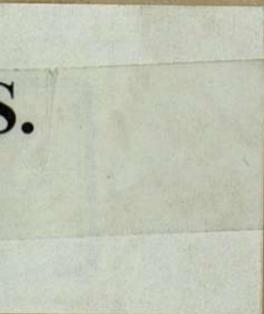


33743
DIRECCION GENERAL DE PREPARACION
DE CAMPAÑA



REGLAMENTO PARA LA
INSTRUCCION TECNI-
CA DEL PERSONAL DE
TELEGRAFIA OPTICA



S.

LIBRERIA

1928

DE SEVILLA

BIBLIOTECA

5^a N.º 150

MADRID
TALLERES DEL DEPOSITO GEOGRAFICO
-- E HISTORICO DEL EJERCITO --

REGLAMENTOS VIGENTES

Publicados por R. O. de 3 de diciembre de 1924 (D. O. núm. 275),
y a la venta en el Depósito de la Guerra.

	<i>Edición</i>	<i>Precio</i>
REGLAMENTOS GENERALES		
Empleo táctico de las grandes unidades.....	1925	2,00
Servicios de retaguardia. (Texto y láminas).....	1925	1,75
Enlace y servicio de transmisiones.....	1925	2,50
Organización y preparación del terreno: Tomo I (Texto y láminas)	1927	2,50
íd. íd. íd. Tomo II.....	1928	2,50
íd. íd. íd. Tomo III.....	1928	1,25
Instrucción física: Tomo I.....	1927	1,25
íd. íd. Tomo II.....	1927	0,75
íd. íd. Tomo III.....	1927	1,00
íd. íd. Compendio	1928	1,25
íd. íd. Cartilla	1927	0,50
Instrucción de tiro con armas portátiles: Tomo I.....	1926	1,25
íd. íd. íd. íd. Tomo II (Texto y láminas)	1927	1,25
Anexo I. Instrucción de tiro con ametralladoras de Infantería y Caballería.....	1928	1,75
íd. III. Descripción del fusil, mosquetón y carabina Mauser	1928	0,75
íd. IV. Descripción de los fusiles ametralladores y ametralladora ligera	1928	1,00
íd. V. Descripción de la ametralladora y sus municiones	1927	0,75
íd. VII. Nomenclatura, descripción sumaria y entretenimiento de las máquinas de acompañamiento de la Infantería. Morteros...	1928	1,00
íd. VIII. Descripción de las granadas de mano y de fusil	1927	0,35
Servicio de remonta en campaña.....	1925	0,25
Servicio de Correos en campaña.....	1928	0,40

INFANTERIA

Instrucción táctica: Tomo I.....	1926	1,00
Apéndice VI. Manejo y empleo táctico del fusil ametrallador Hotchkiss ligero, tipos I y II.....	1927	0,25
Anexo I. Instrucción y empleo táctico de las unidades de ametralladoras.....	1926	0,75
íd. III. Instrucción y empleo táctico de los carros ligeros	1928	0,75

DIRECCION GENERAL DE PREPARACION
DE CAMPAÑA

Franja Párr

Perdida 14-12-31



REGLAMENTO PARA LA
INSTRUCCION TECNI-
CA DEL PERSONAL DE
TELEGRAFIA OPTICA



MADRID.—TALLERES DEL
DEPÓSITO DE LA GUERRA

SECCION 5^a N.º 1509

Dirección general de Preparación de C a m p a ñ a

REGLAMENTOS

Circular. Excmo. Sr.: El Rey (que Dios guarde) ha tenido a bien aprobar con carácter provisional el «Reglamento para la instrucción técnica del personal de telegrafía óptica», redactado en cumplimiento de lo dispuesto en la real orden circular de 3 de diciembre de 1924 (D. O. núm. 275); procediéndose por los talleres del Depósito de la Guerra a la tirada de 3.000 ejemplares, que serán puestos a la venta al precio que oportunamente se determine.

De real orden lo digo a V. E. para su conocimiento y demás efectos. Dios guarde a V. E. muchos años.
Madrid 24 de febrero de 1928.

El Ministro de la Guerra,

D u q u e d e T e t u á n

Señor...

(D. O. n.º 46).

PONENCIA DE REDACCION

Teniente Coronel

Don Julio Guijarro García Ochoa.

Capitán

Don César de los Mozos Muñoz.

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO UNICO

GENERALIDADES

	Pág.
1.—Telegrafía óptica	3
2.—Banderas	3
3.—Heliógrafos	3
4.—Aparato de luces	3
5.—Alfabeto Morse	4
6.—Comparación de la telegrafía óptica con otros medios de transmisión	8

PRIMERA PARTE

Nociones de óptica

CAPITULO PRIMERO

L U Z

7.—Optica	II
8.—Luz	II
9.—Cuerpos luminosos y cuerpos no luminosos.	II
10.—Propagación de la luz	II
11.—Visión	12
12.—Diámetro aparente	12
13.—Cuerpos transparentes, traslúcidos y opacos.	12
14.—Velocidad de la luz	12

CAPITULO II

INTENSIDAD DE LA LUZ

15.—Intensidad de la luz	13
16.—Medida de la intensidad	14

	Pág.
17.—Naturaleza de la fuente de luz	14
18.—Influencia de la distancia	15
19.—Resultado de las medidas fotométricas.....	15

CAPITULO III

REFLEXION DE LA LUZ

20.—Fenómeno de la reflexión	15
21.—Leyes de la reflexión	17
22.—Reflexión irregular	17
23.—Intensidad de la luz reflejada	17

CAPITULO IV

ESPEJOS PLANOS

24.—Definición	18
25.—Espejos planos. Reflexión en los espejos planos	18
26.—Construcción de imágenes	19
27.—Imágenes múltiples en los espejos de vidrio.	20

CAPITULO V

ESPEJOS CURVOS

28.—Espejos esféricos	21
29.—Espejos cóncavos. <i>Reflexión</i>	22
30.—Focos	23
31.—Haces de rayos paralelos. Puntos luminosos en los focos	24
32.—Rayo normal. Haz normal	26
33.—Foco de luz situado en distintos puntos del eje principal	27
34.—Construcción de las imágenes en los espe- jos cóncavos	29
35.—Observaciones generales sobre la reflexión de la luz en los espejos	30

CAPITULO VI

REFRACCION DE LA LUZ

36.—Definición	30
37.—Leyes de la refracción	32
38.—Fenómeno motivado por la refracción	32
39.—Angulo límite: Reflexión total	33

CAPITULO VII

PRISMAS

40.—Definición	34
41.—Marcha de los rayos en los prismas.....	35
42.—Prismas de reflexión total	35

CAPITULO VIII

LENTESES

43.—Definición	36
44.—Clasificación	36
45.—Centro y ejes de una lente	37
46.—Refracción de un rayo de luz en una lente.	37
47.—Foco principal	38
48.—Ejes y focos secundarios	39
49.—Focos conjugados	40
50.—Haces de rayos	41
51.—Haces procedentes de puntos luminosos situados en el eje principal	41
52.—Haces procedentes de puntos luminosos en cualquier situación	43
53.—Aberración de esfericidad	45
54.—Aberración de refrangibilidad	46

CAPITULO IX

IMAGENES

55.—Imagen de un punto	47
56.—Imágenes reales y virtuales	48
57.—Imágenes de los cuerpos	48

CAPITULO X

ANTEOJOS

58.—Anteojos astronómicos	50
59.—Anteojos terrestres	50
60.—Disposición práctica del anteojo terrestre..	52
61.—Aumento del anteojo	52
62.—Campo del anteojo	53

CAPITULO XI

REFRACCION ATMOSFERICA

63.—Definición	53
64.—Efectos de la refracción	54

CAPITULO XII

ABSORCION

65.—Definición	56
66.—Coeficiente de absorción	56

CAPITULO XIII

OPTICA FISIOLÓGICA

67.—Definición	57
68.—Ojo	57
69.—Condiciones de visibilidad de un objeto.....	58
70.—Duración de una impresión luminosa.....	58

SEGUNDA PARTE

Banderas.

CAPITULO UNICO

MATERIAL REGLAMENTARIO.—DESCRIPCION.—EMPLEO
INSTRUCCION

71.—Descripción del material de banderas de la estación óptica a lomo	59
--	----

	Pág.
72.—Descripción del material de banderas de la estación óptica ligera	61
73.—Montaje de las banderas	61
74.—Empleo. Posición inicial. Punto. Raya. Letras	62
75.—Transmisión y recepción	64

T E R C E R A P A R T E

Aparatos de telegrafía óptica

CAPITULO PRIMERO

76.—Condiciones generales a que han de satisfacer los aparatos	67
--	----

CAPITULO II

HELIOGRAFOS. COMPOSICION Y FUNCIONAMIENTO

77.—Fundamento de los heliógrafos	69
78.—Reflexión de la luz solar en el espejo.....	70
79.—Medio de dirigir el haz reflejado a la estación corresponsal. Alineación	73
80.—Espejo auxiliar	74
81.—Modo de producir las señales. Transmisión.	76
82.—Modo de observar las señales. Recepción a simple vista o con antejo	77
83.—Alcance de los heliógrafos	77

CAPITULO III

HELIOGRAFOS. MATERIAL REGLAMENTARIO. DESCRIPCION, MAJO E INSTRUCCION

84.—Descripción del heliógrafo de la estación óptica a lomo. Espejo principal. Trípode. Mira. Espejo auxiliar	78
85.—Montaje del heliógrafo de la estación óptica a lomo	83
86.—Descripción del heliógrafo de 15 cms. de la estación óptica ligera. Espejo principal. Trípode. Mira. Espejo auxiliar.....	85
87.—Montaje del heliógrafo de la estación óptica ligera	89

	Pág.
110.—Regulador y reductor de gas	109
111.—Regulación de la llama	109
112.—Válvula de paso del gas	110
113.—Trípode	110
114.—Montaje del aparato	111
115.—Encendido de la linterna	111
116.—Alineación	111
117.—Reparaciones	112
118.—Compresor para cargar los acumuladores...	112

Q U I N T A P A R T E

Estaciones ópticas.—Su composición y empleo.

CAPITULO PRIMERO

DESCRIPCION DE LA ESTACION OPTICA A LOMO

A.—*Material óptico.*

B.—*Material auxiliar.*

119.—Prismáticos.....	117
120.—Gafas ahumadas.....	117
121.—Reloj.....	117
122.—Brújula Peigné.....	117
123.—Curvímetro.....	121
124.—Sello de la estación.....	125
125.—Carpetas de telegramas.....	125
126.—Linterna.....	125
127.—Cartera de escritorio.....	125
128.—Transportador sexagesimal de talco.....	125
129.—Cartera de documentación.....	125
130.—Destornillador.....	125
131.—Gamuzas.....	125
132.—Material de inmediato consumo.....	126
133.—Material de cocina.....	126
134.—Tienda de campaña.....	127
C.— <i>Material de repuesto.</i>	
135.—De los heliógrafos.....	128
136.—De los aparatos de luces.....	129
D.— <i>Bastes y cajas para transporte de la estación.</i>	
137.—Baste.....	129
138.—Cajas.....	129
E.— <i>Colocación del material.</i>	

CAPITULO II

DESCRIPCION DE LA ESTACION OPTICA LIGERA

139.—Material óptico.....	135
140.—Material auxiliar.....	135
141.—Material de repuesto.....	136
142.—Colocación y transporte del material.....	136

CAPITULO III

EMPLEO DE LAS ESTACIONES OPTICAS A LOMO
Y LIGERAS

143.—Personal, material y ganado. Funcionamiento.....	138
144.—Alcance de los diversos aparatos y zona en que son visibles las señales.....	138
145.—Capacidad de las estaciones ópticas.....	139
146.—Condiciones a que debe satisfacer el asentamiento de una estación óptica.....	140
147.—Conservación del material.....	142

CAPITULO IV

CONTACTO DE CORRESPONSALES

148.—Nociones de Topografía necesarias para este estudio.....	143
149.—Caso primero. Se dispone de cuadro-guía...	144
150.—Caso segundo. Se dispone de un plano acotado.....	145
151.—Ejemplo del caso segundo.....	148
152.—Caso tercero. No se dispone de cuadro-guía ni de plano acotado.....	152

APENDICE PRIMERO

Descripción de algunos modelos de aparatos
ópticos.

CAPITULO PRIMERO

APARATO DE LUCES MANGIN

153.—Constitución general.....	153
154.—Linterna.....	156
155.—Manipulador.....	158

	Pág.
156.—Lente de emisiones.....	158
157.—Anteojo de alineación y recepción.....	159
158.—Oculares de corrección.....	159
159.—Montaje del aparato.....	160
160.—Alineación del aparato.....	162
161.—Transmisión y recepción.....	162
162.—Empleo del Mangín de día.....	162
163.—Caja de accesorios.....	164
164.—Alcance práctico.....	164

CAPITULO II

APARATO DE LUCES BERDALA

165.—Generador de luz.....	165
166.—Sistema de lente y espejo que concentra la luz.....	168
167.—Manipulador.....	168
168.—Dirección del haz paralelo de luz hacia la corresponsal	168
169.—Trípode.....	168
170.—Empleo y alcance.....	168

CAPITULO III

APARATO DE LUCES GOERZ

171.—Generador de la luz.....	169
172.—Sistema de espejos que concentra la luz.....	170
173.—Manipulador.....	171
174.—Dirección del haz hacia la corresponsal.....	171
175.—Linterna.....	171
176.—Movimiento horizontal.....	173
177.—Movimiento vertical.....	173
178.—Trípode.....	174
179.—Montaje del aparato.....	175
180.—Alineación del aparato.....	175
181.—Empleo del aparato.....	175

APENDICE II

Descripción de la estación óptica a lomo,
antiguo modelo.

182.—Constitución de la carga.....	176
183.—Anteojo.....	177
184.—Material de una estación.....	180
185.—Distribución del material.....	182

	Pág.
88.—Alineación	91
89.—Emisión de la luz.....	91
90.—Empleo del espejo auxiliar	92
91.—Transmisión	94
92.—Regularidad de la emisión de signos.....	95
93.—Recepción	96
94.—Reglas generales para mantener el contacto de dos estaciones heliográficas.....	96
95.—Reparaciones	98

C U A R T A P A R T E

Aparatos de luces.

CAPITULO PRIMERO

FUENTES DE LUZ EMPLEADAS EN LOS APARATOS DE LUCES

96.—Luz de petróleo	99
97.—Luz de acetileno	99
98.—Luz oxiacetilénica	100
99.—Luz eléctrica	100

CAPITULO II

CONDICIONES GENERALES QUE HAN DE SATISFACER LOS APARATOS DE LUCES

100.—Empleo de espejos	100
101.—Empleo de lentes	102
102.—Comparación entre los sistemas de lentes y los de espejos	103
103.—Emisión de luz	103
104.—Modo de dirigir el haz luminoso a la estación corresponsal. Alineación	104
105.—Modo de realizar las señales Transmisión.	105
106.—Recepción	105
107.—Alcances geográfico, luminoso y práctico...	105

CAPITULO III

APARATO DE LUCES A. G. A. DE NUEVE CENTIMETROS

108.—Depósito de gas	106
109.—Linterna	107

Conocimientos que han de exigirse al personal de Telegrafía Óptica para alcanzar cada una de las categorías telegráficas que se indican.

Telegrafistas	Introducción.-Capítulo único.....	La instrucción para telegrafistas ha de ser esencialmente práctica, no exigiéndose al alumno más conocimientos que los de nomenclatura y manejo de los aparatos que en estos capítulos figuran con la excepción indicada	
	Segunda parte.-Capítulo único.....		
	Tercera parte.-Capítulo III.....		
	Cuarta parte.-Capítulo III. ...		Excepto el párrafo 118
	Quinta parte.-Capítulos I y II		Excepto los párrafos 122 y 123
Jefes de Estación	Todos los Capítulos que sirven de base para la instrucción del telegrafista, indicados en el apartado anterior.	El Capítulo IV de la Quinta parte no es preciso lo dominen todos los Jefes de Estación; su estudio se completará teórica y prácticamente en la instrucción de los aspirantes a Jefes de Destacamento.	
	Párrafo 118. Capítulo III. Cuarta parte.		
	Párrafos 122 y 123. Capítulo I. Quinta parte.....		
	Quinta parte.-Capítulos III y IV.....		
Jefes de destacamento	Primera parte.-Completa.....	En esta instrucción se dará mucha importancia a repasar el Capítulo IV de la Quinta parte que figura en el programa para Jefes de Estación.	
	Tercera parte.-Capítulos I y II.....		
	Cuarta parte.-Capítulos I y II.....		
	Apéndice I..		} Completos.....
	Apéndice II.		

