
» » 166 » » 180	0,456540	0,458988	0,399757	44,80—45,20
» » 181 » » 197	0,458988	0,461418	0,399733	44,40—44,80
» » 198 » » 217	0,461418	0,463824	0,399707	44,00—44,40
» » 218 » » 234	0,463824	0,466218	0,399682	43,60—44,00
» » 235 » » 252	0,466218	0,468594	0,399657	43,20—43,60
» » 253 » » 269	0,468594	0,470946	0,399631	42,80—43,20
» » 270 » » 283	0,470940	0,473280	0,399607	42,40—42,80
» » 284 » » 297	0,473280	0,475602	0,399581	42,00—42,40
» » 298 » » 311	0,475602	0,477900	0,399557	41,60—42,00
» » 312 » » 323	0,477900	0,480186	0,399531	41,20—41,60
» » 324 » » 333	0,480186	0,48 436	0,399506	40,80—41,20
» » 334 » » 342	0,482436	0,484680	0,399481	40,40—40,80
» » 343 » » 345	0,484680	0,486906	0,399456	40,00—40,40

CAPITULO XL

CARTOGRAFÍA EXTRANJERA

Cartografía francesa.

374. *Carta del Estado Mayor.*—Su escala es 1 : 80.000 establecida según la proyección de Bonne, habiéndose adoptado el sistema de trazos para representar el terreno. Va impresa en negro y todo el territorio de Francia comprendido en 274 hojas de 0,80 m. × 0,50 metros que representan 64 kilómetros de longitud por 40 kilómetros de latitud. El punto origen de la carta está situado cerca de Aurillac y las líneas del cuadro que encierra cada hoja son paralelas al meridiano de origen y a la tangente al paralelo que pasa por dicho punto. Según esto, los bordes laterales del cuadro no dan la dirección del Norte-Sur geográfico, pero tanto los meridianos como los paralelos están trazados con línea muy fina sobre la carta y con diez minutos de separación entre dos consecutivos.

La precisión planimétrica con esta carta es satisfactoria en los puntos geodésicos que contiene, porque el error en la determinación de los mismos no excede de 30 metros, pero en los restantes puede llegar hasta 100 metros. En altimetría, fuera de los puntos que tienen expresada su cota, la carta no presenta ninguna garantía de precisión.

Una ampliación fotográfica a 1 : 50.000, de esta carta, provista de un cuadriculado Lambert, fué muy empleada durante la guerra para las determinaciones artilleras.

375. *Carta del Servicio Geográfico del Ejército.*—Está editada en colores, su escala es de 1 : 200.000 y tiene curvas de nivel. Existen dos tipos de esta carta; en el más antiguo las localidades están representadas por signos convencionales, siendo 40 metros la equidistancia entre las curvas. El tipo más moderno (edición de 1912), trae las localidades representadas con detalle y distingue las diversas clases de cami-

nos, habiéndose reducido a 20 metros la equidistancia entre las curvas.

Está compuesto de 87 hojas, cada una de las cuales contiene cuatro de la carta del Estado Mayor. Por la poca extensión del dibujo, es de frecuente aplicación en los Estados Mayores.

376. *Carta de Francia* en 1 : 100.000.—Se compone de 587 hojas y su confección ha sido dirigida por el *Servicio vecinal del Ministerio del Interior*. Está editada en cuatro colores, resultando excelente para estudiar los medios de comunicación, correos, telégrafos, teléfonos, ferrocarriles de una o más vías, importancia y estado de las carreteras, poblaciones, etc. Carece de curvas de nivel y la morfología del terreno está indicada por un difuminado que no da ninguna aproximación en el relieve.

ASS. *Carta del Servicio Geográfico* en 1 : 50.000.—Tiene por misión satisfacer todas las exigencias de los servicios públicos y su origen data de 1807. Se emplea en ella la proyección poliédrica y cada una de las 1.100 hojas que han de componer la carta, y de la cual tan sólo hay publicadas 63, tiene por dimensiones 0,40 × 0,35 metros. Los trabajos de levantamiento se hacen a 1 : 10.000 en el llano y a 1 : 20.000 en las regiones montañosas. La tirada se efectúa en ocho colores, y las curvas tienen equidistancia de 10 metros. Esta carta es la equivalente al Mapa Topográfico Nacional de España en 1 : 50.000.

378. Además de los anteriores, se han publicado en Francia una serie de trabajos parciales de provincias, capitales y sus alrededores, de Argelia y de Túnez. De Marruecos existe una carta provisional en 1 : 100.000 y una carta de reconocimiento en 1 : 200.000.

379. *Planos directores*.—A partir de la guerra de 1914, estos planos han tomado en Francia una importancia primordial y su conocimiento se hizo indispensable a todos los oficiales y clases de segunda categoría.

La carta en 1 : 80.000, proporciona suficientes datos para las necesidades militares de la época en que se hizo, pero en la última guerra resultó demasiado pequeña la escala, y las necesidades artilleras impusieron más precisión en la planimetría y una altimetría de que la carta del Estado Mayor carece. Especialmente para una guerra de frentes estabilizados tiene escaso valor dicha carta, y en cambio, son necesarias las de precisión que desde hace muchos años se vienen haciendo en todos los ejércitos para las plazas fuer-

tes, levantamientos que en España, lo mismo que en Francia, están a cargo de la Brigada Topográfica de Ingenieros.

Los franceses utilizaron estas cartas para sus primeros planos directores, y en las regiones donde no existían, los constituyeron por la reunión de planos catastrales a base de cánevas en que se fijaron los puntos geodésicos por el sistema Lambert, completándolos en lo posible por levantamientos que se habían efectuado con fines de ingeniería, ferrocarriles, etc., y por otros, efectuados expresamente para ponerlas al día. En la parte ocupada por el enemigo se completaron los planos con fotografías aéreas, informes de los observatorios terrestres y de los globos, interrogando prisioneros, capturando despachos telegráficos y mediante los servicios de localización topográfica y por el sonido.

380. Todos estos datos, reunidos, comprobados y discutidos en el Negociado del Estado Mayor encargado de este servicio, se comunicaban al *Grupo de cánevas de tiro*, donde se hacía la tirada de los planos y se enviaban a las unidades.

Todas las secciones topográficas de las diferentes armas tenían obligación de comunicar a este organismo cuantos informes pudieran servir para poner al día los planos.

La necesidad de mantener al día los planos impuso una extremada vigilancia del campo enemigo, descubriéndose así los preparativos de ataque, y con ello se pudo contrabatir a tiempo los trabajos en ejecución y los asentamientos de máquinas de guerra. Estas necesidades pusieron de relieve la utilidad de organizar el Servicio de Información de Artillería.

381. Se emplearon tres clases de planos directores.

1.º Para las necesidades de la Artillería, en 1 : 20.000, equidistancia de 20 metros, internándose por lo menos 10 kilómetros en las líneas enemigas.

2.º Para el mando y los Estados Mayores, plano de 1 : 10.000 con equidistancia de cinco metros. Estos planos, en los cuales figuran detalles de las organizaciones enemigas hasta seis kilómetros de profundidad, eran distribuídos hasta los capitanes de compañía.

3.º Croquis de ataque en 1 : 5.000, limitados a las primeras líneas enemigas hasta tres kilómetros de profundidad. Eran destinados a la Infantería, distribuyéndose hasta los jefes de sección.

Las cartas en 1 : 50.000, cuadriculadas en rojo, su-

plían en los primeros días después de un avance, la falta de planos directores.

382. Cada hoja del plano director lleva el valor de la declinación en su zona, con el fin de utilizarlo en la orientación geográfica de los aparatos topográficos.

Todos los planos directores iban cuadriculados al kilómetro, numerándose cada línea con el número de kilómetros que la separan del origen elegido, y orientadas unas de Norte a Sur y las otras de Este a Oeste, formando un verdadero sistema de coordenadas rectangulares.

Los cuadros de estos planos no llevan adornos ni datos de longitud y altitud, limitándose a los números de los kilómetros, conteniendo en cambio la fecha y el nombre de los que realizaron los trabajos. Algunos de estos planos provenían de una ampliación fotográfica de la carta en 1 : 80.000.

383. *Cuadriculado y utilización de los planos directores franceses.*—Con objeto de evitar el empleo de las coordenadas geográficas con sus complicaciones de unidades angulares y submúltiplos, se recurrió a los cuadriculados, que permiten designar un punto por coordenadas numéricas, método concreto, sencillo y rápido, muy adecuado para las necesidades de la guerra.

Se sustituyeron los meridianos y paralelos por un cuadriculado que no tiene ninguna significación geográfica, y que toma por base los ejes de la proyección Lambert. Durante la guerra el paralelo origen empleado fué el 55° y el meridiano el 6°. Este de París, encontrándose su intersección cerca de Kaiseriautern en el Palatinado. Esta elección permitió tener deformaciones en longitud inferiores a 1 : 20.000, entre la frontera suiza y el Norte de Bélgica, es decir, en el frente de operaciones. Por la misma razón, para las zonas alejadas del paralelo 55° se impuso la elección de otros orígenes, encuadrando finalmente todo el territorio francés en los cuatro sistemas siguientes, que tienen su representación en la figura número 216.