INTRODUCCION

CAPITULO UNICO

Generalidades.

1. *TELEGRAFIA OPTICA.*—La telegrafía óptica realiza la transmisión de despachos, redactados en lenguaje ordinario o cifrado y llamados fototelegramas, entre dos estaciones provistas de aparatos de telegrafía óptica (heliógrafo y aparato de luces), que emiten un haz luminoso de rayos sensiblemente paralelos, cuya duración se regula por el Código de señales del alfabeto Morse. (1)

Además del heliógrafo y del aparato de luces, se emplean también las banderas como medio auxiliar de transmisión, en las estaciones ópticas.

2. *Banderas.*—Con las banderas, el punto se realiza mediante un movimiento determinado de la bandera y la raya con otro movimiento de la bandera, distinto del anterior.

3. *Heliógrafos.*—Los heliógrafos son aparatos que, en esencia, consisten en un espejo al que se le hace reflejar los rayos del sol en dirección de la estación receptora; ésta percibe el consiguiente destello. El número y duración de los destellos constituyen las señales.

Se comprende fácilmente que las señales que produce el heliógrafo, por ser luminosas, serán visibles a distancias mucho mayores que las producidas por banderas.

4. *Aparatos de luces.*—Los aparatos de luces constan esencialmente:

a) De un generador de luz (la llama de un combustible o la incandescencia de un cuerpo).

b) De un sistema de lentes o espejos que reúnen los rayos de luz en una sola dirección.

c) De un mecanismo que permite extinguir la luz u ocultarla momentáneamente.

(1) Del Reglamento para el enlace y el servicio de transmisiones.

d) De artificios para enviar los rayos de luz en dirección de la estación corresponsal.

Los destellos que percibe la estación corresponsal, por su número y duración constituyen las señales.

Estos aparatos se usan cuando no se dispone de la luz del sol (por ser de noche o estar nublado), siendo, en general, sus señales, de menor alcance que las del heliógrafo, a causa de la menor intensidad de la luz empleada.

5. *Alfabeto Morse*.—El alfabeto usado en la telegrafía óptica, conocido con el nombre de su autor, Morse, es el siguiente :

LETRAS

a	. —	m	— —
ã	. — . —	n	— .
á	. — — —	ñ	— — . — —
à	. — — — —	o	— — —
b	— . . .	õ	— — — .
c	— . — .	p	. — — .
ch	— — — —	q	— — . —
d	— . .	r	. — .
e	.	s	. . .
é	. . — . .	t	—
f	. . — .	u	. . —
g	— — .	ü	. . — —
h	v	. . . —
i	. .	x	— . . —
j	. — — —	y	— . — —
k	— . —	z	— — . .
l	. —	w	. — —

NUMEROS

1	. — — — —	6	—
2	. . — — —	7	— —
3	. . . — —	8	— — —
4	9	— — — —
5	0	— — — — —

EN CIFRAS (1)

1 . . . —	6 —
2 . . . —	7 —
3 —	8 —
4 —	9 —
5	0 —

PUNTUACION

Punto.....	(.)
Dos puntos.....	(:)	— — — . . .
Coma...	(,)	. — . — . —
Punto y coma...	(;)	— . — . — .
Interrogación	(?)	. . — — . .
Admiración	(!)	— — . . — —
Guión.....	(—)	— —
Apóstrofe.....	(')	. — — — — .
Comillas.....	(« »)	. — . . . — .
Paréntesis	()	— . — — . —
Subrayado.....	(—)	. . — — . —
Raya de fracción.....	(/)	— . . . — .
Doble guión.....	(=)	— —

Deben observar los principiantes que todas las letras nacen de la combinación de dos signos, el . y el -, variando su número, y que ninguna letra, a excepción de la ñ, á y é, tiene más de cuatro signos.

Para aprender con mayor facilidad el alfabeto Morse, se reunirán las letras en dos grupos, incluyendo en el primero las que se pueden llamar letras recíprocas, y, en el segundo, las que se distinguirán con el nombre de letras contrarias; entendiéndose por recíprocas las que estando representadas por el mismo número de puntos y rayas, tienen colocados estos signos de modo tal, que, leyéndolos de derecha a izquierda en una de las letras, resultan los signos de la otra leídos de izquierda a derecha, y por contrarias, las formadas por el mismo número de signos, pero sustituyendo lo que en una son puntos por rayas en la otra.

Ejemplo de letras recíprocas: la *q* y la *y*; la *l* y la *f*; ejemplo de letras contrarias: la *s* y la *o*, la *x* y la *p*.

Teniendo en cuenta estas semejanzas, se aprenden las

(1) Para la transmisión de los textos compuestos únicamente de cifras.

letras y se retienen en la memoria con gran facilidad.

En los ejercicios siguientes están las letras clasificadas como se ha dicho, y dentro de cada ejercicio colocadas en el orden más fácil para aprenderlas.

PRIMER EJERCICIO.—LETRAS CONTRARIAS

—	c
m — —	i . .
o — — —	s . . .
ch — — — —	h

SEGUNDO EJERCICIO.—LETRAS RECIPROCAS

a . —	n — .
u . . —	d — . .
v . . . —	b — . . .
l . — . .	f . . — .

TERCER EJERCICIO.—LETRAS RECIPROCAS

w . — —	g — — .
j . — — —	ö — — — .
ä . — . —	c — . — .
y — . — —	q — — . —
ü . . — —	z — — . .

CUARTO EJERCICIO.—LETRAS CONTRARIAS

k — . —	r . — .
x — . . —	p . — — .
ñ — — . — —	é . . — . .

Las letras han de llegar a repetirse sin vacilar, tanto al pasar del alfabeto ordinario al Morse, como a la inversa, del Morse al ordinario.

Los números pueden aprenderse siguiendo el orden natural, tal como están en el cuadro siguiente, observando que todos se forman con cinco signos. Los números del 1 al 5, inclusive, empiezan por tantos puntos como unidades expresan, completándose con rayas los cinco signos de cada uno. Desde el 6 al 9, inclusive, empiezan por tantas rayas como exceso de unidades sobre cinco exprese la cifra que representan, completando

con puntos los cinco signos de cada uno. El 6 se recuerda con facilidad.

QUINTO EJERCICIO.—NUMEROS

1	6 —
2	7 —
3	8 —
4	9 —
5	0 —

Los signos de puntuación no se sujetan en su formación a ninguna regla fija, y para más fácilmente aprenderlos se marcan en el cuadro siguiente las sílabas o palabras que se pueden formar con cada signo, tal como en él están agrupados los puntos y rayas.

SEXTO EJERCICIO.—SIGNOS DE PUNTUACION

Raya de fracción	(/) —	(nr)
Punto	(.)	(iii)
Coma	(,)	(aaa)
Punto y coma	(;) —	(nnn)
Don puntos	(:) —	(os)
Comillas	(>)	(rr)
Doble guión	(=) —	(da)
Paréntesis	() —	(tema)
Interrogación	(?)	(ud)
Admiración	(!) —	(mim)
Subrayado	(—)	(uk)
Guión	(-) —	(ba)
Apóstrofe	(')	(eche)

6. *Comparación de la telegrafía óptica con otros medios de transmisión.*—La telefonía ordinaria y la telegrafía sin hilos son medios modernos de transmisión que, sentada la desventaja de ellos respecto a la telegrafía eléctrica, de no dejar rastro de las señales que producen, pueden susistir a la telegrafía óptica.

No por ello la telegrafía óptica ha perdido su importancia; podrá haber variado su modalidad, pues no cabe duda que, a retaguardia, las redes ópticas que antiguamente se preconizaron y emplearon para unir las zonas de operaciones con el interior de la nación han perdido su razón de ser; pero en el campo de batalla, donde la movilidad y el bombardeo enemigo hacen el problema de las transmisiones esencialmente difícil, exigiendo la acumulación de medios para prevenir la inutilización de alguno de ellos, puede afirmarse que la telegrafía óptica aumenta de importancia proporcionalmente con el aumento de la necesidad que en las guerras modernas se siente de asegurar el enlace a toda costa y en todo momento.

Das ventajas se han atribuído siempre a la telegrafía óptica: 1.^a, la facilidad de instalación, puesto que no exige línea material que una sus estaciones, y 2.^a, la consiguiente movilidad y rapidez en el establecimiento del contacto. Desde este punto de vista, la telefonía no puede competir con ella y la radiotelegrafía tiene en su contra lo delicado de su mecanismo, el mayor peso de sus aparatos y la facilidad con que el enemigo puede captar los despachos.

Como inconvenientes graves tiene:

1.^o La falta de continuidad en el contacto; con los heliógrafos el contacto desaparece en cuanto el sol no brilla; con los aparatos de luces la niebla y la lluvia reducen extraordinariamente su alcance; con unos y otros, el polvo y el humo, que el bombardeo y los movimientos de fuerza producen, limitan su empleo. La línea telefónica, de no ir profundamente enterrada, es, en zonas sujetas al bombardeo, más precaria que la transmisión óptica.

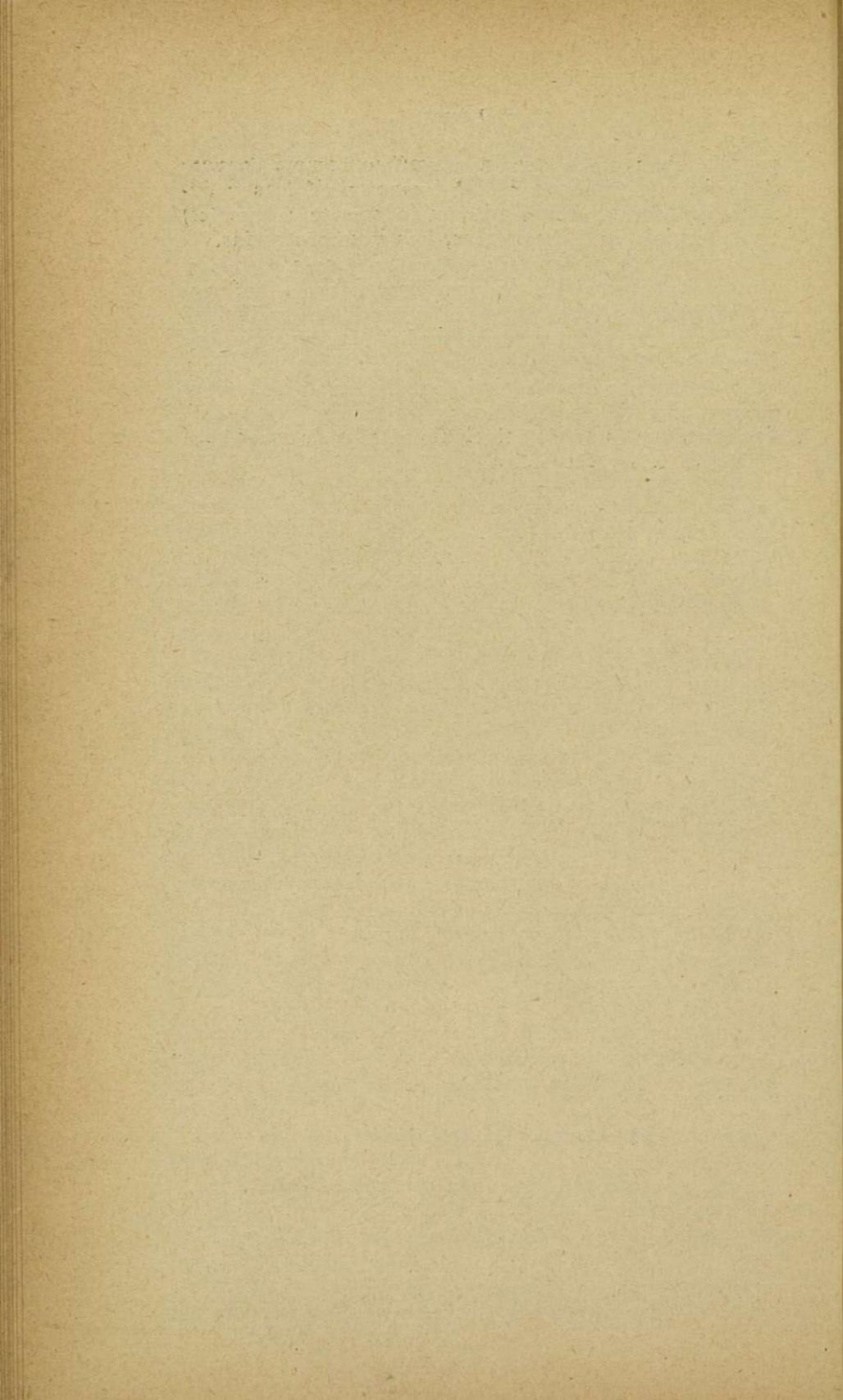
2.^o Falta de secreto en las transmisiones de retaguardia a vanguardia.

La radiotelegrafía padece, con carácter más grave, el mismo inconveniente. La telefonía no está exenta de la escucha enemiga, particularmente por el empleo de aparatos radioeléctricos.

En resumen: la telegrafía óptica no puede resolver por sí sola el problema de las transmisiones de van-

guardia, pero puede ser un magnífico recurso durante el tendido y repliegue de las líneas telefónicas y durante las interrupciones (desgraciadamente frecuentes) en el servicio de dichas líneas, una vez construídas.

La tendencia moderna es aumentar lo más posible el alcance de los aparatos de luces empleados de día, pues el heliógrafo no ofrece ninguna garantía de continuidad en el contacto y se relega a medio auxiliar para días despejados. Un alcance del aparato de luces de ocho a 12 kilómetros, a simple vista, en días nublados, es suficiente para las necesidades de las transmisiones divisionarias, que es donde principalmente ha de tener aplicación la telegrafía óptica.



PRIMERA PARTE

NOCIONES DE OPTICA

CAPITULO PRIMERO

Luz

7. *Optica*.—Se llama óptica la ciencia que se ocupa del estudio de la luz y sus propiedades.

8. *Luz*.—Se llama luz el agente físico que permite ver los objetos por intermedio del órgano de la vista.

9. *Cuerpos luminosos y cuerpos no luminosos*.—Se llaman cuerpos luminosos los que emiten luz por sí mismos, como el sol, las estrellas y, en general, los cuerpos en ignición.

Se llaman cuerpos iluminados los no luminosos que reciben la luz de un cuerpo luminoso.

Tanto los cuerpos luminosos como los iluminados, son visibles.

En la esfera celeste, son cuerpos luminosos el sol y las estrellas, y son cuerpos iluminados, los planetas (como la Tierra) y los satélites (como la Luna).

En la Tierra hay muchos cuerpos que al arder (con llama o sin ella) son luminosos. Por ejemplo, el aceite común, el petróleo, el acetileno y otros combustibles que arden con llama, y los filamentos del alumbrado eléctrico *que arden sin llama* y se dice que son incandescentes.

10. *Propagación de la luz*.—Cuando la luz se propaga sin obstáculo en un medio homogéneo, marcha siempre en línea recta. Una demostración experimental de esta ley se puede hacer abriendo un agujero pequeño en la ventana de una habitación cerrada; se verá un trazo luminoso rectilíneo, el cual ilumina el polvo suspendido en el aire.

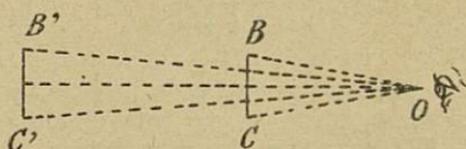
La luz se propaga, pues, en línea recta, y a esta línea recta se la llama rayo de luz.

Un conjunto de rayos de luz, bien sean paralelos convergentes o divergentes, se llama haz de luz

11. *Visión.*—De todos los rayos luminosos que parten de un cuerpo luminoso o iluminado, hay un haz que siguiendo su marcha en línea recta pasa por la pupila del ojo (1) y obra sobre el nervio óptico que comunica su impresión al cerebro, produciendo la sensación de la luz; esta acción de la luz sobre el ojo, se llama *visión*.

Se llama *rayo visual*, el eje del haz de rayos que entra en el ojo.

12. *Diámetro aparente.*—Se juzga del tamaño de un objeto según su diámetro aparente. Se llama *diámetro aparente* de un objeto BC (fig. 1) el ángulo



(Fig. 1).

BOC que forman los rayos visuales que van de los extremos del objeto B y C a la pupila del ojo. Si el objeto se aleja y se coloca en $B'C'$, el diámetro aparente será el $B'OC'$ que es más pequeño que el BOC , y por consiguiente, el objeto parece también más pequeño.

13. *Cuerpos transparentes, translúcidos y opacos.*—Hay cuerpos que dejan pasar a través de ellos casi toda la luz que reciben, dejando ver perfectamente los objetos situados al otro lado. Estos cuerpos se llaman *diáfanos* o *transparentes*, como el cristal, el aire, etcétera.

Otros, no permiten el paso sino de parte de los rayos de luz y éstos se llaman *translúcidos*: el papel, el cristal esmerilado, etcétera.

Y, por último, los hay que no permiten pasar rayo alguno de luz, recibiendo el nombre de *opacos*, como la piedra, los metales gruesos, etc.

No hay ningún cuerpo completamente transparente, pues todos ellos dejan pasar menos luz de la que reciben.

14. *Velocidad de la luz.*—La propagación de la luz no es instantánea; es decir, la luz tarda un cierto tiempo en llegar desde su origen al ojo. Pero la velo-

(1) Se llama *pupila* (vulgarmente, *niña*) a la abertura circular que hay en medio del iris. Iris es la parte coloreada del ojo.

cidad de la luz es muy grande, se calcula en 300.000 kilómetros por segundo, o sea, que 300 kilómetros los recorre en $1/1.000$ de segundo. Para las distancias terrestres, el tiempo que la luz tarda en recorrerlas es despreciable, pero no ocurre lo mismo en las distancias astronómicas; la luz del sol tarda en llegar a la tierra más de ocho minutos y la luz de las estrellas más próximas más de tres años, de modo que si una de dichas estrellas desapareciera se seguiría viendo durante todo ese tiempo.

CAPITULO II

Intensidad de la luz.

15. *Intensidad de la luz.*—La mayor o menor cantidad de luz que emite un foco luminoso se llama intensidad. Todos se dan cuenta de que la intensidad de la luz del sol es mayor, por ejemplo, que la de una vela. Pero la luz, al propagarse en línea recta, va perdiendo intensidad; una vela ilumina menos un objeto colocado a dos metros que colocado a un metro de distancia, es decir, que no variando la intensidad de la luz en el foco, es menor la cantidad de luz que llega al objeto más lejano. En cambio, dos velas iguales iluminan igualmente dos objetos colocados a distancias iguales. Se puede medir, por tanto, la intensidad de una luz por la intensidad de iluminación que produce a una distancia determinada.

Un foco de luz se percibirá con tanta mayor intensidad cuanto mayor sea la intensidad del mismo y menor sea su distancia al ojo. La iluminación de un objeto variará con la intensidad del foco que lo ilumina e inversamente a la distancia entre ambos. Se percibirá, por tanto, menos intensidad, cuanto mayor sea la distancia entre los dos.

Si junto a un foco de luz se pone otro de igual intensidad (por ejemplo, una vela junto a otra vela), la intensidad resultante será doble (1), pero la superficie luminosa será doble también, y, por tanto, la intensidad de la luz que corresponde a la unidad de superficie luminosa es la misma para una vela que para dos; dicha cantidad se llama brillo.

(1) Este aserto no es rigurosamente exacto, pero es admisible para el razonamiento que sigue.

Brillo de una luz es, por consiguiente, el resultado de dividir su intensidad por su superficie aparente. Entre dos luces de igual intensidad, la de menor superficie tendrá más brillo y aparecerá más resplandeciente.

16. *Medida de la intensidad.*—Se sabe que la intensidad de una luz no depende sino de la naturaleza del foco que la origina. Así, por ejemplo, un centímetro cuadrado de platino fundido a la temperatura de solidificación, tendrá una cierta intensidad, que se llama *violle*. Para comparar unas intensidades con otras, basta comparar los efectos de iluminación que producen a distancias iguales. Así, al decir que la intensidad de un *violle* es veinte veces mayor que la de una *bujía*, se quiere expresar que un objeto colocado a un metro, por ejemplo, de una luz de un *violle* de intensidad, queda veinte veces más iluminado que si se sustituye dicha luz por otra de una *bujía* de intensidad.

Además de las unidades de intensidad indicadas (*violle* y *bujía*) se emplea el *cárcel*, que vale aproximadamente la mitad que el *violle*.

La unidad de iluminación es la producida por una *bujía* a un metro de distancia y se llama *lux*.

17. *Naturaleza de la fuente de luz.*—Todas las luces artificiales se producen por combustión o incandescencia de ciertos cuerpos.

Se entiende por combustión, una combinación química que se efectúa con desprendimiento de calor y de luz. Cuando arde una vela, el fenómeno no es otro que la combinación química del carbono y del hidrógeno de la cera con el oxígeno del aire. La *llama* es el producto gaseoso de la combinación a una temperatura muy elevada.

Cuando la combustión es completa, el poder luminoso de la llama es muy pequeño; en cambio, si por falta de aire queda carbono en exceso, éste se pone incandescente (es decir, se quema muy lentamente, tomando un vivo color) y la llama es más luminosa.

El aceite, el petróleo, el acetileno, el gas del alumbrado, son combustibles que, por arder con llama muy luminosa, se emplean para producir luz; las combinaciones químicas que tienen efecto al arder dichos combustibles, son análogas a las expresadas para la cera; son ricos en carbono e hidrógeno, y estos cuerpos se combinan con el oxígeno del aire.

El fundamento de las lámparas de incandescencia del alumbrado eléctrico es el siguiente: Dentro de la lámpara se ha hecho el vacío (extrayendo casi todo

el aire que contenía con una máquina neumática); el filamento de carbono o metálico que hay en su interior, se pone a una alta temperatura por medio de la corriente eléctrica y como no puede quemarse, por la gran escasez de aire, se pone incandescente, produciendo la luz.

18. *Influencia de la distancia.*—Cuando el medio en el cual se propaga la luz no ejerce absorción apreciable, la intensidad luminosa está en razón inversa del cuadrado de la distancia.

Dicho de otro modo, una luz de una bujía de intensidad vista a una cierta distancia, se ve con el mismo brillo que una de cuatro bujías vista a distancia doble o que una de nueve viéndose a triple distancia.

19. *Resultado de medidas fotométricas.*—La fotometría es la parte de la óptica que estudia las intensidades de la luz, regulando sus leyes y efectuando comparaciones.

Las medidas de intensidad de luces de diversas especies, han conducido al conocimiento de varias propiedades de frecuente aplicación en los diversos aparatos de óptica; pero sólo es útil tener noticia de los resultados siguientes:

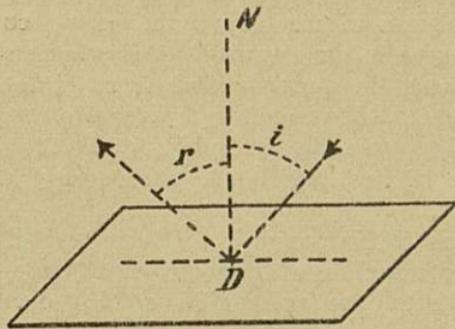
La sensibilidad del ojo a las variaciones del brillo de una luz varía con el color de ésta; la mayor potencia luminosa reside en la luz amarilla. El azul claro y el rojo claro siguen en potencia luminosa al amarillo, pero no tienen diferencias apreciables entre sí respecto al brillo y sensibilidad del ojo para distinguirlos; sin embargo, las experiencias ejecutadas con ambos colores demuestran que, en luces de pequeña intensidad, el azul se ve mejor que el rojo, y que con luces de intensidad grande, el rojo se divisa mejor que el azul, siempre considerando luces rojas y azules de igual intensidad.

CAPITULO III

Reflexión de la luz.

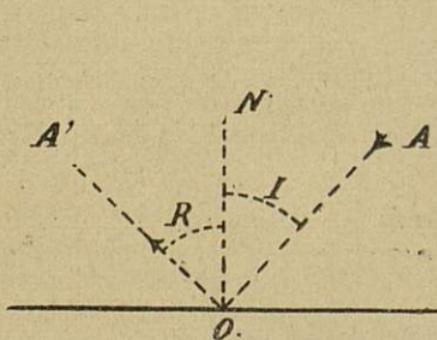
20. *Fenómeno de la reflexión.*—Cuando un rayo de luz encuentra una superficie pulimentada, cambia de dirección, saliendo repelido como si fuera una bola elástica, de goma, por ejemplo, que se hubiese lanzado sobre la superficie por el mismo camino que el rayo luminoso. Este fenómeno se llama reflexión.

Aclarando más el concepto: si se tira una pelota sobre una superficie plana y pulimentada, aquella sale despedida en una dirección, que depende de la inclinación con que cayó sobre la superficie; si fué a chocar con ella perpendicularmente, sale también perpendicularmente, por el mismo camino que trajo, y si se tiró inclinada, al chocar, saldrá por el lado opuesto con una inclinación igual (respecto a la superficie) a la de caída. Si en el punto en que choca la pelota con la superficie, se levantara una perpen-

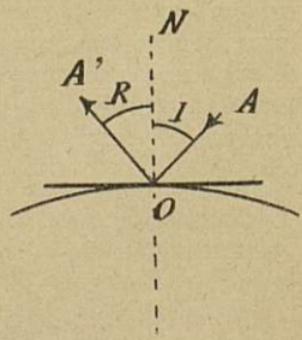


(Fig. 2).

dicular, el ángulo que formó la dirección que llevaba la pelota al caer, con la perpendicular, será igual al que forme con esta perpendicular la dirección que sigue la pelota después del choque (fig. 2); el ángulo i de caída es igual al r de repulsión después de



(Fig. 3).



(Fig. 4).

chocar la pelota en D , con respecto a la perpendicular ND .

Del mismo modo se presenta el fenómeno cuando es un rayo de luz el que cae sobre una superficie plana o curva bien pulimentada; el rayo (fig. 3 y 4)

que parte del punto A , sigue su dirección en línea recta y chocando con la superficie en O , sale despedido en dirección OA' , formando con la perpendicular NO un ángulo R , igual al I que se formó antes del choque.

El rayo OA , comprendido entre el punto luminoso A y el punto de choque O , se llama rayo incidente; el punto O , punto de incidencia, y el rayo OA' , rayo reflejado; los ángulos I y R se llaman, respectivamente, ángulo de incidencia y ángulo de reflexión.

21. Leyes de la reflexión.—El fenómeno de reflexión de la luz obedece a dos leyes que pueden expresarse en esta forma: *el ángulo de reflexión es igual al de incidencia; el rayo incidente, el reflejado y la perpendicular en el punto de incidencia, están en un mismo plano normal a la superficie reflejante.*

Estas leyes, con arreglo a las cuales se verifica la reflexión de un rayo de luz, están comprobadas experimentalmente por un sencillo aparato de Física, cuya explicación no interesa; baste saber que son rigurosamente ciertas.

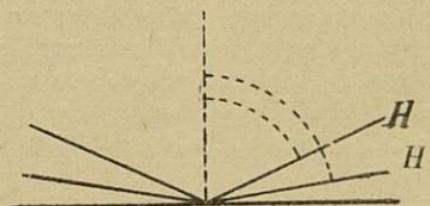
22. Reflexión irregular.—Se ha explicado el fenómeno de reflexión sobre una superficie pulimentada, que recibe el nombre de reflexión regular; pero sin advertir que la cantidad de luz reflejada no es el total de la incidente. De un haz de luz que cae sobre una superficie opaca pulimentada, una parte se refleja regularmente, distinguiéndose bien su dirección antes y después del encuentro con la superficie, y otra, lo efectúa irregularmente, saliendo en todas direcciones; ésta recibe el nombre de luz difusa, gracias a la cual vemos los cuerpos iluminados.

El que se llame reflexión irregular no significa que la luz no obedezca siempre a las leyes de reflexión; éstas son inmutables y obligan a todos los rayos a sujetarse a sus mandatos; el que los rayos salgan, en parte, de un modo irregular, es debido a la falta de un pulimento perfecto de la superficie reflejante (1).

23. Intensidad de la luz reflejada.—Para cuerpos de una misma naturaleza, la intensidad de la luz

(1) Tampoco la luz reflejada regular e irregularmente, es el total de la incidente, pues una parte de ésta es absorbida por el cuerpo sobre que incide

reflejada regularmente, aumenta con el pulimento de la superficie sobre que se refleja y con el ángulo de incidencia; de modo es, que cuanto más pulimentada esté una superficie, dará más reflexión regular de un haz de luz y menos reflexión irregular, y cuanto más



(Fig. 5).

próximo vaya el haz a la superficie, es decir, cuanto mayor sea (figura 5) el ángulo de incidencia, mayor es la reflexión regular; el haz H' , da más reflexión regular que el H .

CAPITULO IV

Espejos planos

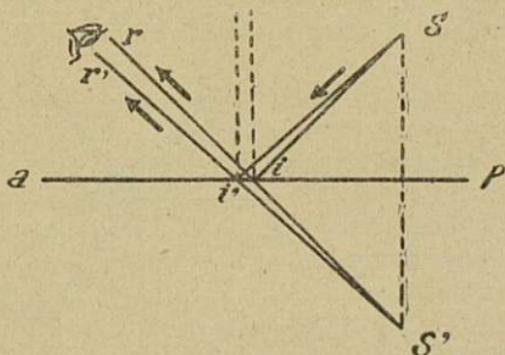
24. *Definición.*—Reciben el nombre de espejos, superficies pulimentadas y preparadas por la industria, para producir una reflexión regular en la mayor cantidad de rayos posibles de un haz. Hoy en día, se emplea el cristal, aplicándole por una de sus caras una capa de estaño y mercurio, y en los espejos de calidades superiores, está substituída esta composición por la plata, que tiene mayor poder reflejante.

Los modernos procedimientos industriales permiten obtener placas de cristal de gran tamaño muy bien pulimentadas, las cuales se convierten en espejos de primera calidad mediante la capa de plata que se les aplica por una de sus caras.

Según sus formas, los espejos se dividen en planos y curvos, pudiendo estos últimos ser esféricos, parabólicos, cilíndricos, etc.

25. *Espejos planos.*—*Reflexión de los espejos planos.*—Sea (fig 6.^o) un espejo plano cuya superficie $a\phi$ se va a emplear como plano reflejante; un punto luminoso S , emitiendo rayos en todas direcciones, enviará

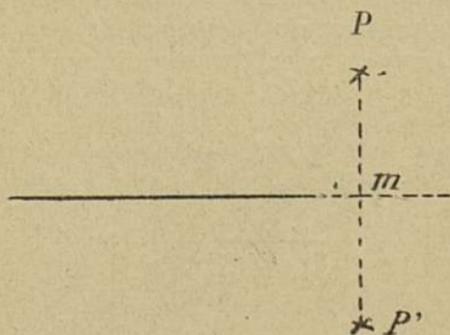
al espejo, entre otros varios, dos, cuya marcha se va a examinar: los rayos Si y Si' , chocando con la superficie del espejo en i e i' , saldrán reflejados en direcciones ir , $i'r'$ divergentes, por la distinta inclinación que tienen los rayos incidentes examinados; el ojo, al recibir los rayos reflejados, los refiere a su pro-



(Fig. 6).

longación y los ve como si partieran del punto S' , donde se cortan dichas prolongaciones por detrás del espejo, siendo el punto S' simétrico del S , es decir, colocado al otro lado del espejo sobre una perpendicular SS' a él, y a igual distancia de su superficie. El punto S' se llama imagen del S .