1.° Sistema empleado durante la guerra comprendiendo parte de la zona Norte. Es el antes mencionado; abarca la región situada al Norte del paralelo 53° 5, y al Este del meridiano 2°. Se conserva por aprovechar los planos existentes.

2.° *Sistema Lambert I* (Zona Norte).—El origen está en el punto de coordenadas Lo = 55° y Mo = 0° y comprende la región situada al Norte del paralelo 53° 5, y al Oeste del meridiano 2°. Entre éste y el anterior comprende la zona Norte.

3.° *Sistema Lambert II* (Zona Central).—El origen está en el punto Lo = 52^{G} y Mo = 0^{G}, y comprende la región situada entre los paralelos 50^{G} 5 y 53^{G} 5.

4.° *Sistema Lambert III* (Zona Sur).—El origen de éste está en el punto Lo = 49^{G} y Mo = 0^{G} y comprende toda la parte de Francia situada al Sur del paralelo 50^{G} 5.

Las líneas del cuadriculado van numeradas de izquierda a derecha y de abajo a arriba.

384. *Designación de puntos por sus coordenadas.*—La cuadrícula que contiene el punto *P* (fig. 217), deja ya conocer las coordenadas kilométricas del mismo, las cuales no son otras que las correspondientes al vértice inferior izquierdo *A* de la cuadrícula mencionada y precisamente los valores que determinan esta última. Dichas coordenadas kilométricas resultan ser 264-321, siendo preciso añadir a éstas los valores en hectómetros y decámetros de la abscisa y ordenada de *P*, con respecto al origen de *A*, para tener las coordenadas de *P*. Así las coordenadas totales son

$$X_m = 264.610 \quad e \quad Y_m = 321.380$$

donde se han redondeado los metros a decámetros.

Los puntos cuya situación no es exactamente conocida se designan por zonas, a cuyo fin se prescinde de la cifra de los decámetros, redondeando a hectómetros, y se denominan *coordenadas hectométricas*. Cuando el plano que se maneja no tiene más de 10 kilómetros de extensión, se prescinde de las cifras de las centenas y decenas de kilómetros en la designación de las líneas del cuadriculado, empleando únicamente las de las unidades; en esta forma el punto anterior queda designado por 46-14.

Si el plano comprende más de 10 kilómetros de extensión y menos de 100, se prescinde sólo de las centenas de kilómetros, y quedan seis cifras para la designación de un punto, en la siguiente forma para el del ejemplo: 646-214.

Algunos planos designan los cuadros por un número colocado en su centro, de manera semejante a los ingleses y como se hace en los planos directores parciales en España. Este procedimiento es ventajoso, pues se encuentra con más facilidad el cuadro, y no se precisa desplegar todo el plano para buscar la numeración de las líneas en los márgenes.

385. *Deducción de la dirección Norte-Sur del cua-*

driculado en función del Norte magnético de la declinación del lugar.—Como el meridiano 6G, era el origen del cuadriculado Lambert, empleado durante la guerra, y paralelas a él las líneas Norte-Sur del cuadriculado, resulta, como consecuencia, que estas líneas no convergen en el Polo, es decir, que no van en la dirección del Norte geográfico. Observando la figura 218, se comprueba que cuanto más se aleje un meridiano terrestre del meridiano base Lambert, mayor será el ángulo que forme con la dirección *N-S*, del cuadriculado. La declinación o ángulo formado por las direcciones *N.* geográfico y *N.* magnético, crece en Francia al alejarse hacia el Oeste, y su valor para el centro de cada hoja del plano en determinada fecha va indicado con un croquis como el de la figura 219. Si se desea tener el ángulo *b* que forma la aguja imanada con la paralela del eje del sistema Lambert que pasa por el punto *M*, es preciso añadir o restar un término correctivo *a* que depende de la longitud y que es nulo para los puntos del meridiano 6G sobre el cual se encuentra el origen de las coordenadas del cuadriculado.

El valor de *a* se determina con la siguiente tabla:

LONGITUD OESTE

x	8G	7G	6G	5G	4G.	3G	2G	1G
a	10G74	9G78	9G22	8G46	7G70	6G94	6G18	5G32

LONGITUD ESTE

x	0G	1G	2G	3G	4G	5G	6G
a	4G56	3G80	3G04	2G28	1G52	0G76	0G

Si el punto *M* está al *O* del meridiano 6G como sucede en toda Francia, se resta el valor *a*, de la declinación.

El procedimiento a seguir será, pues, una vez determinada la dirección del Norte magnético y conocida la declinación, hallar el Norte Geográfico, y restando del mismo el valor *a*, se obtiene la dirección del Norte Lambert, o bien se puede determinar el ángulo *b*, por diferencia entre la declinación y el valor *a*, y es suficiente sumarlo a la dirección Norte magnético, para tener la del cuadriculado Lambert.

Con los datos anteriormente expuestos se está en condiciones de manejar los planos directores franceses.

386. *Cánevas de conjunto de la Artillería.*—Durante la guerra, los grupos de «Cánevas de Tiro», organizados en cada ejército, ayudados por todos los oficiales orientadores, establecieron este levantamiento, que permitía deducir todos los datos topográficos necesarios para el tiro de la Artillería con una gran precisión (2 ó 3 metros para los puntos y de 2 a 3 minutos centesimales para las direcciones), precisión muy superior a la que daban las cartas y planos directores, resultando un plano muy útil para la técnica artillera.

En este trabajo figuraban:

1.° *Puntos de puntería,* constituídos por *señales naturales,* con preferencia los puntos geodésicos de la región sobre los que se apoya el cánevas, y *señales artificiales* repartidas en la zona de despliegue de las baterías y en la de los objetivos. Estos puntos se escogían en asentamientos adecuados según su visibilidad, y su densidad era tanto mayor cuanto más cerca se esté del frente de operaciones y más cerrada a las vistas fuese su zona (por lo menos un punto por cada 2 ó 3 kilómetros cuadrados).

2.° *Referencias en el terreno,* indispensables en las regiones de bosques y aun en terrenos despejados cuando la visibilidad es defectuosa. Se distribuyen según itinerarios efectuados en la zona de despliegue de la Artillería, separados de 100 a 300 metros, y constituídos por piquetes sólidamente clavados y referidos a objetos fácilmente reconocibles.

3.° *Estaciones de declinación,* utilizadas por los artilleros para declinar sus instrumentos magnéticos. Están repartidas en la zona de las baterías o a retaguardia en la proximidad de los caminos de acceso a las poblaciones a ocupar.

4.° *Direcciones referencia de conjunto,* establecidas en la zona de las baterías y constituídas por alineaciones materializadas con jalones sobre el terreno y sobre los cuales se inscribe un número y el valor del rumbo.

Todos estos datos se proporcionaron a la Artillería bajo forma de *listas* o *estados* y *esquemas*, que se imprimían sobre las cartas en 1 : 50.000, y llevaban fuera los valores numéricos de las coordenadas y de los rumbos, así como todas las indicaciones necesarias para buscar por referencias los puntos y jalones de las direcciones puestas en el terreno.

Cartografía portuguesa.

387. *Mapa topográfico en* 1 : 100.000. Tiene curvas de nivel, siendo 50 metros la equidistancia métrica.

Actualmente se está confeccionando otro mapa topográfico en escala 1 : 50.000, que no es otra cosa que una ampliación del anterior, editada en colores y con equidistancia de 25 metros en las curvas.

Además de los anteriores existe un *mapa itinerario militar* en escala 1 : 250.000.

FIGURAS

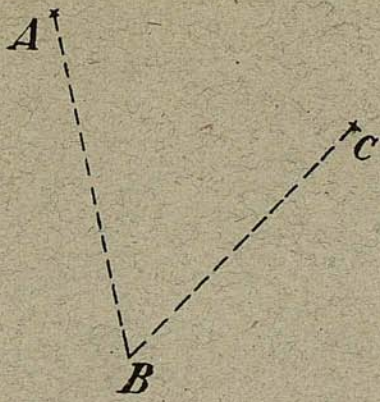


Fig. 145

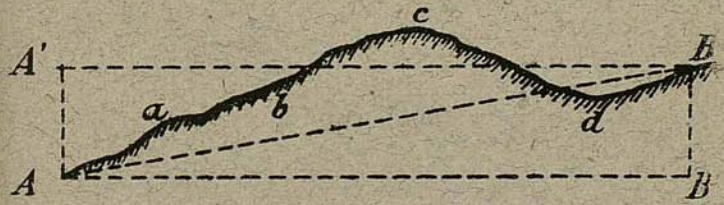
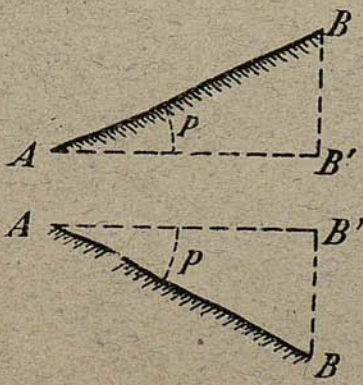


Fig. 146



Figs. 147-148

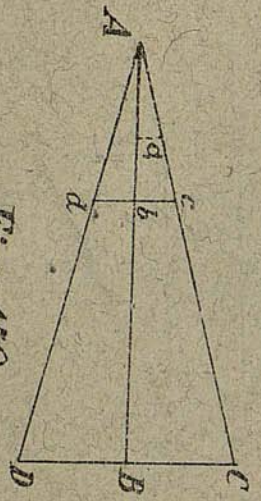


Fig. 150

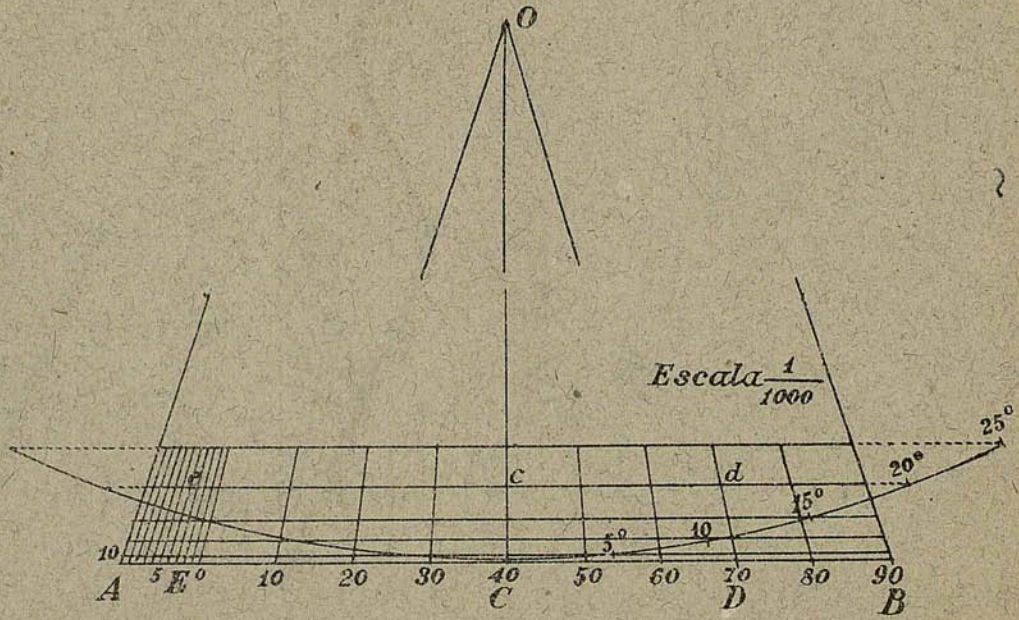


Fig. 149

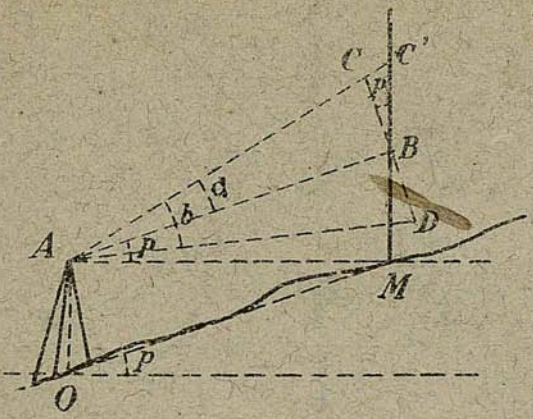


Fig. 151

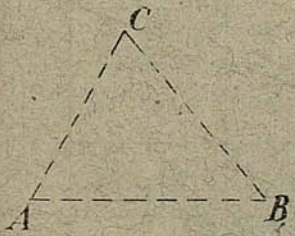


Fig. 152

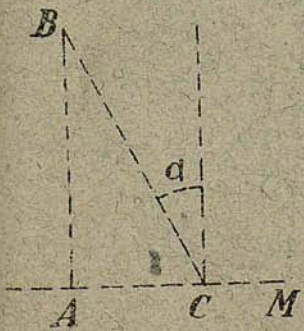


Fig. 153

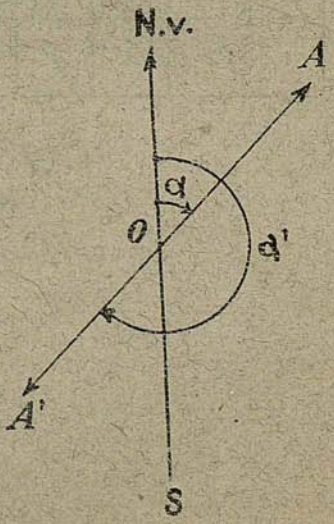


Fig. 154

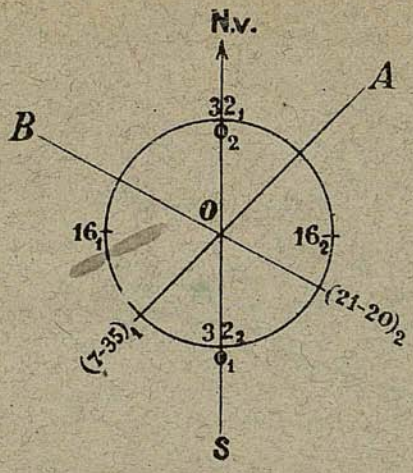


Fig.155

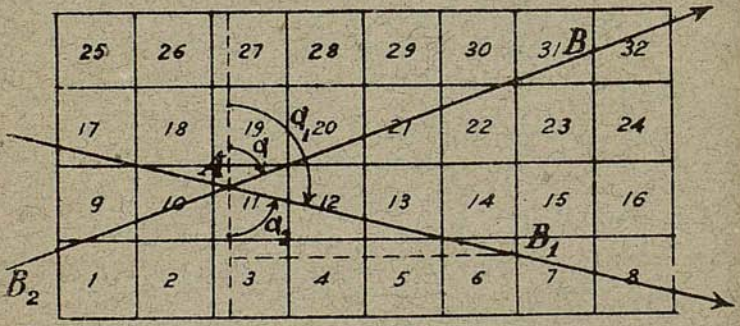
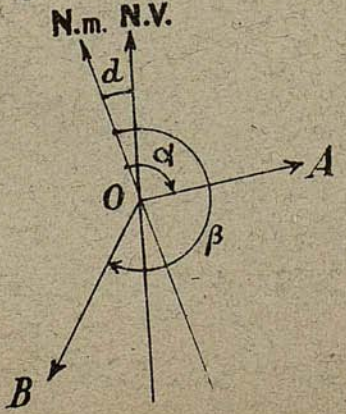