De esta explicación se deduce: que la reflexión se efectúa sobre los espejos planos con arreglo a las con-



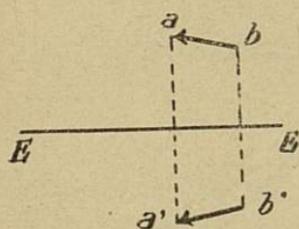
(Fig. 7).

diciones y leyes ya explicadas; que el ojo percibe el punto luminoso al otro lado del espejo; que este punto luminoso no es el verdadero, sino una *imagen* suya, y que esta imagen es simétrica del punto que la produce, con relación al espejo.

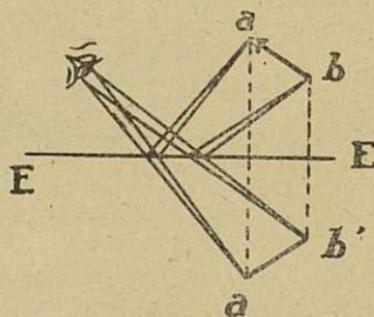
26. *Construcción de imágenes.*—Con lo establecido en el párrafo precedente, puede obtenerse la imagen de un punto P , situado delante del espejo (fig. 7); esa

imagen estará al otro lado del espejo, sobre una perpendicular a él PP' y a una distancia $mP' = mP$, quedando, por tanto, el punto y su imagen a igual distancia de la superficie del espejo.

Si en vez de tratarse de un punto, se trata de una recta, la construcción es idéntica, según puede verse en la figura 8; $a'b'$ es la imagen de ab , en el espejo



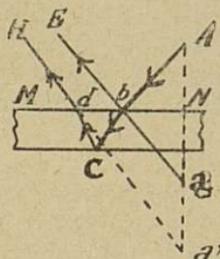
(Fig. 8).



(Fig. 9).

$E E$; el modo de efectuarse la reflexión de los rayos lo indica claramente la figura 9.

27. *Imágenes múltiples en los espejos de vidrio.*— Los espejos metálicos, como tienen una sola superficie reflejante, no dan más que una imagen; pero no sucede lo mismo con los de vidrio, los cuales producen varias, que pueden observarse con facilidad mirando oblicuamente en un espejo la imagen de una bujía. Véase una primera imagen poco intensa, luego una segunda



(Fig. 10).

muy visible, y detrás de ésta, otras varias cuya intensidad decrece sucesivamente.

Explíquese este fenómeno por las dos superficies reflejantes que presentan los espejos de vidrio. Cuando los rayos luminosos que parten del punto A (figura 10) encuentran la primera superficie, se refleja una parte de luz, dando la imagen a , formada en la prolon-

gación del rayo $b E$, reflejado por esta superficie; el resto de la luz penetra en el vidrio, se refleja en C sobre la capa de estaño amalgamado que cubre la cara posterior del espejo y vuelve al ojo, siguiendo la dirección $d H$, y dando la imagen a' .

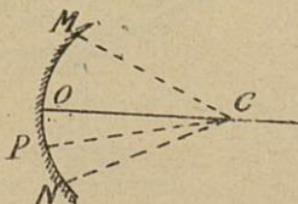
Esta, que es más intensa, porque la capa metálica que recubre la cara posterior del espejo refleja más que el vidrio, dista de la primera el doble del espesor del espejo.

En cuanto a las otras imágenes que aparecen, provienen del hecho general de que siempre que un haz luminoso ha de pasar de un medio al otro, por ejemplo del aire al vidrio o viceversa, jamás dicho haz pasa por completo (sino sólo parcialmente), reflejándose la otra parte en la superficie que separa los dos medios. Por consiguiente, cuando el haz $c d$ reflejado por la capa de estaño llega a d para salir del vidrio, una parte se refleja interiormente sobre la cara $M N$ y vuelve hacia la capa de estaño, donde se refleja de nuevo hacia la cara superior. De aquí sale una parte que da una tercera imagen, mientras que la otra parte vuelve sobre la capa de estaño, se refleja allí y sale, en parte, del vidrio por la cara $M N$, produciendo una cuarta imagen, y así sucesivamente hasta que, debilitándose gradualmente la luz, dejan de ser visibles las imágenes.

CAPITULO V

Espejos curvos.

28.—*Espejos esféricos.*—Los espejos curvos que vamos a estudiar son los de curvatura esférica.



(Fig. 11).

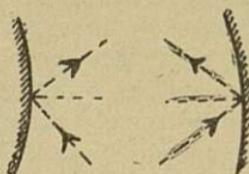
Un espejo esférico (fig. 11), es una superficie reflectante, cuya forma es la de un casquete esférico.

Se llama *centro de curvatura*, el centro C de la esfera a que pertenece el casquete; *centro de figura*, el pun-

to O del espejo, punto central o medio del casquete; *eje principal*, la recta OC que une el centro de figura y el centro de curvatura, y *eje secundario*, cualquier recta que vaya del espejo al centro de curvatura, como las CM , CN y CP .

Abertura de un espejo esférico, es el ángulo MCN formado por las líneas MC y NC , que van desde sus bordes al centro de curvatura.

Los espejos esféricos pueden ser *cóncavos* o *convexos*; los primeros son aquellos en que la superficie reflejante está por el lado interior de la esfera; y los

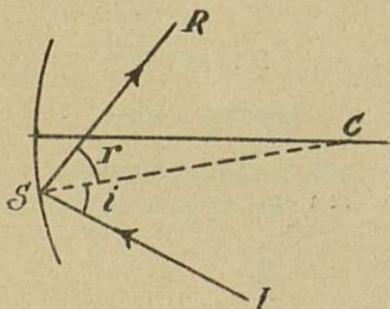


(Fig. 12). (Fig. 13).

segundos, los que tienen dicha superficie por el lado exterior.

La figura 12 es un espejo cóncavo; la 13, uno convexo.

29.—*Espejos cóncavos; reflexión.*—Sobre un espejo esférico cóncavo se verifica la reflexión en la misma



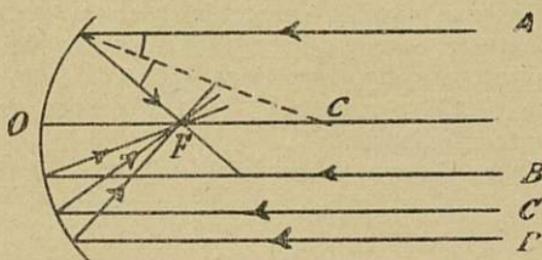
(Fig. 14).

forma y condiciones ya explicadas: sea (fig. 14) un rayo de luz IS que, siguiendo una dirección cualquiera, llega al espejo y choca con él, en S ; la normal en el punto S , es SC (el radio) (1), y, por lo tanto, el ángulo i es el ángulo de incidencia; si por encima de la normal SC se construye un ángulo

(1) En las superficies esféricas, la perpendicular en un punto es el radio que pasa por dicho punto y se llama normal.

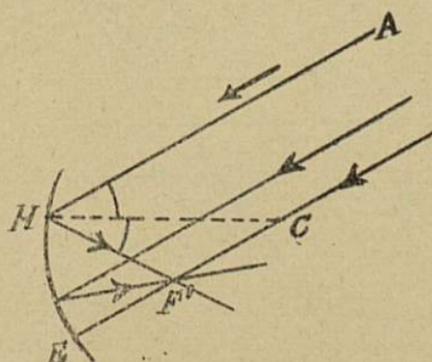
igual al i , la recta $S R$ que lo forme será el rayo reflejado, porque el ángulo r (de reflexión), es igual al i (de incidencia).

30.—*Focos.*—Si en un espejo cóncavo (fig. 15), incide un rayo A , paralelo al eje principal, aquél, después de



(Fig. 15).

reflejado, como se ve en la figura, corta al eje principal en un punto, F ; cualquier otro rayo B , paralelo al eje principal, se refleja cortando a dicho eje en el mismo punto que el anterior; y todos los rayos $C D$, y otro cualquiera que lleve la misma dirección, irán a parar, después de reflejados, al mismo punto F que los anteriores. Este punto F , donde se reúnen todos los rayos paralelos al eje principal después de su reflexión, recibe el nombre de foco principal y está



(Fig. 16).

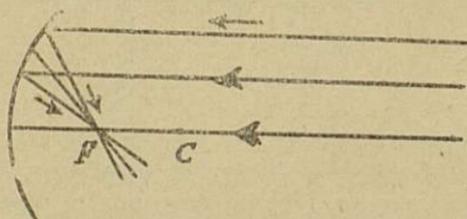
situado sobre aquél en el punto medio de la distancia entre el espejo y el centro de curvatura.

Si se considera (fig. 16) un eje secundario $C E$, todo rayo que sea paralelo a este eje, como el $A H$, se reflejará con arreglo a las leyes ya explicadas y cortará (después de su reflexión) al eje secundario en un

punto F' y cualquier otro rayo que lleve la dirección de este eje secundario, pasará después de reflejado, por el mismo punto F' que el anterior.

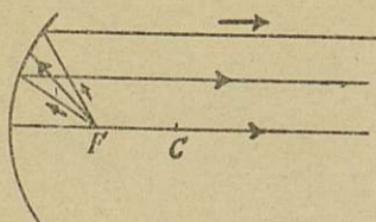
Este punto F' , donde se reúnen todos los rayos que son paralelos a una dirección dada, se llama *foco secundario*, y se halla situado sobre el eje secundario correspondiente a aquella dirección y en el punto medio de la distancia entre el espejo y el centro de curvatura. El punto F (fig. 15), foco principal, es el punto medio de OC ; el punto F' (fig. 16), foco secundario es el punto medio de EC .

31. *Haces de rayos paralelos.*—*Puntos luminosos en los focos.*—Con arreglo a lo que se acaba de expresar,



(Fig. 17).

se comprende que un haz (fig. 17), paralelo al eje principal, que se refleje sobre un espejo cóncavo, irá a reunirse convergiendo sus rayos, en el punto F , foco principal del espejo; y que un punto luminoso (figu-



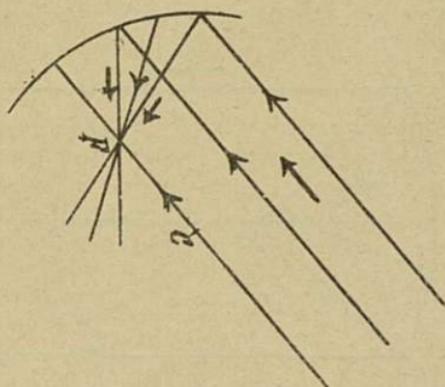
(Fig. 18).

ra 18), colocado en F , foco principal del espejo, emitirá un haz divergente que, después de reflejado, saldrá en haz de rayos paralelos al eje principal.

Del mismo modo, un haz (fig. 19), de rayos paralelos a una dirección dada, que se refleje sobre un espejo cóncavo, se reunirá en un punto F' , foco secundario; un punto luminoso (fig. 20), situado en F' , foco secundario de una dirección dada, emitirá un haz di-

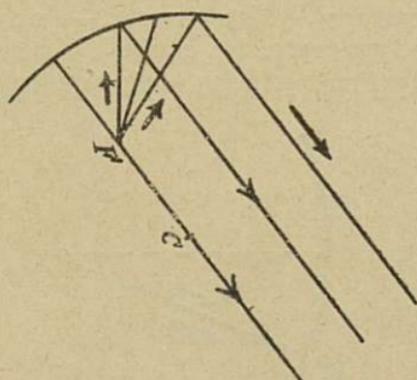
vergente que será reflejado en haz de rayos paralelos, a la dirección del eje secundario correspondiente.

Estas propiedades se utilizan en telegrafía óptica : un espejo (fig. 21) recoge todos los rayos que, emitidos



(Fig. 19).

desde el foco F , chocan en su superficie, los cuales salen paralelos en forma de un haz cilíndrico. La reunión de los rayos paralelos en los focos, sólo puede admitirse en espejos curvos de 8 a 9 grados de abertura ;

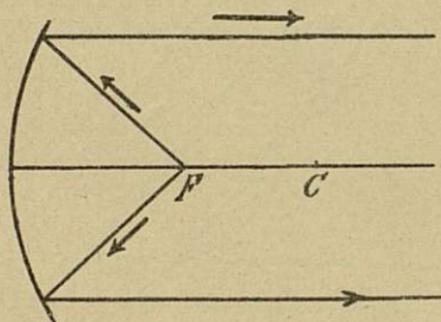


(Fig. 20).

en los de abertura mayor, el foco no es un punto, sino que se extiende en una superficie, cuyo estudio no corresponde a estas nociones ; basta saber que en espejos de abertura superior a la indicada, los rayos paralelos no se reúnen en un mismo punto preciso, después de reflejados, sino que se juntan a su alrededor.

Recíprocamente, si se coloca una fuente de luz en el foco de un espejo cóncavo esférico, los rayos que emergen de la misma no saldrán completamente paralelos después de la reflexión, sino con cierta divergencia perjudicial para el alcance.

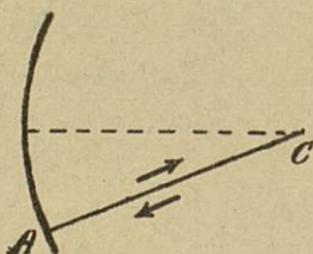
Este defecto de los espejos esféricos se llama *aberración de esfericidad por reflexión*.



(Fig. 21).

aberración de esfericidad por reflexión. Los espejos parabólicos no tienen este inconveniente, pues reflejan los rayos procedentes del foco rigurosamente paralelos al eje óptico, cualquiera que sea la abertura del espejo.

32. Rayo normal.—*Haz normal*.—Un rayo de luz CA (fig. 22), que sale del centro de curvatura, caerá sobre la superficie esférica del espejo normalmente

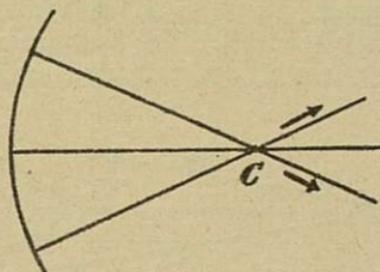


(Fig. 22).

a ella, y, por lo tanto, saldrá reflejado en la misma dirección AC , pasando por el mismo punto C de donde partió. Esta marcha del rayo de luz es la que corresponde a las leyes de reflexión ya enunciadas; porque si el rayo es normal a la superficie en el punto de choque, el ángulo incidente será cero, puesto que se confunde con la perpendicular en el punto de contacto

y, por lo tanto, el de reflexión también ha de ser cero, correspondiéndole, al rayo reflejado, la dirección misma de la normal o perpendicular.

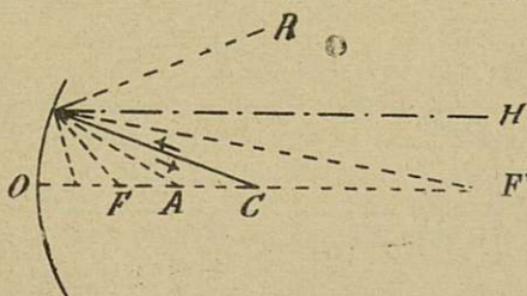
Por estas razones se explica que el haz divergente producido por un punto luminoso situado en el centro de curvatura de un espejo esférico, al chocar con él (fig. 23), volverá reflejado al mismo punto de parti-



(Fig. 23).

da. Conviene no olvidar este caso porque se utiliza en los aparatos de telegrafía óptica, para mayor aprovechamiento de la luz.

33. *Foco de luz situado en distintos puntos del eje principal.*— Si se supone un punto luminoso F' , situado (fig. 24) más allá del foco principal, un rayo que par-



(Fig. 24).

ta de dicho punto chocando con el espejo, irá a parar, después de reflejado, a un punto A colocado entre el foco y el centro de curvatura; si F' se aleja de C , A se alejará al mismo tiempo de C ; pero por mucho que se aleje F' , A no pasará nunca de F ; estos dos puntos A y F' se llaman focos conjugados, por la relación que los liga.

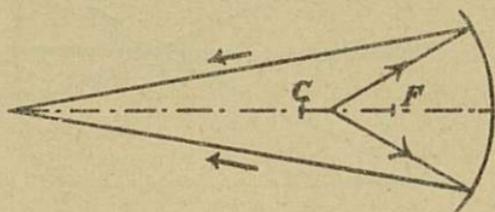
Si el punto luminoso F' se acerca a C , cuando llegue a esta posición C , el rayo reflejado volverá al mismo punto C .