Fig.156



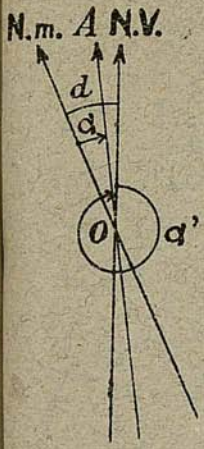


Fig. 158

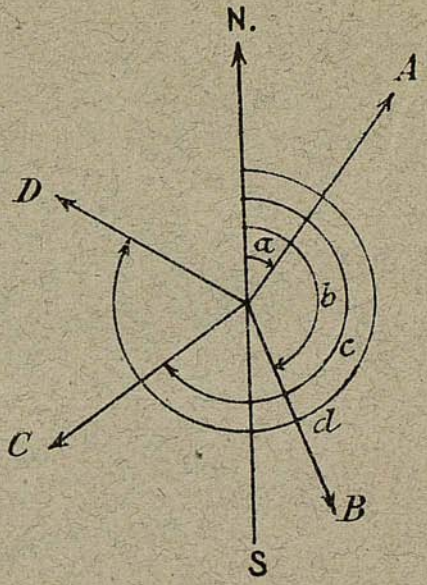


Fig. 159

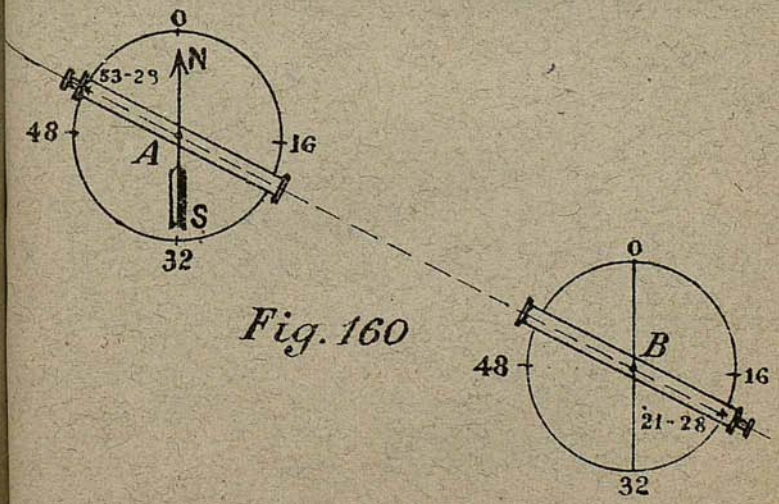


Fig. 160

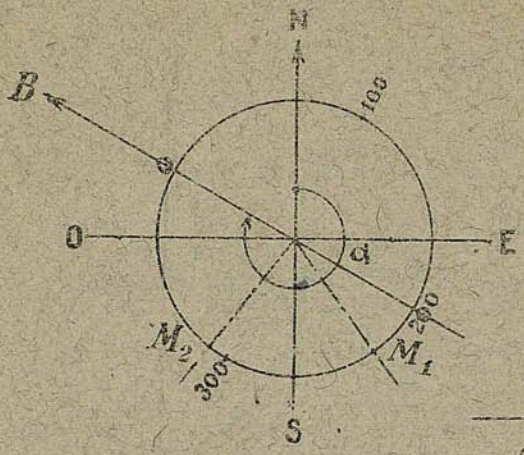


Fig. 161

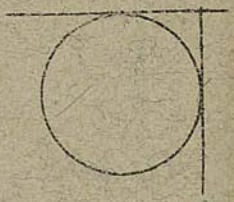


Fig. 164

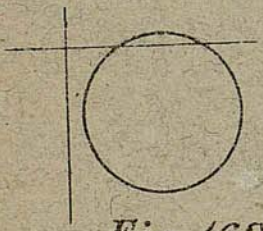


Fig. 162

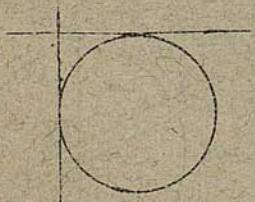


Fig. 163

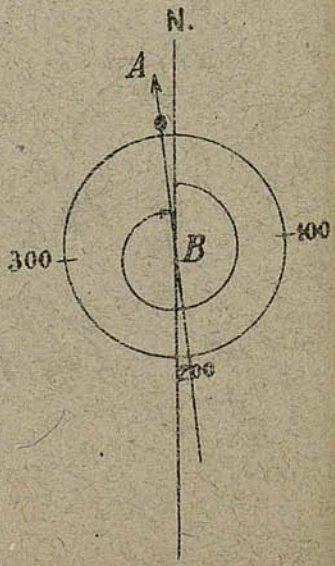


Fig. 165

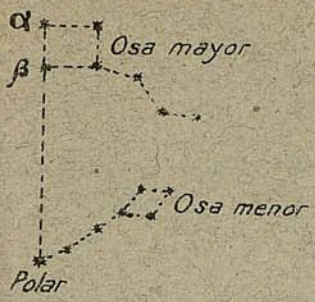


Fig. 166

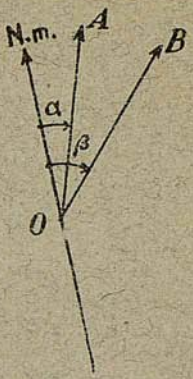


Fig. 169

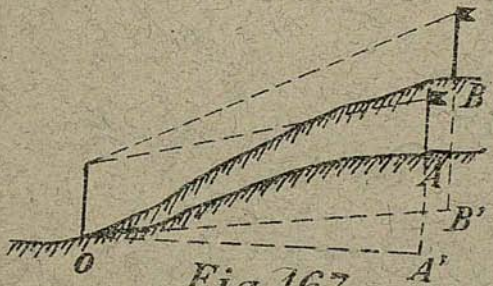


Fig. 167

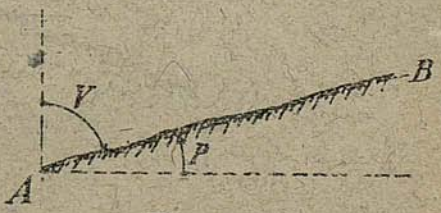


Fig. 170

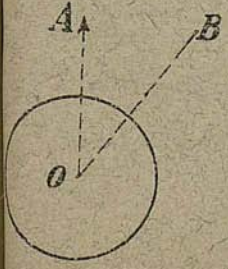


Fig. 168

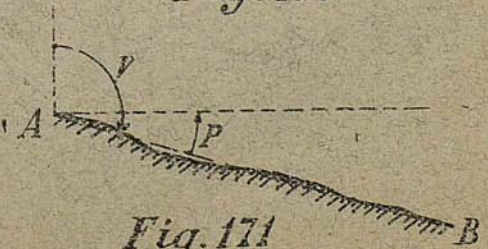


Fig. 171

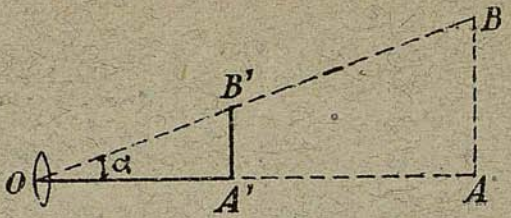


Fig. 172

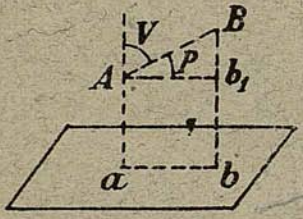


Fig. 173

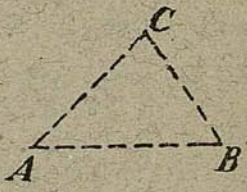


Fig. 176

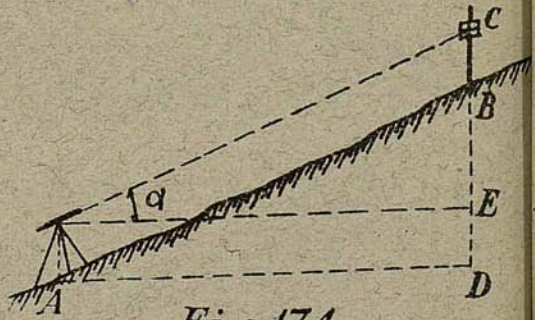


Fig. 174

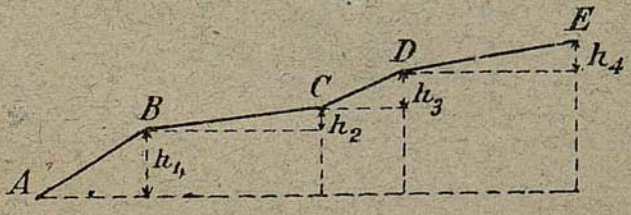


Fig. 175

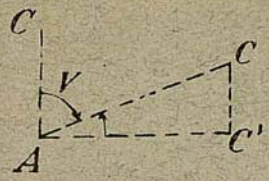


Fig. 177

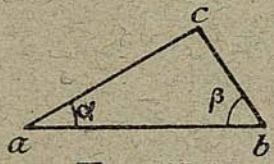


Fig. 179

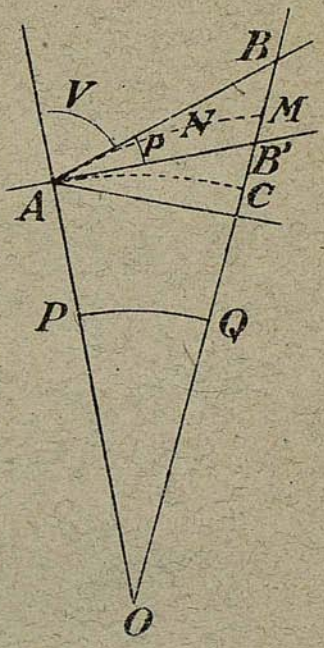


Fig. 178

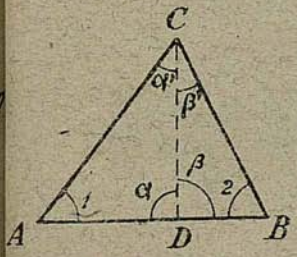


Fig. 180

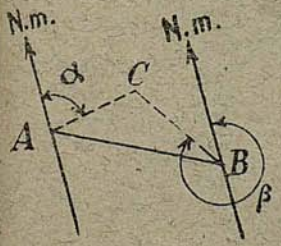


Fig. 181

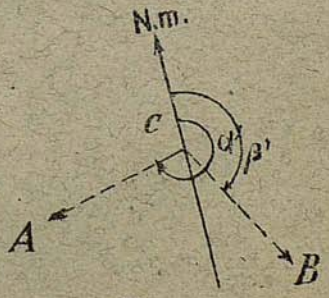


Fig. 182

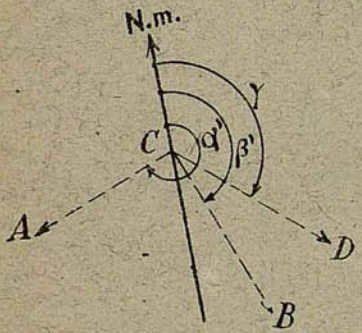


Fig. 183

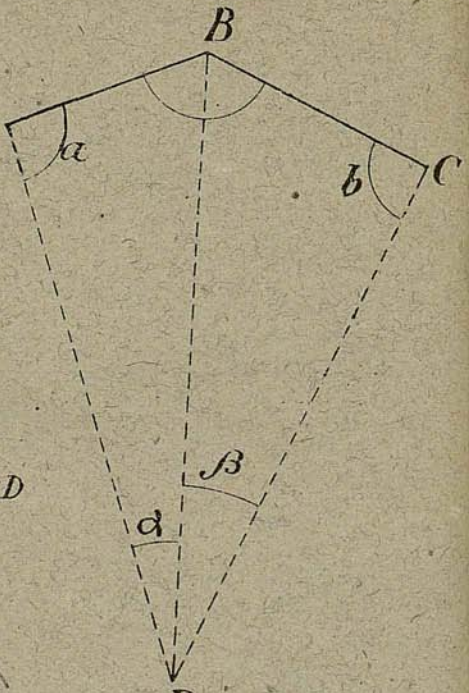


Fig. 186

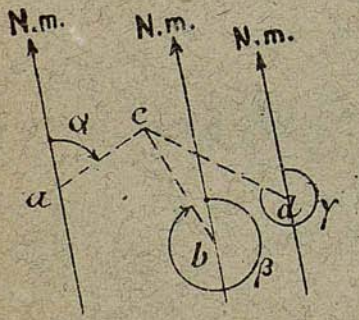


Fig. 184

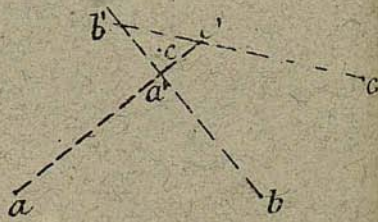
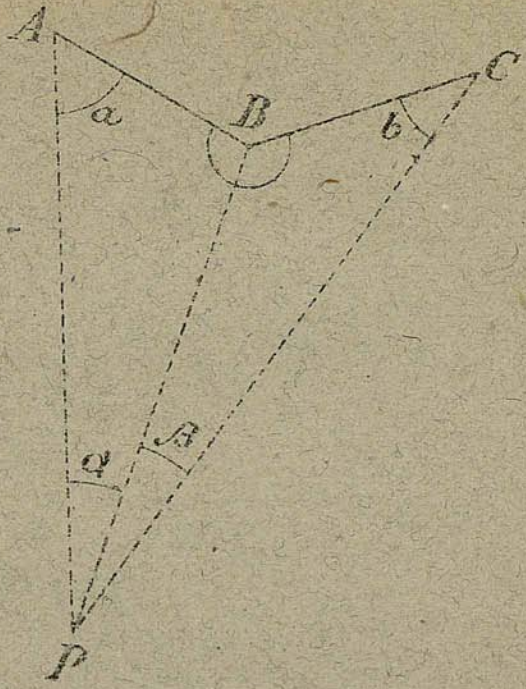


Fig. 185



N.V. Fig. 187

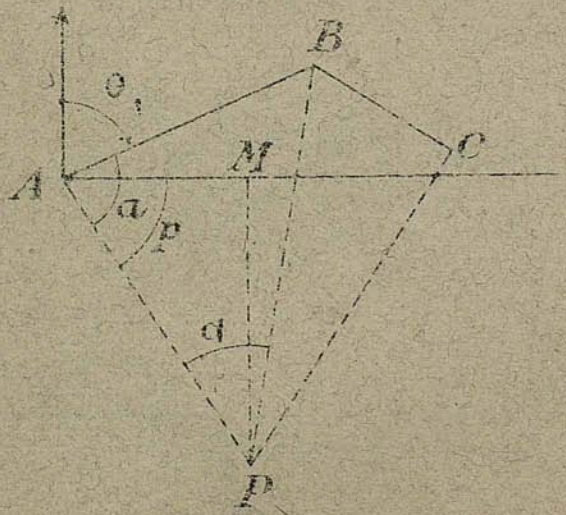


Fig. 188

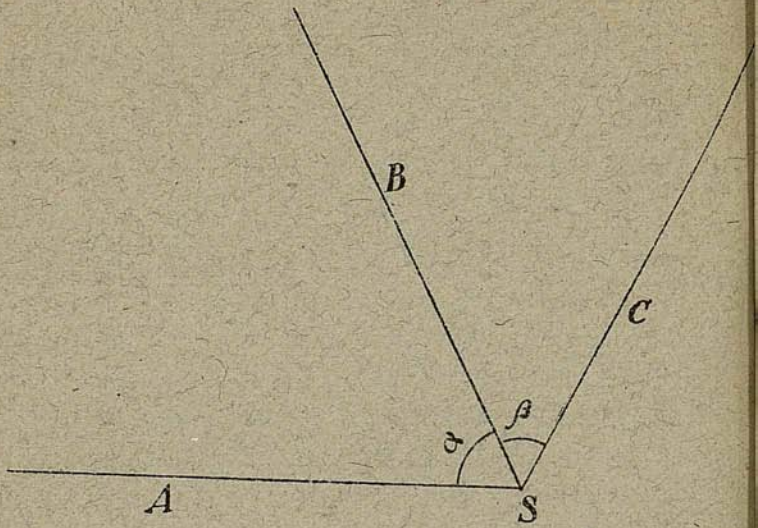


Fig. 189

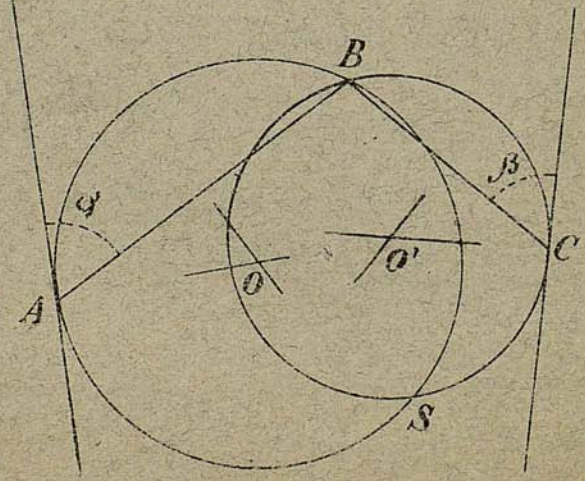


Fig. 190

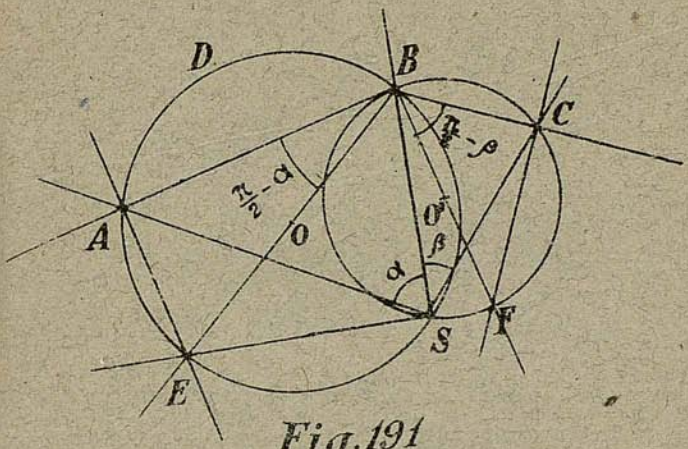


Fig. 191

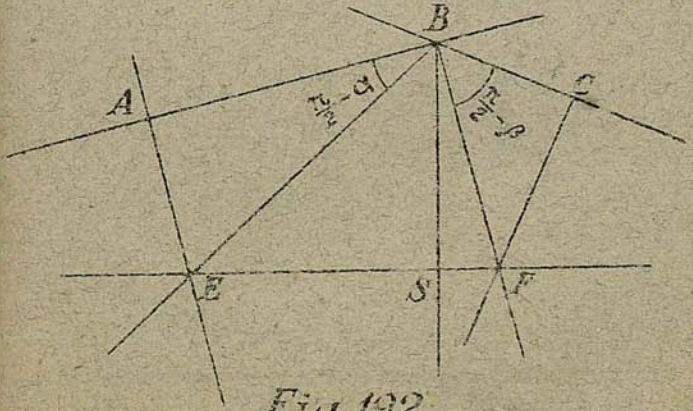


Fig. 192

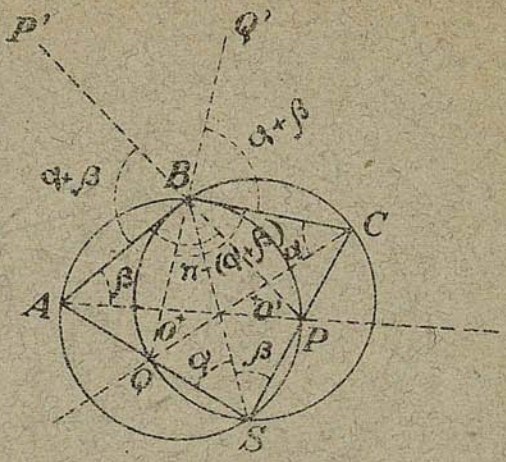
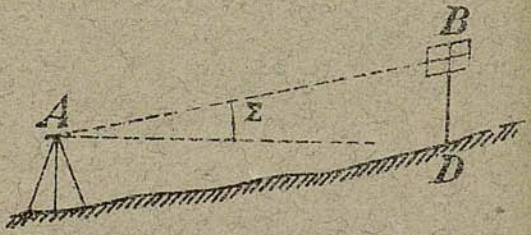
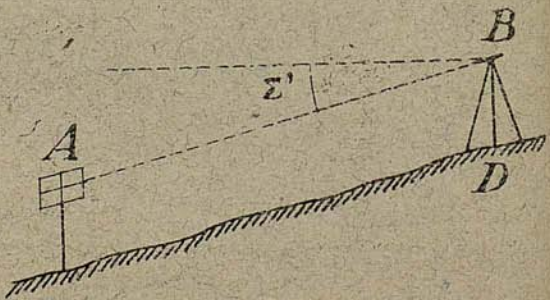


Fig. 193



(Fig. a)



(Fig. b)