Si continúa marchando el punto luminoso hacia el espejo, después de abandonar la posición C , el rayo reflejado irá alejándose de C , hacia F' .

Cuando el punto luminoso llegue al punto F , el rayo reflejado H , saldrá paralelo al principal $O F$.

Siguiendo su camino hacia el espejo, el punto luminoso, después de salir de F , mandará el rayo reflejado R divergente, respecto al eje principal.

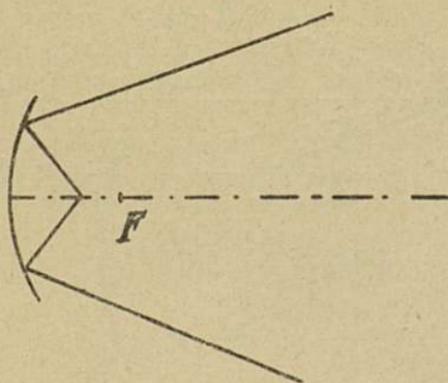
Considerando ahora el haz luminoso que emite un punto situado en el eje principal entre el centro de



(Fig. 25).

curvatura y el espejo, se presentarán los siguientes casos :

- 1.º La luz en el centro de curvatura (fig. 23), los rayos reflejados vuelven al centro de curvatura.
- 2.º La luz entre el centro de curvatura y el foco

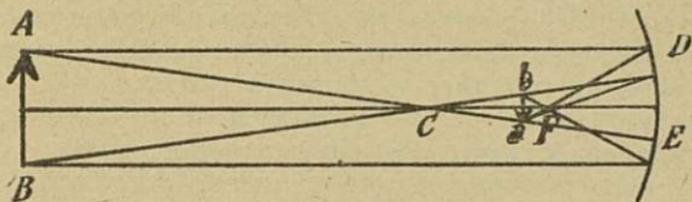


(Fig. 26).

principal (fig. 25) : los rayos reflejados salen convergentes y se reúnen en un punto del eje principal al otro lado del centro de curvatura, y tanto más lejos, cuanto más cerca esté la luz del foco principal F .

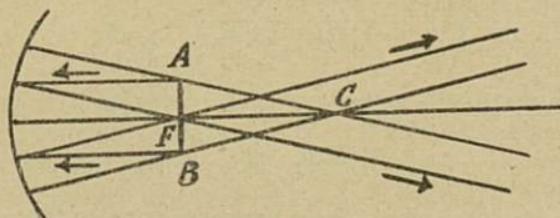
- 3.º La luz en el foco principal (fig. 21) : el haz reflejado sale paralelo al eje principal.
- 4.º La luz entre el foco principal y el espejo (figura 26) : el haz reflejado sale divergente.

34. *Construcción de las imágenes en los espejos cóncavos.*—La figura 27 indica la manera de hallar la imagen de un objeto $A B$ colocado enfrente del espejo y más distante de él que el centro de curvatura C .



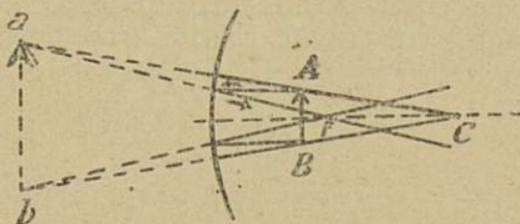
(Fig. 27).

Para hallar la imagen A se traza el rayo $A D$ paralelo al eje principal del espejo; este rayo se reflejará pasando por el foco F según la recta $D F$. Se traza ahora el rayo $A C E$, que pasa por el centro de



(Fig. 28).

curvatura C ; este rayo se reflejará según la misma recta $E C A$. En la intersección de los dos rayos reflejados $D F$ y $E C A$, o sea, en el punto a , está la imagen de A . Del mismo modo se obtiene la imagen b del punto B . La imagen de $A B$ es, por lo tanto, $a b$.



(Fig. 29).

Si el objeto luminoso estuviese en $a b$ su imagen sería $A B$.

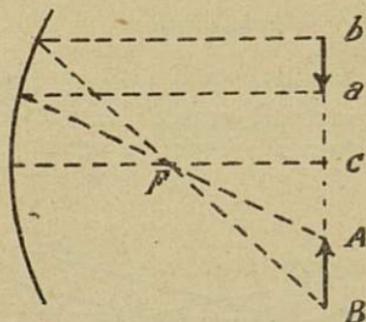
La figura 28 demuestra que si el objeto está en el foco principal del espejo, éste no produce ninguna imagen de aquél.

La figura 29 da la construcción de la imagen de

un objeto AB colocado frente al espejo y más cerca de él que el foco. La imagen es $a b$ y el observador la verá de la misma manera que en los espejos planos, a causa de que el ojo, al percibir los rayos reflejados, los refiere a su prolongación y los ve como si partieran de los puntos a y b donde se cortan. esta clase de *imágenes* se llaman *virtuales*.

La figura 30 da en $a b$ la imagen de un objeto AB colocado en el centro de curvatura del espejo.

35. *Observaciones generales sobre la reflexión de*



(Fig. 30).

la luz en los espejos.—Los espejos contruídos de metal pulimentado reflejan menos cantidad de luz que los de cristal azogado, y éstos, a su vez, tienen menos poder reflejante que los contruídos de cristal con un baño de plata aplicado sobre una de sus caras.

Se puede admitir que en los espejos usuales se pierde siempre una tercera parte de la luz incidente; es decir, que del total de luz que llega a un espejo, sólo sale reflejada regularmente una cantidad, que puede estimarse aproximadamente en dos terceras partes de la total; la luz absorbida se calcula en 0, 1 a 0, 2 de la incidente.

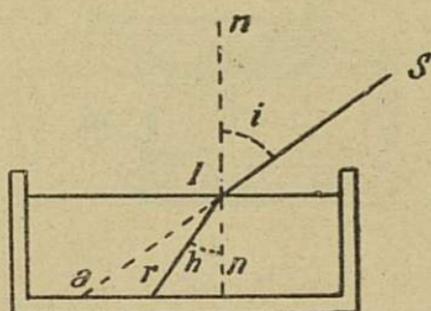
CAPITULO VI

Refracción de la luz.

36. *Definición.*—Cuando un rayo de luz pasa oblicuamente de un medio homogéneo a otro también homogéneo, pero de naturaleza diferente, no sigue la dirección que traía, sino que se desvía, quebrándose precisamente en la línea de separación de ambos medios. Este fenómeno se conoce con el nombre de refracción.

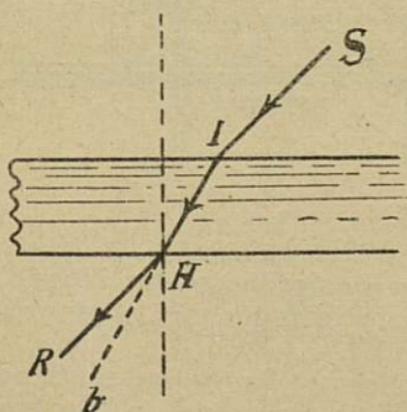
Si el rayo de luz cae perpendicularmente a la superficie de separación de ambos medios, no sufre desviación alguna y sigue en línea recta.

Si se considera un rayo de luz $S I$ que cae oblicuamente sobre la superficie del agua contenida en un depósito (fig. 31), como pasa del aire al agua, y ésta



(Fig. 31).

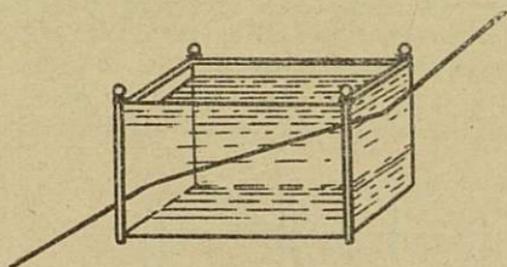
es más densa, el rayo $S I$ no sigue recto en dirección $I a$, sino que se quiebra en I , marchando en dirección $I r$, esto es, aproximándose a la normal $I n$; si sale del agua (fig. 32) al aire, el rayo $I H$ al salir del agua y



(Fig. 32).

penetrar en el aire, que es menos denso, no seguirá la misma dirección $H b$, sino que se desviará apartándose de la normal y marchando según $H R$. En esta última figura y en virtud de lo expuesto, se observa que un rayo $S I$ que pasa del agua al aire por intermedio de una capa de agua, sale según $H R$ en dirección paralela a la incidente; cuando el haz de luz penetra normalmente a la superficie de separación de los medios, su direc-

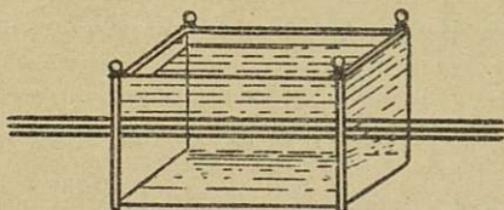
ción no sufre desviación alguna; las figuras 33 y 34 son un ejemplo de los dos casos que se acaban de citar, reproduciendo el efecto de un haz de luz que penetra en un depósito de agua en dirección oblicua y perpendicular a la superficie de separación.



(Fig. 33).

37. Leyes de la refracción.—Para la refracción, como para la reflexión, hay leyes que la rigen y son:

- 1.º El rayo incidente, el rayo refractado y la normal, están en un mismo plano.
- 2.º Para un mismo medio (el agua, por ejemplo) la



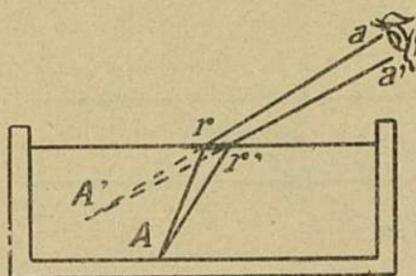
(Fig. 34).

relación entre los ángulos de incidencia y de refracción es constante, cualquiera que sea el ángulo de incidencia.

Angulo de incidencia (fig. 31) es el formado por el rayo incidente SI con la normal nI , y ángulo de refracción es el h , formado por el rayo refractado Ir con la normal In .

38. Fenómeno motivado por la refracción.—Un objeto A (fig. 35), colocado en el fondo de una vasija de agua, emitirá sus rayos sufriendo la refracción a la salida del agua, es decir, desviándose de su dirección en r y r' marchando según ra , $r'a$; al ser recogidos por el ojo de un observador, éste los refiere a su prolongación dentro del agua, apareciendo el objeto más alto de lo que realmente está, pues se ve en A' .

Por eso, las piedras colocadas en el fondo de un río parece que están más cerca de la superficie de lo que en realidad se hallan, y en general, el lecho aparece levantado, produciendo un efecto de disminución en la

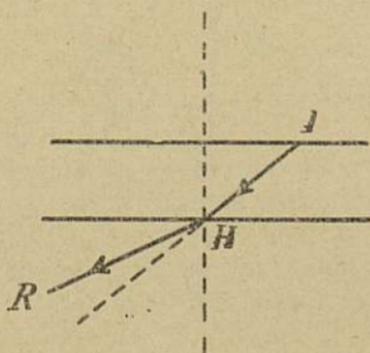


(Fig. 35).

profundidad del río, siempre que se mire oblicuamente a la superficie del agua.

39. *Angulo limite : reflexión total.*—Conviene el conocimiento de este caso particular, por servir más tarde para comprender el efecto de la refracción atmosférica, cuyo estudio es útil en telegrafía óptica.

Estudiada ya la dirección que sufren los rayos al refractarse, se comprende que si partiendo de un rayo $I H$ que sale refractado, según HR (fig. 32), por pasar del agua (cuerpo más denso) al aire (cuerpo menos denso), se examinan diversas posiciones del mis-

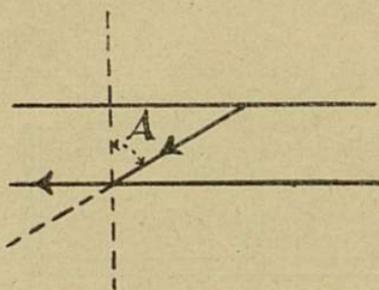


(Fig. 36).

mo rayo $I H$, cada vez con más inclinación, se estará en el caso de la figura 36, en que el rayo refractado HR estará más separado de la normal, y por lo tanto, más próximo al agua; es indudable que llegará el rayo $I H$ a una posición tal, que el rayo refractado saldrá rasante a la superficie del agua, como repre-

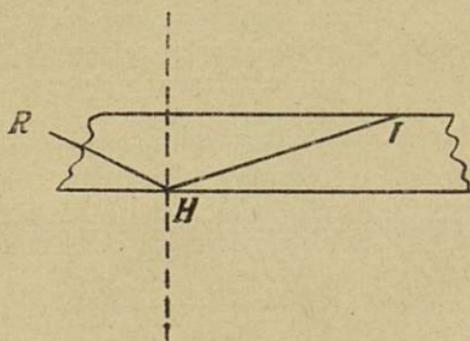
senta la figura 37; la inclinación A de este rayo que se desvía por su refracción en dirección rasante a la superficie del agua, es el ángulo límite.

Todo rayo $I H$ (fig. 38) que tenga más inclinación



(Fig. 37).

que la anterior, no puede refractarse porque se metería nuevamente dentro del agua y, no cambiando de medio, no puede haber refracción; lo que ocurre a par-



(Fig. 38).

tir de esta inclinación, igual al ángulo límite, es que el rayo se refleja con arreglo a las leyes ordinarias de la reflexión, saliendo el rayo $H R$ reflejado, por tener el $I H$ más inclinación que el ángulo límite; esto es lo que se llama *reflexión total*.

CAPITULO VII

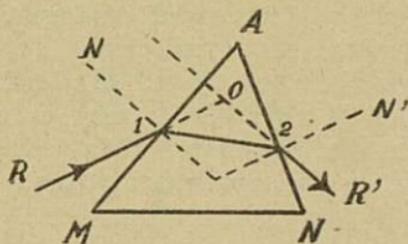
Prismas

40. *Definición.*—Se denomina *prisma*, en óptica, todo cuerpo transparente, limitado por dos caras planas inclinadas entre sí. La intersección de estas dos caras es una línea recta llamada *arista del prisma*, y

el ángulo que forman es su *ángulo refringente*. Los prismas más corrientes son triangulares rectos, y se representan por un triángulo (fig. 39) que es la intersección del mismo con un plano vertical.

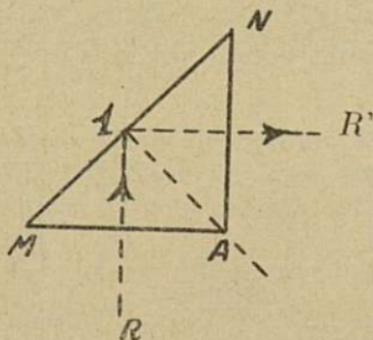
El punto *A* se llama vértice y la recta *M N*, *base*.

41. *Marcha de los rayos en los prismas* (fig. 39).—Si



(Fig. 39).

se considera un rayo *R* que, en el plano de la sección *A M N*, se dirige hacia el prisma, al llegar a la cara *A M*, tiene que pasar del aire al prisma, que será de vidrio, por ejemplo, debiendo refractarse y acercarse a la normal *N*, porque el vidrio es más denso que el aire, quebrándose en la dirección *1-2*. Cuando el rayo llega a *2* tiene que pasar del vidrio al aire y lo hará desviándose de la normal *N'*, en la dirección *2 R'* (por pasar ahora de un medio más den-



(Fig. 40).

so a otro menos denso). El ángulo *R O R'* se llama ángulo de desviación.

42. *Prismas de reflexión total*.—Se ha dicho que el rayo que pasa normalmente de un medio a otro no se desvía, y también se dijo que existe para cada medio un ángulo de incidencia límite, pasado el cual, el rayo no se refracta, sino que se refleja. Estas dos propiedades se aprovechan en prismas de vidrio, cuya sección es un triángulo rectángulo isósceles (fig. 40).

Un rayo R que se dirija al prisma en la dirección R_1 , normal a MA , entra en el prisma sin desviarse y llega a la cara MN con un ángulo de incidencia (R_1A) de 45° ; como el ángulo límite del vidrio respecto al aire es menor de 45° , el rayo R_1 no se refracta sino que se refleja con arreglo a las leyes de la reflexión, es decir, que el ángulo de reflexión (A_1R') será igual al de incidencia (45°) y $1R'$ será perpendicular a la cara NA . Al llegar el rayo reflejado ($1R'$) a la cara NA , como es normal a ella, pasará al aire sin desviarse. Esta clase de prismas es muy usada en los aparatos ópticos.

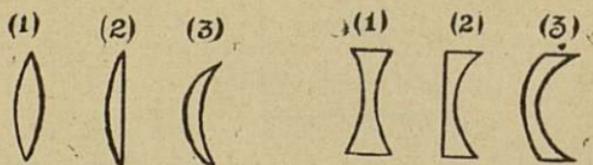
CAPITULO VIII

Lentes

43. Definición.—Una lente es un cuerpo transparente terminado por dos superficies esféricas, o por una esférica y otra plana.

44. Clasificación.—Las lentes se dividen en dos grandes grupos: *convergentes y divergentes*.

Se llaman convergentes (fig. 41), las que reúnen o hacen converger los rayos que las atraviesan; estas lentes se distinguen porque son más gruesas en su parte



(Fig. 41).

(Fig. 42).

media que en los extremos. Producen los mismos efectos que una serie de prismas unidos por sus bases.

Las divergentes (fig. 42), tienen la propiedad contraria; separan o hacen diverger los rayos que las atraviesan; en la práctica se distinguen por ser más delgadas en el centro que en las extremidades. Producen los mismos efectos que prismas unidos por sus vértices.

Las convergentes pueden ser de las tres formas que

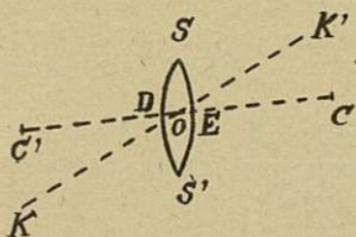
indica la figura 41, *biconvexa* la 1, *plano-convexa* la 2, y *menisco-convergente* la 3.

Las divergentes (fig. 42), son: *bicóncava* la 1, *plano-cóncava* la 2, y *menisco-divergente* la 3.

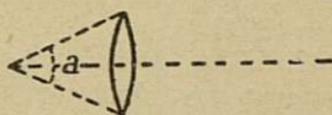
45. *Centro y ejes de una lente.*—La superficie esférica SDS' (fig. 43) tiene su centro en C , y la SES' lo tiene en C' . Estos dos puntos C y C' se llaman *centros de curvatura* de la lente.

La lente tiene también un centro de figura O , que se llama *centro óptico* de la lente.

La línea que une los dos centros de curvatura (que



(Fig. 43).

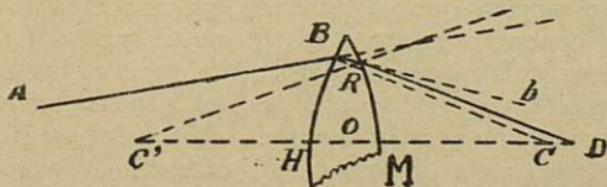


(Fig. 44).

pasará necesariamente por el centro óptico), se llama *eje principal*, y cualquier otra receta que pase por el centro óptico, se conoce con el nombre de *eje secundario*, siendo la $K K'$ un ejemplo de este caso.

Abertura de una lente es el ángulo a , que forman (fig. 44) las rectas que van del centro de curvatura a los bordes de la lente.

46. *Refracción de un rayo de luz en una lente.*—Conocidas las leyes de la refracción, es sencillo darse cuenta de la marcha que sigue un rayo al atravesar una lente, análoga a la que sigue al atravesar un



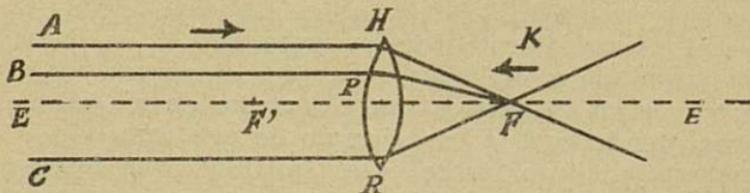
(Fig. 45).

prisma. Si se considera un rayo de luz $A B$ (fig. 45), que, en una dirección cualquiera, marcha por el aire (homogéneo) avanzando hasta chocar con una lente O , al llegar a la superficie B de la lente, como es transparente, penetra en ella; pero, como el cristal es más denso que el aire, el rayo de luz no seguirá en

la dirección que traía, sino que se quebrará aproximándose a la normal; la cara BH de la lente tiene su centro en C , luego la normal en el punto B será el radio BC y, por lo tanto, el rayo AB que pasa del aire al cristal (más denso que el aire), al quebrarse lo hará acercándose a BC que es, como se ha dicho, la normal del punto B , y marchará por el cristal con una dirección recta BR , puesto que la lente es homogénea; si continuara por el cristal, seguiría en dirección Rb , prolongación de BR ; pero pasa al aire y como éste es menos denso, tendrá que quebrarse alejándose de la normal $C'R$ (la normal en el punto R es $C'R$ puesto que la cara RM de la lente tiene su centro en C'), y seguirá una dirección RD .

47. *Foco principal.*—Conocido el modo de refractarse un rayo de luz al atravesar una lente, cualquiera que sea su dirección, examinemos el caso de un rayo paralelo al eje principal.

El rayo AH (fig. 46), al llegar a la lente, penetra



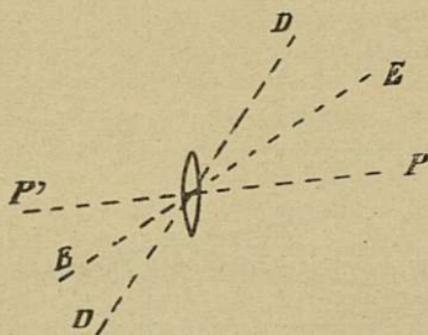
(Fig. 46).

en ella y la atraviesa según las leyes generales de la refracción, pasando el rayo después de refractado por un punto F del eje principal; otro rayo BP , de la misma dirección que el anterior, pasa a través de la lente y concurre como el AH en el punto F ; otro cualquiera CR , que sea paralelo a los anteriores, pasará también por el punto F ; y, en general, todos los rayos que lleguen a la lente en dirección paralela al eje principal irán a parar obligadamente, después de atravesar la lente, al mismo punto F . Este punto F , que tiene la particularidad de reunir los rayos paralelos al eje principal, se llama *foco principal* y está situado (en las lentes de 10 a 12 grados de abertura) aproximadamente, en el centro de curvatura de la lente; se comprende, que si los rayos en vez de llegar del lado izquierdo de la lente, como en la figura, vinieran del lado derecho, según la flecha K , el foco principal estaría a la izquierda, en F' . La distancia del

foco principal a la lente se denomina *distancia focal*.

En resumen: todo rayo paralelo al eje principal, pasa por el foco principal; y toda lente biconvexa tiene dos focos principales a uno y otro lado de ella, situados aproximadamente en sus centros de curvatura.

De todo lo expuesto se deduce en concreto: que se llama foco principal de una lente convergente, a aquel



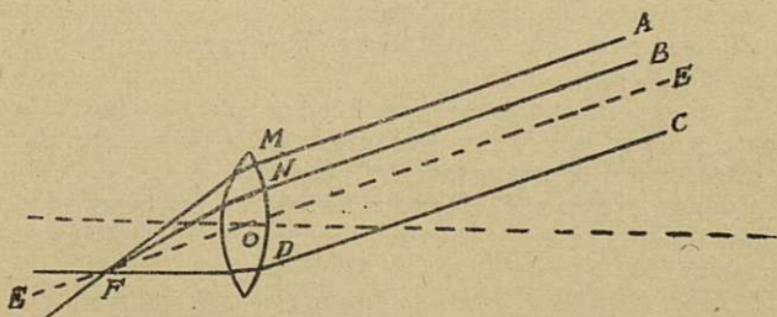
(Fig. 47).

punto del eje principal, donde se reúnen todos los rayos de luz que llegan paralelos a dicho eje.

También se verifica la propiedad inversa; es decir, que todo rayo de luz que parte del foco principal, como el $F H$, sale por el otro lado según $H A$, paralelo al eje principal.

El rayo que pasa por el centro óptico (figura 47), como $E E$, se admite que no se refracta ni sufre desviación alguna; sigue recto.

48. *Ejes y focos secundarios.*—Además del eje prin-



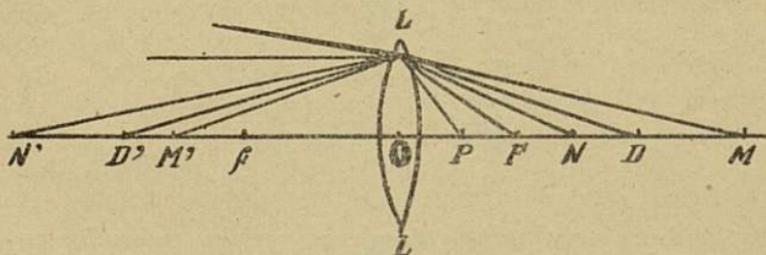
(Fig. 48).

cipal $P P'$ (fig. 47), se consideran en las lentes otros ejes que conviene conocer: Toda línea recta que pasa por el centro O de la lente, cualquiera que sea su

dirección, se llama eje secundario; las líneas EE y DD son ejes secundarios de la lente O .

Sobre cada eje secundario hay dos puntos, situados a uno y otro lado de la lente, que gozan de la propiedad de reunir en ellos los rayos de luz que vienen paralelos al eje secundario. Así (fig. 48), los rayos AM , BN y CD , paralelos al eje secundario EE , pasan al otro lado de la lente, después de refractados, concurriendo en el punto F , foco secundario, situado a una distancia de O , igual a la que estaba el foco principal.

49. *Focos conjugados.*—Sea una lente LL (fig. 49), con sus dos focos principales en F y f ; D y D' , dos



(Fig. 49).

puntos situados a una distancia de la lente, doble que la del foco F , es decir, que DO es doble que FO y $D'O$ doble que fO .

Si se supone un punto luminoso colocado en M , más allá de D , todos los rayos que pasen por este punto se reúnen en otro, M' , situado entre D' y f ; de modo que los rayos que parten de M concurren en un foco M' .

Si el punto luminoso M avanza hacia la lente y llega a D , los rayos que de él parten se reúnen en D' ; el foco de D está en D' .

Si el punto luminoso continúa su marcha hacia la lente y llega a N , por ejemplo, emite rayos que van a parar todos a otro punto N' , más allá de D' .

Cuando llegue a F el punto luminoso, sus rayos, después de atravesar la lente, saldrán paralelos al eje principal.

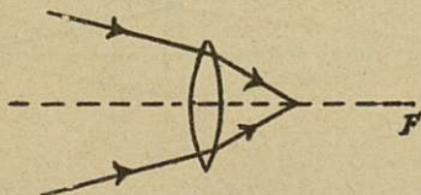
Y, por último, si el punto luminoso está entre el foco y la lente en una posición P , los rayos, después de pasar a través de la lente, salen divergentes respecto al eje principal.

Repasando lo que se acaba de decir, se ve: que a medida que el punto luminoso se va acercando a la lente, con sus posiciones sucesivas M , D , N , F y P ,

los focos donde se reúnen los rayos por ellos emitidos van alejándose cada vez más, pasando de M' a D' ; luego, a N' ; después, a ser paralelos, y, por último, a ser divergentes; si en vez de haber supuesto que el punto luminoso se acercaba a la lente, se le supone en P para ir alejándose de ella, pasando por las posiciones F , N , D y M , los rayos divergentes se hacen luego paralelos, después tienen su foco en N' y este foco se va acercando, llegando a D' y luego a M' . Resulta de lo expuesto que si el punto luminoso se va acercando a la lente, el foco donde se reúnen los rayos después de atravesarla, se va alejando; y que si el punto luminoso se aleja, el foco se acerca. Por esta relación, que liga los puntos estudiados, es por lo que reciben el nombre de *focos conjugados*: M y M' son focos conjugados, como D y D' y N y N' ; F no da foco conjugado, porque los rayos que de él parten se transforman en paralelos; y P se encuentra en análogo caso, porque la divergencia sufrida por los rayos impide que se reúnan (1).

50. *Haces de rayos*.—Aplicando los conocimientos que anteceden, ya se puede pasar al estudio de un haz completo de luz, examinando los diversos casos, según las posiciones de la fuente luminosa.

51. *Haces procedentes de puntos luminosos situados en el eje principal. Haz convergente* (fig. 50).—(Hacia



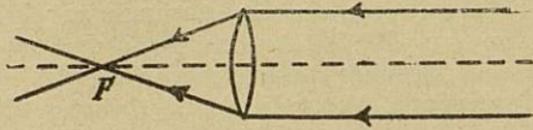
(Fig. 50).

la lente). Los rayos se reúnen al otro lado de la lente, en un punto situado más cerca de ésta que el foco principal.

Haz de rayos paralelos al eje principal (fig. 51).—Todos los rayos paralelos al eje principal se reúnen en el foco principal, después de atravesar la lente; de modo que el haz de la figura 51 atraviesa la lente y después concurre todo él al punto F , foco principal de la misma.

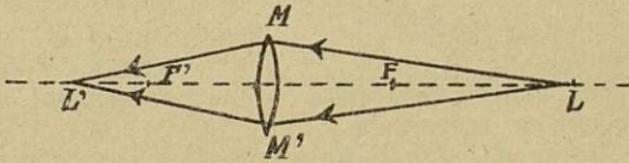
(1) No se estudian los focos virtuales.

Punto luminoso situado a más del doble de la distancia focal (fig. 52).—Si se coloca una fuente de luz en el eje principal de una lente y a una distancia mayor que el doble de la distancia focal, en L , por



(Fig. 51).

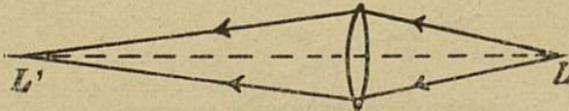
ejemplo, los rayos que van a parar a la lente forman un haz divergente, $L M$, $L M'$, que atraviesa la lente, refractándose, para reunirse en un punto L' , situado



(Fig. 52).

más allá del foco y más acá del doble de la distancia focal.

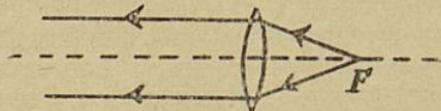
Punto luminoso situado al doble de la distancia focal.—Los rayos de luz que emite y atraviesan la lente,



(Fig. 53).

se reúnen al otro lado, al doble de la distancia focal.

Punto luminoso situado a menos del doble de la distancia focal (fig. 54).—Cuando la fuente de luz esté



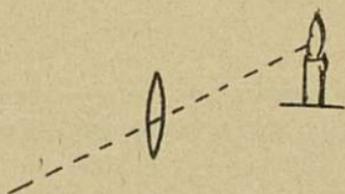
(Fig. 54).

colocada en estas condiciones, en L , por ejemplo, el haz divergente que llega a la lente pasa a través de ella y se reúne en el foco conjugado L' , situado a más del doble de la distancia focal.

Punto luminoso en el foco principal (fig. 54).—Una fuente luminosa situada en el foco principal de una lente, produce al otro lado de ella un haz de luz paralelo al eje principal.

Punto luminoso colocado dentro de la distancia focal (fig. 50).—En este caso, el haz que atraviesa la lente sale, después de su refracción, transformado en haz divergente.

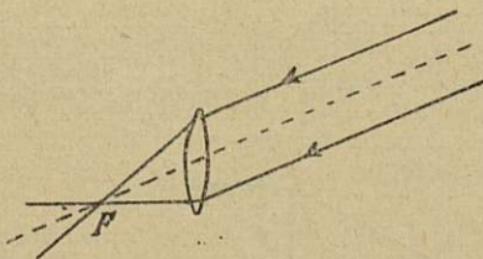
52. *Haces procedentes de puntos luminosos en cualquier situación.*—Cualquiera que sea la situación de una fuente de luz, siempre se puede trazar el eje secundario correspondiente (fig. 55), uniendo el punto lu-



(Fig. 55).

minoso con el centro de la lente; hecho esto, es sencillísimo saber la forma del haz luminoso, después de refractado, porque todo pasa exactamente igual respecto a un eje secundario que respecto a un eje principal, y, por lo tanto, pueden admitirse los mismos casos estudiados.