Fig. 194

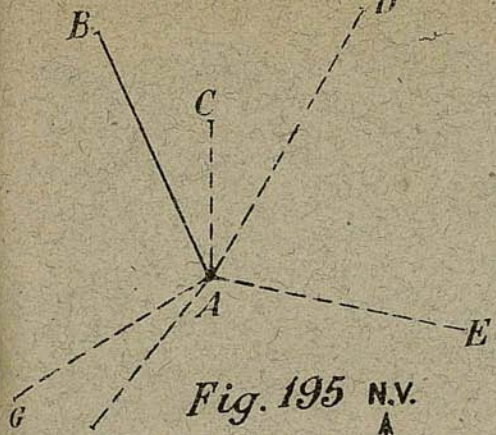


Fig. 195

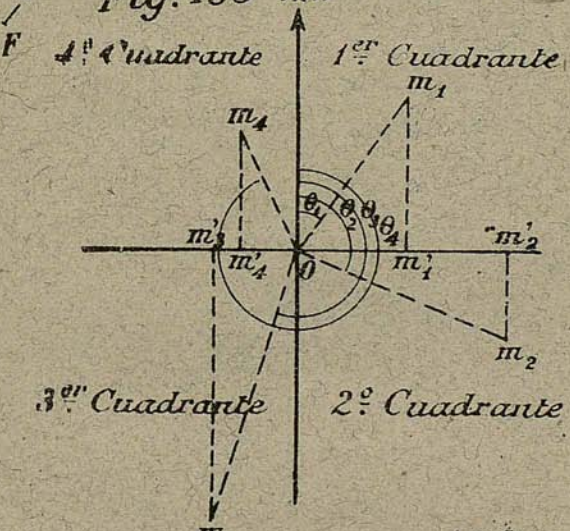


Fig. 196

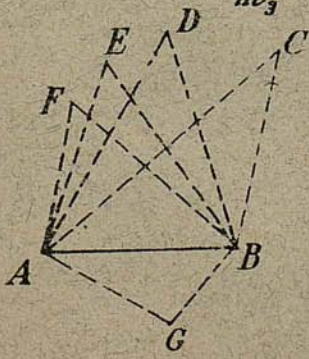


Fig. 197

Fig. 198

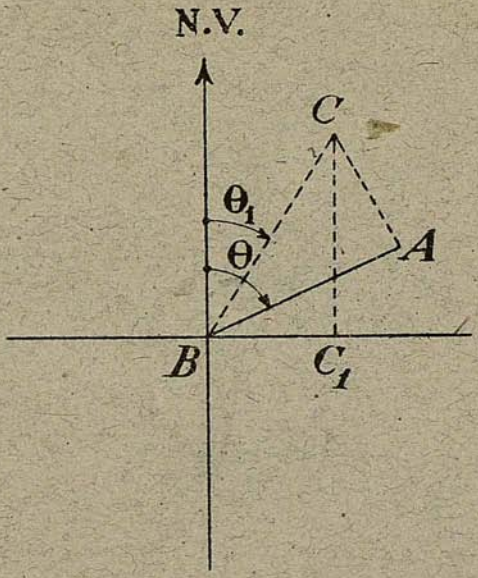


Fig.199

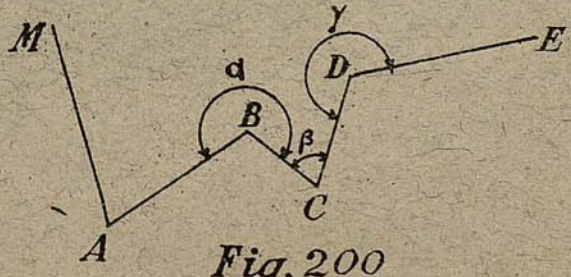


Fig. 200

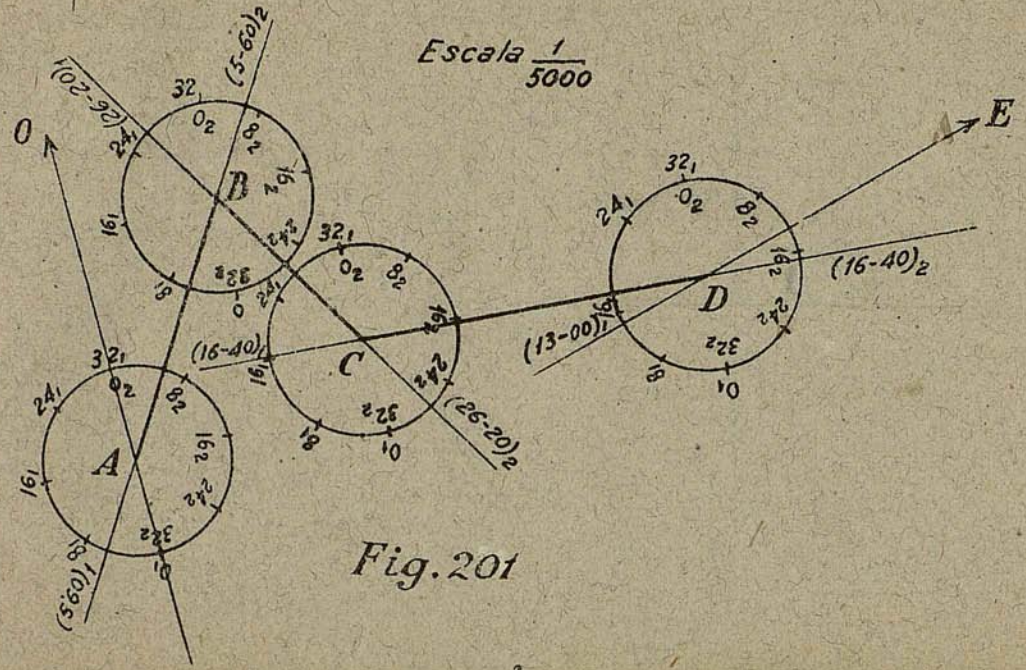

Escala 1/5000
O
E
A
B
C
D
(5-60)2
(26-20)1
(26-20)2
(16-40)
(16-40)2
(13-00)1
(09-50)1