Haz de rayos paralelos a un eje secundario (fig. 56).—

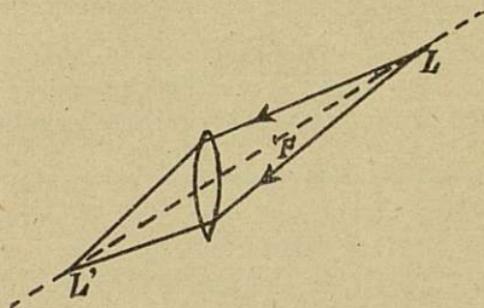


(Fig. 56).

Se reunirán sus rayos en el foco secundario de este eje.

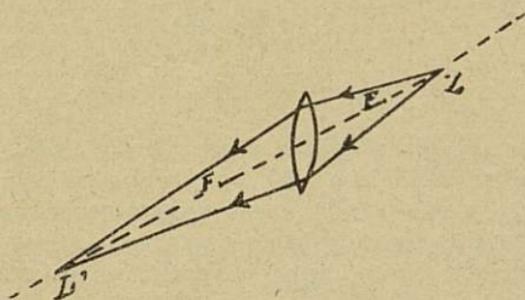
Punto luminoso situado en un eje secundario a más del doble de la distancia focal (fig. 57).—Mandarà sus rayos, después de refractados, a reunirse en un punto del eje secundario, colocado a menòs del doble de la

distancia focal. La luz en L pasa a reunirse en su foco conjugado, L' .



(Fig. 57).

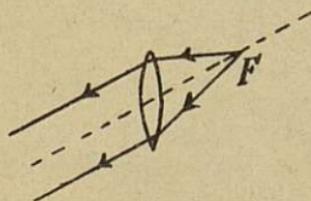
Punto luminoso situado en un eje secundario a menos del doble de la distancia focal.—En la figura 53



(Fig. 58).

se ve que la luz colocada en L da su foco conjugado en L' , a más del doble de la distancia focal.

Punto luminoso situado en un foco secundario (figu-



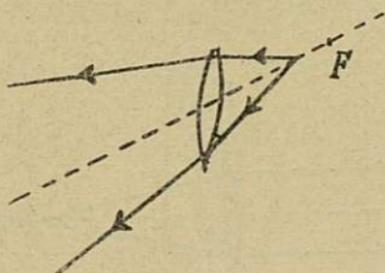
(Fig. 59).

ra 59).—Una fuente luminosa colocada en estas condiciones, enviará sus rayos paralelos al eje secundario correspondiente.

Punto luminoso situado en un eje secundario a me-

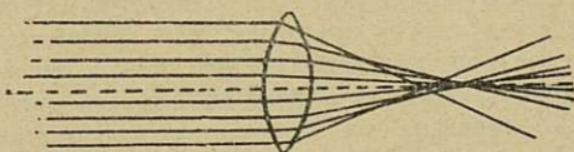
nos distancia que la focal (fig. 60).—En este caso, por analogía a lo ya explicado para un eje principal, se emitirá un haz de rayos divergentes, como se ve en la figura.

53. *Aberración de esfericidad.*—En las lentes muy



(Fig. 60).

gruesas (fig. 61), los rayos que pasan muy cerca de los bordes se desvían más que los próximos al centro, sin la relación necesaria entre ellos para reunirse en un foco; de modo que cuando los rayos vienen



(Fig. 61).

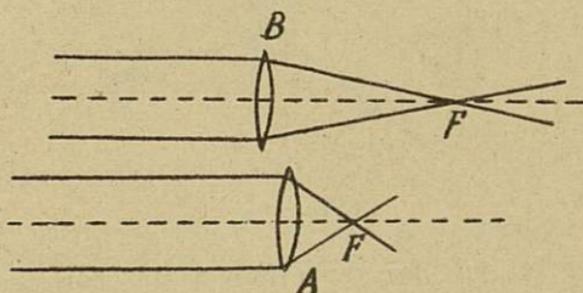
paralelos a un eje, no se reúnen en el foco, sino que los que pasan por los bordes cortan al eje más cerca de la lente que los que pasan por la parte central; lo mismo ocurre cuando los rayos llegan a la lente, convergentes o divergentes. Este defecto, consistente en no concurrir los rayos en un mismo punto, después de atravesar la lente, se llama *aberración de esfericidad* por refracción.

Para remediarlo se ha recurrido a cubrir la lente con un papel, cartón o metal (diafragma), que tenga una abertura central, de modo que no deje pasar los rayos de los bordes y sólo deje llegar a la lente los centrales.

También se disminuye la aberración usando dos lentes plano-convexas, volviendo la cara plana al lado conveniente para que los rayos que lleguen a la lente encuentren las superficies menos inclinadas, constituyendo de este modo sistemas en que se evita el de-

fecto de aberración. Estos sistemas de lentes se llaman *aplanéticos*.

El defecto de aberración ya se ha dicho que sólo se manifiesta en las lentes muy gruesas, y éstas se eligen porque conviene obtener mucha convergencia en los rayos, ventaja cuyo valor se verá al tratar de las imágenes en las lentes; una lente gruesa, *A* (figura 62), hace converger mucho los rayos, dando un



(Fig. 62).

foco muy próximo, y una menos gruesa, como la *B*, dará el foco más lejano sin aberración. Esta ventaja de converger mucho los rayos, sin el defecto de aberración, se consigue también por medio de dos lentes convergentes, separadas por un cierto espacio; en suma, se consigue un sistema muy convergente por medio de dos lentes plano-convexas o de dos convexas (de poca curvatura) separadas convenientemente.

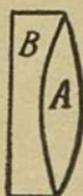
54. *Aberración de refrangibilidad.*—El fenómeno de la refracción no es tan sencillo como hasta aquí se ha supuesto. La luz del sol, es decir, la luz blanca, al pasar de un medio a otro, no sólo se desvía (refracción), sino que, además, se descompone en varias especies de luces.

Puede comprobarse este fenómeno (llamado dispersión) haciendo entrar un rayo de sol por una pequeña abertura en una cámara oscura. Si dentro de ésta se intercepta el rayo con un prisma, se obtiene una imagen del sol alargada y en la que aparecen claramente siete colores: violado, añil, azul, verde, amarillo, anaranjado y rojo. A dicha imagen se le llama *espectro solar*.

Como las lentes son a este efecto como prismas, las imágenes de los objetos vistos a través de ellas también estarán alteradas por la dispersión, recibiendo este defecto el nombre de *aberración de refrangibilidad*, ya que, en definitiva, tiene por causa la

distinta refrangibilidad de los siete colores simples que forman la luz blanca.

Para evitar esta aberración se emplea, en vez de una lente, dos yuxtapuestas como la *A* y *B* de la figura 63, de distinta clase de vidrio; este conjunto, llamado *lente acromática*, tiene la propiedad de com-



(Fig. 63).

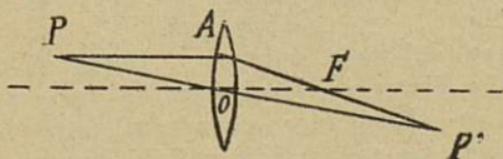
pensar, en las dos refracciones, la dispersión, de tal manera que la luz blanca, prácticamente, lo atraviesa sin descomponerse.

También puede conseguirse el mismo efecto empleando dos lentes separadas y de distinta curvatura

CAPITULO IX

Imágenes.

55. *Imagen de un punto.*—Para hallar la imagen de un punto, *P*, producida por una lente (fig. 64), bastará seguir la dirección de dos rayos, entre los infi-



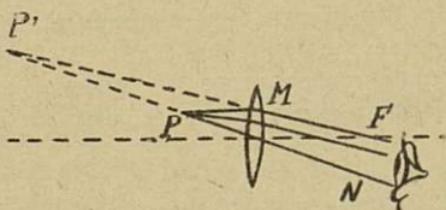
(Fig. 64).

nitos que emite, puesto que donde se cortan esos rayos, después de refractados, tendrán necesariamente que ir a parar todos los demás, ya que no puede haber más que una imagen de un punto, *P*. Si bastan dos rayos para encontrar la imagen de un punto, será lo más racional elegir aquellos que más fácilmente se manejen, y éstos son: los paralelos al eje principal, porque van a parar al foco principal, después de re-

fractados, y los que pasan por el centro de la lente, porque siguen rectos sin refractarse.

De lo expuesto se deduce la construcción que ha de ejecutarse para encontrar la imagen del punto P ; el rayo paralelo al eje principal, PA , después de refractarse, pasa por el foco principal, F ; el rayo PO , que va al centro de la lente, sigue recto sin sufrir refracción, y el punto P' , donde se encuentran ambos rayos después de refractados, será la imagen del P .

56. *Imágenes reales y virtuales.*—Cuando el punto está colocado más allá del foco, como en la figura 64, los rayos se cortarán necesariamente al otro lado de la lente; mas cuando el punto P , como en la figura 65, está dentro de la distancia focal, los rayos, después de refractados, no se cortan, pues ya se ha visto que salen divergentes; como en el primer caso (fig. 64), se



(Fig. 65).

cortan los rayos, hay imagen en P' ; como en el segundo (figura 65), no hay intersección de los rayos, no hay imagen.

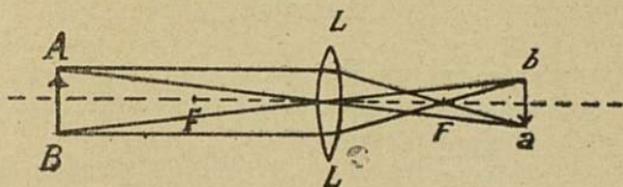
La imagen del caso primero (fig. 64) se llama *real*, porque tiene existencia efectiva y se puede recoger en una pantalla.

La imagen del caso segundo, cuando el objeto está dentro de la distancia focal (fig. 65), no existe; pero el ojo de un observador situado al otro lado de la lente recogerá los rayos MF y PN , que no se encuentran, y, prolongados, verá en P' una imagen de P , por la propiedad del ojo de ver en prolongación del rayo que recibe. Esta imagen no tiene existencia más que para el ojo de un observador: en P' no hay luz; no se puede, por lo tanto, recoger la imagen en una pantalla, porque no existe; por eso se le llama *virtual*.

57. *Imágenes de los cuerpos.*—*Imagen de un cuerpo colocado fuera del foco.*—Sea la flecha AB (figura 66), situada fuera del foco de la lente LL ; se trata de averiguar cuál es su imagen.

Para situar la flecha AB basta determinar dos puntos, por ser una línea recta, y estos dos puntos serán sus extremidades.

El punto A dará su imagen en a , como ya se ex-

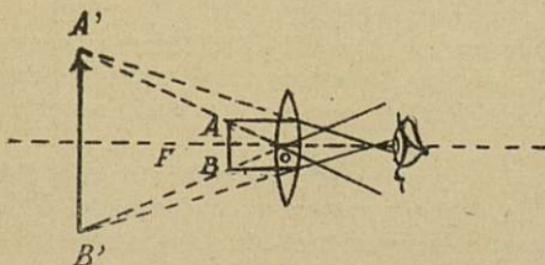


(Fig. 66).

plicó, puesto que es un punto fuera del foco, y el punto B , por la misma razón, tendrá su imagen en b ; el punto A , que ha venido a parar en a , es la punta de la flecha, y el punto B , cuya imagen es b , es la cabeza de la flecha; luego en ab está la imagen de toda la flecha con la punta hacia abajo, al revés de como estaba el objeto AB .

Esto permite enunciar la siguiente regla: un objeto colocado fuera de la distancia focal de una lente, produce al otro lado de ésta una imagen real, más pequeña e invertida.

Imagen de un objeto colocado dentro del foco.—Sea una flecha AB (fig. 67) situada dentro de la distancia



(Fig. 67).

$O F$; el punto A , según se dijo al tratar de la imagen de un punto, en la posición dicha (dentro del foco) tiene su imagen virtual en A' y el B en B' ; luego $A' B'$ es la imagen virtual de AB .

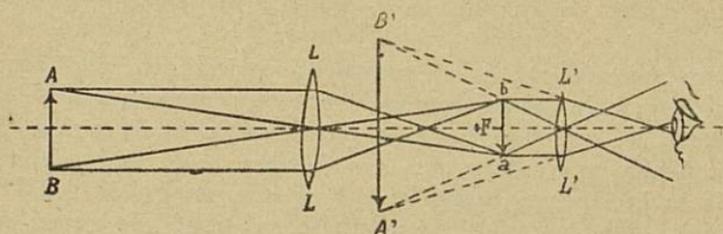
Todo objeto colocado dentro de la distancia focal produce al mismo lado de ésta una imagen virtual más grande que el objeto, y derecha.

CAPITULO X

Anteojos.

58. *Anteojos astronómico.*—La combinación de los dos casos explicados anteriormente da lugar al instrumento de óptica llamado *anteojos*.

Si se tiene una flecha AB (fig. 68) situada lejos de una lente LL (más allá del foco), producirá al otro lado



(Fig. 68).

en ab , una imagen real más pequeña e invertida; si delante de esta imagen real ab , que puede ser considerada como un objeto, se coloca otra lente $L'L'$, de modo que su foco F quede al otro lado de la imagen ab , ésta producirá una nueva imagen, $A'B'$, virtual, derecha y más grande.

De modo que el objeto AB lo hemos conseguido tener en $A'B'$, aunque invertido, más grande; esto permite apreciar los detalles que no era posible percibir a simple vista.

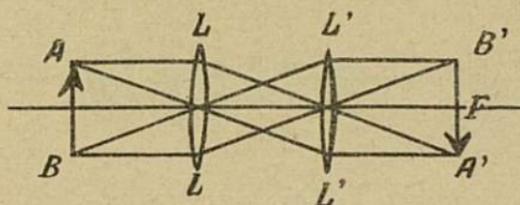
Esta es la teoría del instrumento conocido con el nombre de *anteojos astronómico*, llamado así porque se utiliza para observaciones de los astros en las cuales no es inconveniente la inversión de la imagen.

En los anteojos se llama *objetivo* la lente LL porque se halla más cerca del objeto y *ocular* la $L'L'$, cerca de la cual está el ojo del observador.

59. *Anteojos terrestres.*—Cuando se trata de observar objetos terrestres, es más conveniente verlos derechos, en la misma forma que se presentan a simple vista, por cuyo motivo no se usan los astronómicos, que dan la imagen invertida, sino los anteojos terrestres, en que el observador percibe la imagen derecha.

Para conseguir esto es preciso dar vuelta a la imagen que produce el objetivo, lo cual se consigue por

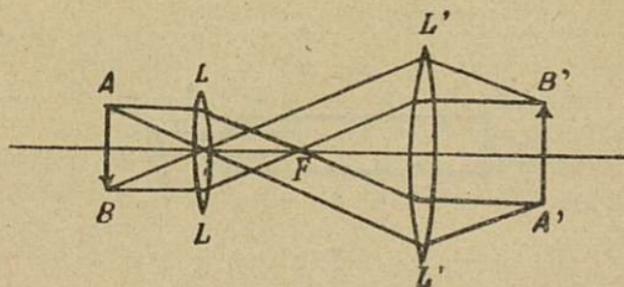
un sistema de dos lentes que producen el efecto que indica la figura 69; son dos lentes situadas de tal modo que el centro óptico de una es el foco de la otra, y con ello se consigue que la flecha $A B$ dé la vuelta,



(Fig. 69).

apareciendo en $B' A'$; la marcha de los rayos se ve claramente en la figura.

En la figura 70 se consigue igual inversión de la imagen por medio de dos lentes colocadas con un foco F común; la lente $L L$ tiene el foco en F , y este punto



70

(Fig. 70).

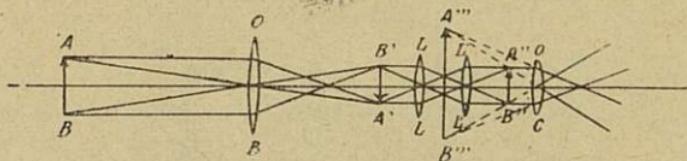
F es, a su vez, foco de $L' L'$; siguiendo la marcha de los rayos que indica la figura, se ve que la imagen $A B$ gira para colocarse en $B' A'$.

Ambos sistemas son prácticos.