Fig. 201

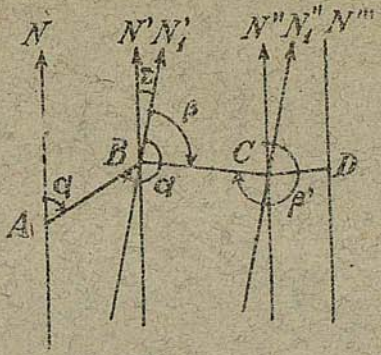


Fig. 202

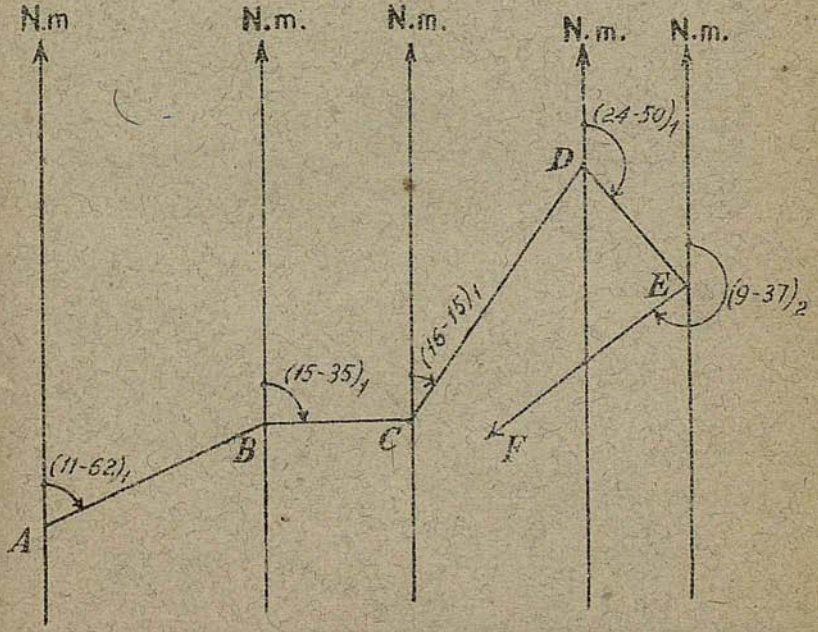


Fig. 203

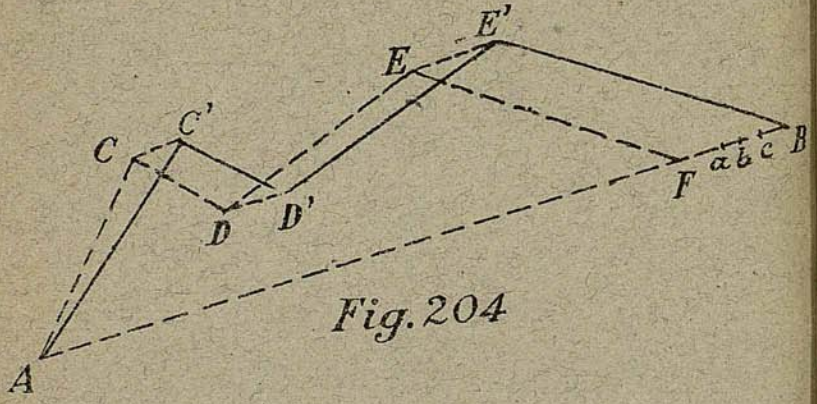


Fig. 204

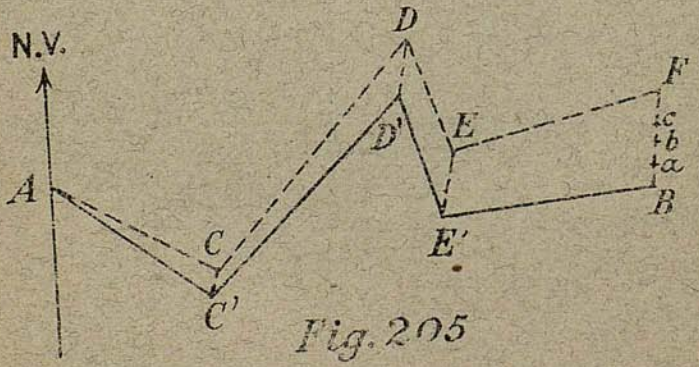


Fig. 205

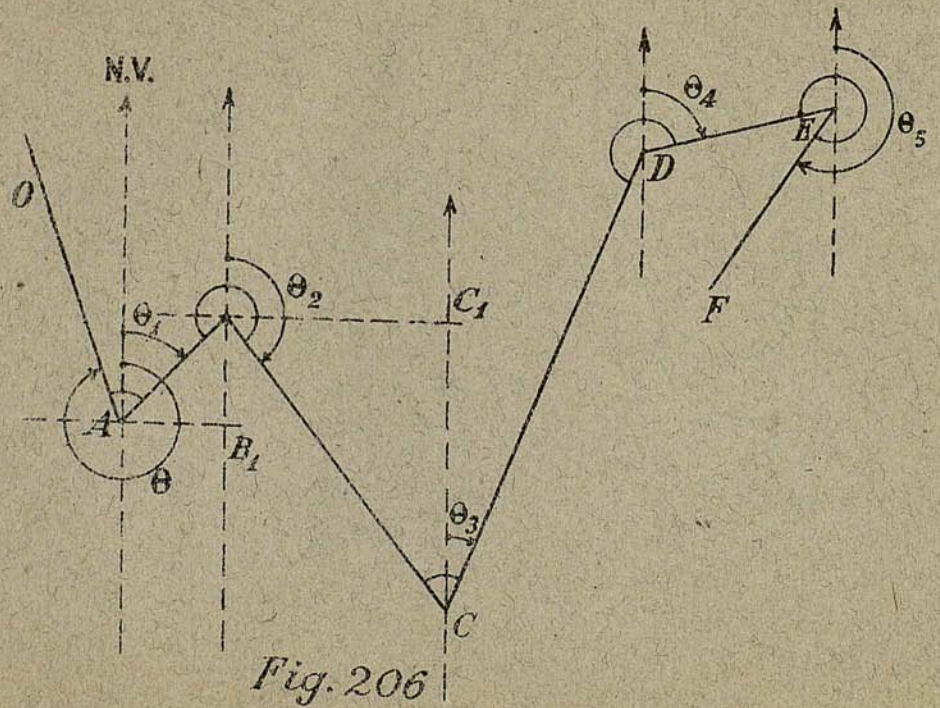


Fig. 206

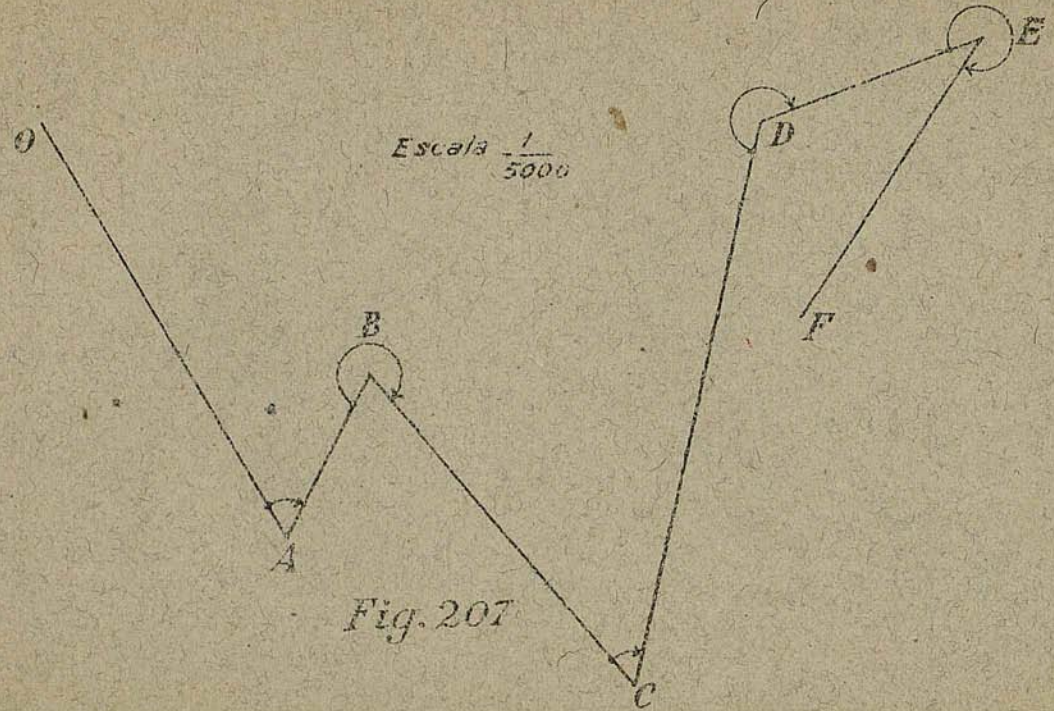


Fig. 207

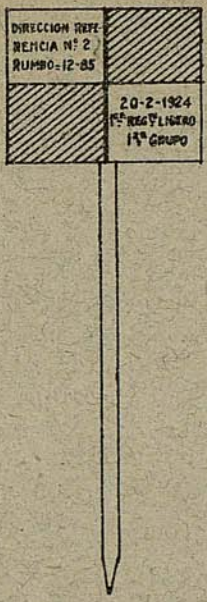


Fig. 208

Perfil cuadricula 0'28
de la linea Tiro

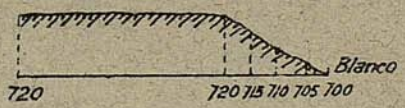


Fig. 209

Perfil cuadriculas 018-028
de la linea de Observación

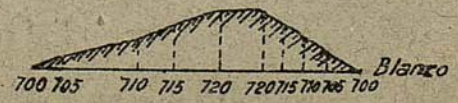


Fig. 210

Punto A (683)
87 mm.
43 mm.
Casa de la Reina (709)
683
679.4
667.8
660.2
652.6
645
637.4
629.8
622.2
614.6
607
Escala de alturas = 1/1000
Escala de pendientes de 1/100

Fig. 211

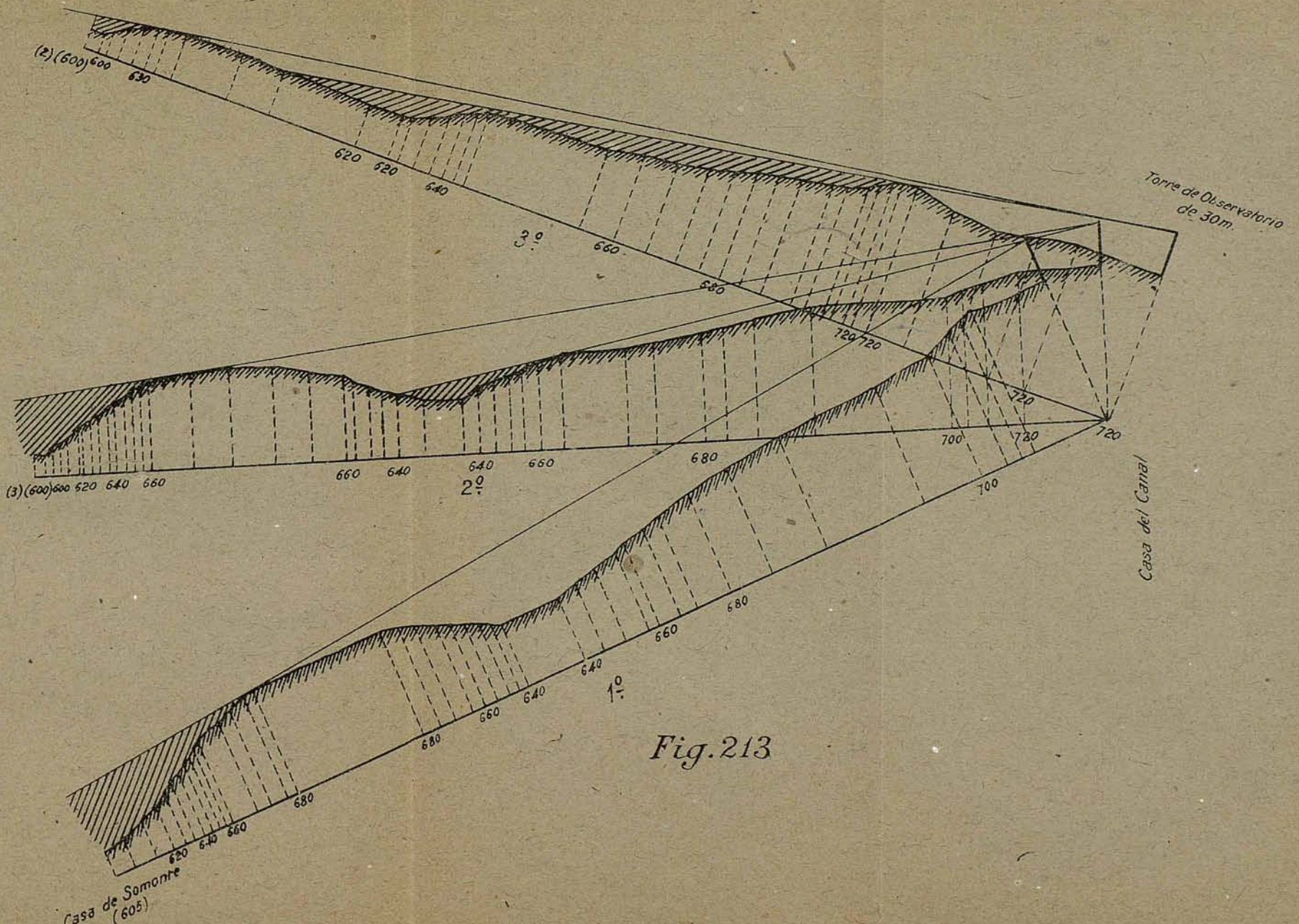

(2)(600)600
630
620
620
640
3º
660
680
720
720
Torre de Observatorio
de 30m.
720
700
730
720
700
(3)(600)600 620 640 660
660
640
640
660
680
2º
680
660
640
640
660
680
1º
620 640 660
680
Casa de Somonte
(605)
Casa del Canal

Fig. 213

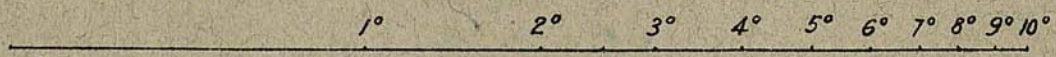


Fig. 212

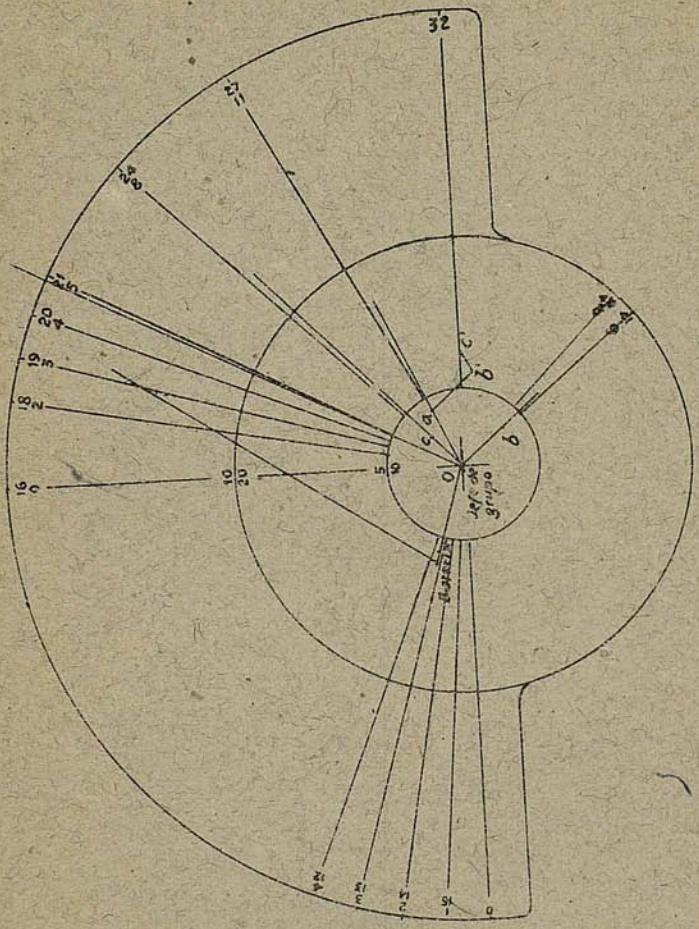


Fig. 214

43	44	45
53	54	55
63	64	65

Fig. 215

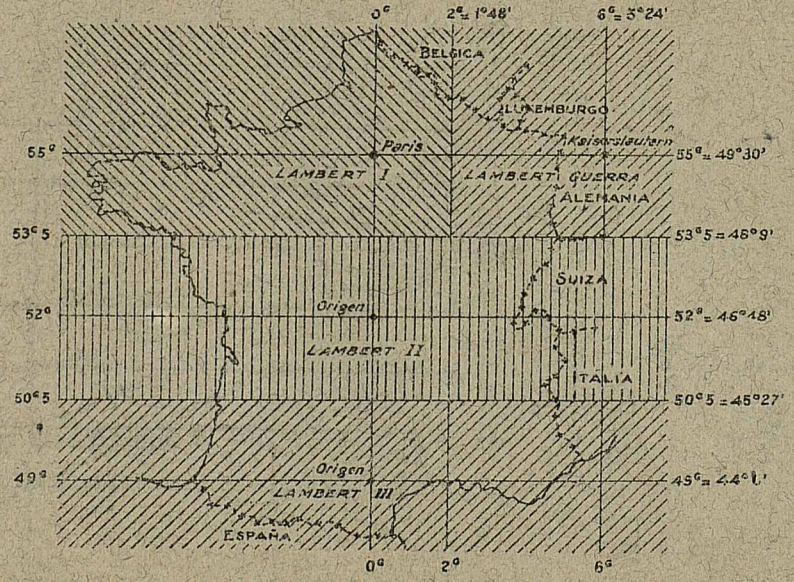

0°
2°= 1°48'
6°= 5°24'
BELGICA
LUXEMBURGO
Kaiserslautern
55°
55°= 49°30'
París
LAMBERT I
LAMBERT GUERRA
ALEMANIA
53°5
53°5 = 48°9'
SUIZA
52°
52°= 46°48'
Origen
LAMBERT II
ITALIA
50°5
50°5 = 45°27'
49°
45°= 44°1'
Origen
LAMBERT III
ESPAÑA
0°
2°
6°

Fig. 216

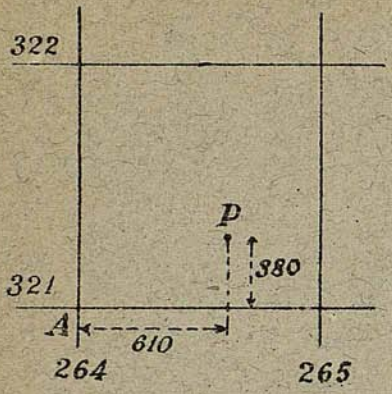


Fig. 217

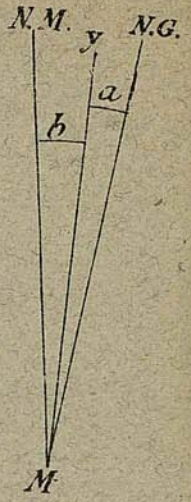


Fig. 219

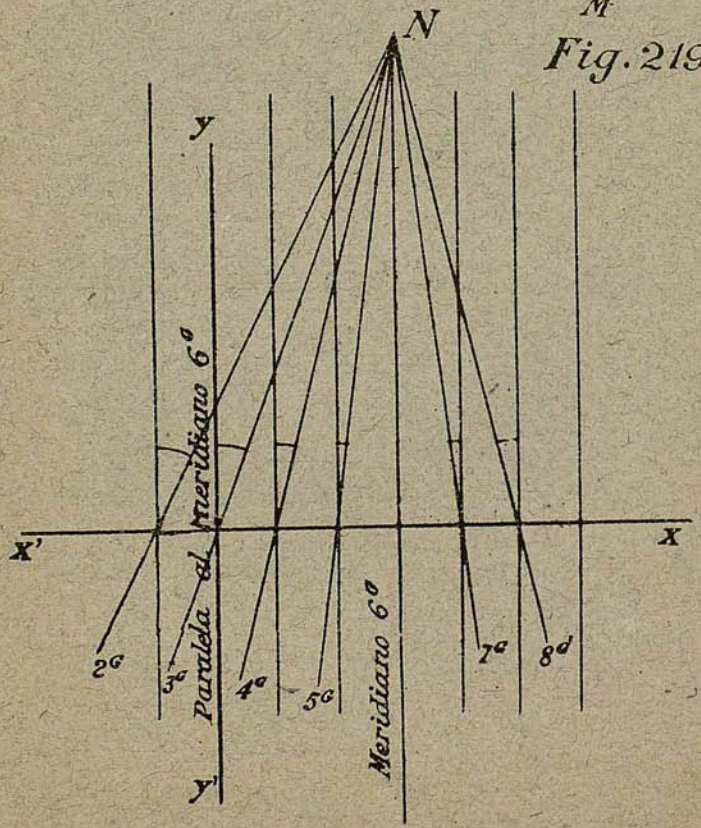


Fig. 218

FÁBRICA DE ARTILLERÍA
DE SEVILLA
BIBLIOTECA
SECCIÓN ..... Nº .....