Si por medio de un sistema de lentes como los que acaban de explicarse se consigue dar la vuelta a la imagen, se concibe la disposición que ha de tener un antejo terrestre.

Sea (fig. 71) un objeto, $A B$, observado por un antejo constituido como indica la figura: al llegar a la primera lente, $O b$ (objetivo), pasarán los rayos a través de ella y se formará en $B' A'$ una imagen real, más

pequeña e invertida; esta imagen es recogida por el sistema de lentes $L L', L' L''$, que la coloca derecha en $A'' B''$, dentro de la distancia focal de otra lente, $C O$ (ocular), que da una imagen, $A''' B'''$, virtual,



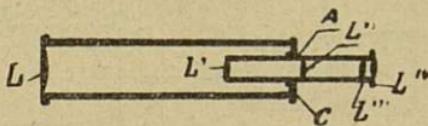
(Fig. 71).

derecha y ampliada. Tal es la teoría del anteojo terrestre.

Como los anteojos terrestres llevan más lentes que los astronómicos, se pierde más luz en el trayecto desde el objeto mirado al ojo del observador.

60. Disposición práctica del anteojo terrestre.—Para dar al instrumento la disposición conveniente a los usos prácticos que de él se exigen, se constituye del siguiente modo:

La lente objetivo L se coloca (fig. 72) en la extre-



(Fig. 72).

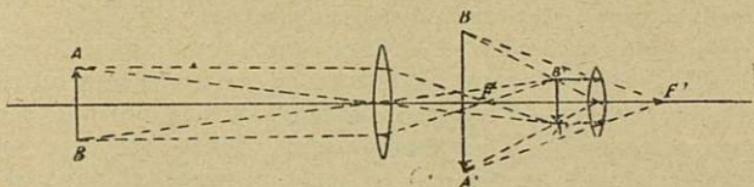
midad de un tubo que por el otro extremo tiene una abertura, AC , donde enchufa otro tubo que contiene las lentes de inversión L', L'' , y el ocular L''' . Este último, formado por dos lentes para evitar las aberraciones de esfericidad y refrangibilidad, formando, sin embargo, un sistema muy convergente y de mucha ampliación.

Para las observaciones por el anteojo, tanto astronómico como terrestre, se dirige el objetivo hacia el punto que se quiere observar y se enchufa el tubo del ocular, moviéndole en el sentido conveniente hasta conseguir bien clara y limpia la imagen del objeto que se desea percibir.

61. Aumento del anteojo.—Se llama aumento de un anteojo a la relación que existe entre las magnitudes aparentes del objeto y la imagen.

Así, en la figura 73 se ve que la imagen $B' A'$ es doble que el objeto $A B$; se dice que aumenta dos veces los objetos.

62. *Campo del anteojo.*—Se llama campo de un an-



(Fig. 73).

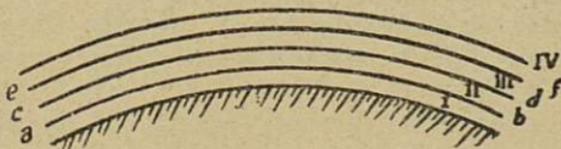
tejo al espacio visible con este instrumento; este campo es tanto menor cuanto mayor sea el aumento que produce el anteojo.

CAPITULO XI

Refracción atmosférica.

63. *Definición.*—La luz, en un medio homogéneo, marcha en línea recta; en cambio, al pasar de un medio transparente a otro, se refracta, acercándose o alejándose de la normal al plano de separación de ambos medios, según que la densidad del segundo sea mayor o menor que la del primero.

La tierra está rodeada de una gran masa de aire llamada *atmósfera*, de una altura no menor de 48 kilómetros. La atmósfera, que es transparente, no constituye un medio homogéneo, porque si se la considera dividida en capas por superficies curvas $a b, c d, e f$,

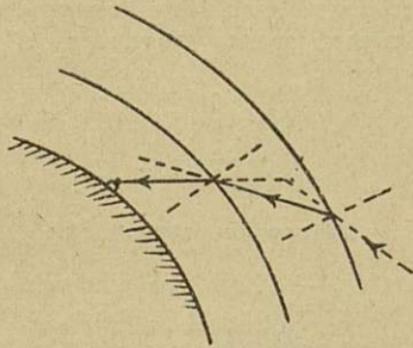


(Fig. 74).

etcétera (fig. 74), paralelas a la superficie de la tierra, lógicamente la capa I tendrá más densidad que la IV; en efecto: la capa IV está comprimida por todas las capas superiores a ella y la I por el mismo

peso que la IV y, además, el de las capas II, III y IV. Experimentalmente está probada esta verdad, y en ella se funda una de las aplicaciones del barómetro, que, a igualdad de otras circunstancias, para cada altura sobre el nivel del mar marca una presión distinta que implica una densidad distinta también.

De todo lo dicho se deduce que si un rayo de sol se dirige a la Tierra, al entrar en su atmósfera sufrirá una primera refracción acercándose a la normal, por pasar del vacío a un medio más denso (el aire), y después, una vez dentro de la atmósfera, el rayo seguirá refractándose continuamente, acercándose a la normal, porque continuamente va pasando de una capa



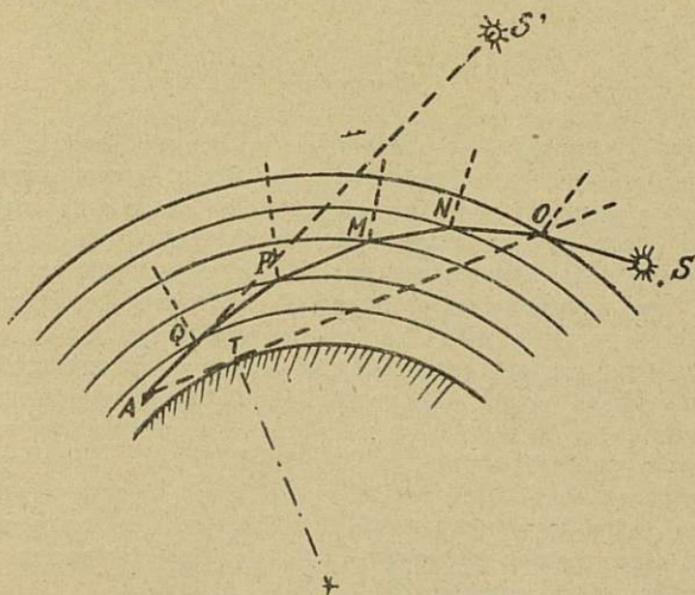
(Fig. 75).

de aire a otra más densa (fig. 75). Este fenómeno de refracción se llama *refracción atmosférica*.

64. *Efectos de la refracción.*—La figura 76 explica uno de los efectos de la refracción atmosférica. *A* es un punto de la Tierra, cuyo horizonte visible termina en *T*, y, por tanto, cuando el sol, *S*, está por debajo de la línea *AT*, no debía verse desde *A* si la propagación de la luz de *S* a *A* fuese en línea recta; pero, a causa de la refracción, la luz se propaga siguiendo la curva *S O N M P Q A* y el rayo *S O* llega al observador colocado en *A*, con la dirección *Q A*, y en esta dirección percibirá el sol como si estuviera en *S'*.

La figura 77 demuestra un efecto análogo; ahora es un punto luminoso o iluminado que está en la superficie terrestre en *A* y no debía ser visible desde *B*; a causa de la refracción atmosférica, un rayo de luz emitido por *A* va curvándose y alejándose de la vertical por pasar de las capas inferiores de la atmósfera

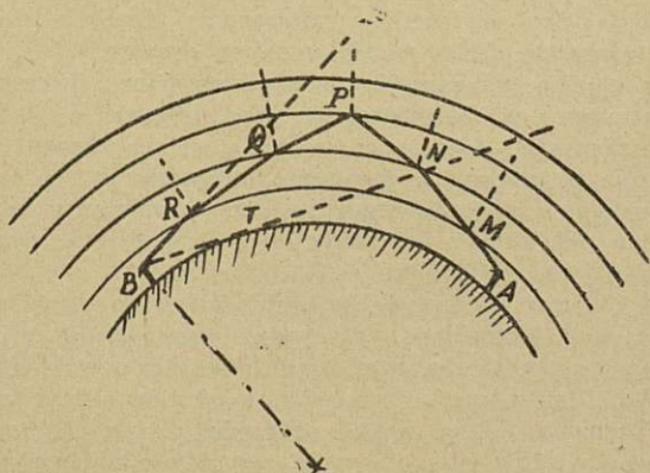
a otras menos densas, hasta que llega a una capa, P , con ángulo de incidencia mayor que el ángulo límite del aire, sufre el rayo la reflexión total y vuelve a re-



(Fig. 76).

fractarse en las capas inferiores a la P , llegando a B con la dirección $B A'$.

A'



(Fig. 77).

El observador B percibe el objeto como si estuviera en A' .

CAPITULO XII

Absorción.

64. *Definición.*—Es sabido que ningún cuerpo es completamente transparente; es decir, que ningún cuerpo deja de absorber algo de la luz que lo atraviesa. En el aire atmosférico (aun siendo uno de los cuerpos más transparentes), cuando es atravesado por la luz, también se produce el fenómeno de la absorción, y tanto más cuanto que este medio no es homogéneo, por la razón dicha al tratar de la refracción atmosférica y por las partículas de agua y materias orgánicas y minerales que tiene en suspensión (polvo), aparte de los cambios de densidad de sus capas próximas al suelo, debidos a un desigual calentamiento; esta falta de homogeneidad se traduce en refracciones que restan intensidad a la luz que atraviesa el medio.

El sol puede ser contemplado con menor daño para la vista cuando está cerca del horizonte que cuando está en el zenit, porque, teniendo que atravesar más espesor de aire, llegan sus rayos al ojo con menos intensidad.

66. *Coefficiente de absorción.*—La cantidad de luz asorbida por un medio transparente depende de la naturaleza de dicho medio y de su espesor.

En el aire, un rayo de luz de intensidad, I , después de atravesar un kilómetro de aire, llegará al ojo con una intensidad $I \times c$, en la que c es un número menor que la unidad, y, por tanto, el producto $I \times c$ es menor que I . El número c se llama coeficiente de absorción del aire, y en condiciones atmosféricas medias tiene un valor de 0'903.

Si el rayo de luz de intensidad I , tiene que atravesar dos kilómetros de espesor, pasado el primer kilómetro tendrá de intensidad $I \times c$ y pasado el segundo, $I \times c \times c = I \times c^2$; al cabo de n kilómetros la intensidad I se habrá reducido a Ic^n . El coeficiente de absorción del aire no es el mismo para luces de distintos colores, siendo mayor (y, por tanto, menor la absorción) para los colores amarillo y rojo.

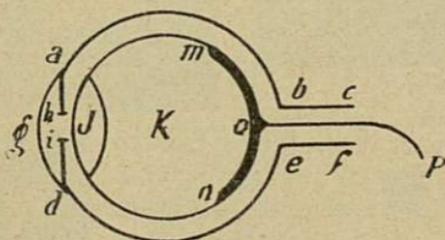
CAPITULO XIII

Optica fisiológica.

67. *Definición.*—El ojo humano es, en realidad, un instrumento óptico que conduce la luz a una membrana del mismo, llamada *retina*; ésta, impresionada como una placa fotográfica, transmite al cerebro, por medio del nervio óptico, una sensación por la que se conoce la forma, color y tamaño de los cuerpos.

El estudio de este fenómeno y de su órgano (el ojo) constituye la *óptica fisiológica*.

68. *Ojo.*—La figura 78 representa esquemáticamente los elementos principales del ojo: *a b c—d e f* es



(Fig. 78).

una membrana blanca, opaca y dura, cubierta interiormente de otra membrana negruzca; hace las veces de caja del aparato y se llama *esclerótica*.

a g d es una membrana transparente, perfectamente unida a la anterior, a través de la cual pasan los rayos que vienen de los cuerpos exteriores; se llama *córnea*.

a h- d i es una membrana circular, opaca, de color variado en cada individuo, llamada *iris*; tiene en su centro un orificio, *h i* (la pupila), por donde siguen su camino los rayos de luz. El *iris* tiene la propiedad de dilatarse cuando llega al ojo demasiada luz, por lo cual la pupila se hace más pequeña.

El *iris* desempeña en el ojo el papel de pantalla, de abertura variable con arreglo a la cantidad de luz, y además hace de diafragma, como luego se verá.

m n es la *retina* y *o p* el *nervio óptico*.

K es una cápsula llena de una sustancia viscosa y

transparente, llamada *humor vítreo*; hace el papel de lente convergente.

J es otra cápsula llena de una sustancia que se llama *crystalino*, más densa que el humor vítreo. Su efecto es también de lente convergente. El espacio entre el cristalino y la córnea está ocupado por lo que se llama *humor acuoso*, sustancia menos retringente que las dos anteriores, pero que también hace converger los rayos de luz del exterior.

Resumiendo: Los rayos de luz que provienen de un objeto atraviesan la córnea; después atraviesan el humor acuoso, sufriendo una refracción, por ser este cuerpo de densidad diferente a la del aire; pasan de allí al cristalino sólo los rayos centrales (debido al iris), por lo que se corrige la aberración de esfericidad, que, de otro modo, produciría el cristalino (que es una lente biconvexa), y refractándose de nuevo en el humor vítreo, forman en la retina una imagen real, invertida y más pequeña del objeto. Las imágenes se forman siempre en la retina, gracias a la elasticidad del cristalino, cuyo poder convergente varía automáticamente para cada distancia. No se puede decir que los objetos se ven invertidos y más pequeños, pues el fenómeno de transmisión de la sensación al cerebro se desconoce, y es precisamente por la visión cómo se juzga de la posición y tamaño de las cosas.

69. *Condiciones de visibilidad de un objeto.*—Para distinguir un objeto es preciso verlo con un diámetro aparente no menor de un minuto, o lo que es lo mismo: dos puntos se ven como uno solo si el ángulo que forman las rectas que los unen al ojo es menor de un minuto.

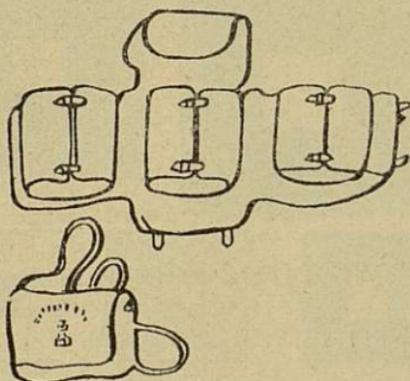
Puntos luminosos muy brillantes pueden verse con un diámetro aparente menor.

70. *Duración de una impresión luminosa.*—La excitación de la retina no desaparece inmediatamente, al mismo tiempo que la causa que la produce, sino que dura una décima de segundo; en consecuencia, una serie de excitaciones que se sucedan con menor intervalo que una décima de segundo, se confundirán (1).

(1) Este es el fundamento del cinematógrafo.

contiene, como acaba de decirse, tres banderas de tela, en forma cuadrada, que sólo se diferencian en el tamaño, recibiendo por ello el nombre de *pequeña*, *mediana* y *grande*, con dimensiones de 0,60 metros, 0,90 metros y 1,20 metros, respectivamente; de igual forma y dimensiones son los tres juegos; sólo varían los colores, que son blanco, negro y rojo. En el centro tiene cada bandera un cuadro de distinto color: blanco, las negras y rojas, y negro, las blancas, con un lado cuya dimensión es la tercera parte del de la total; así, la de 0,60 metros tiene un cuadrado central de 0,20 metros de lado, etc., etc.

Los tres juegos van colocados en una cartera (figu-



(Fig. 80).

ra 80) con la debida separación, como puede verse en la figura, y esta misma cartera lleva un pequeño bolsillo, donde van las agujas, carrete e hilo para las pequeñas composturas.

El *asta de las banderas* (fig. 81) es un bastón de

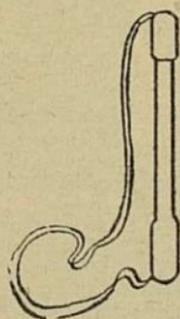


(Fig. 81).

tres metros de longitud, que se divide en tres trozos de 2 metro, para mayor comodidad en el transporte,

uniéndose todos ellos mediante herrajes de tuerca y tornillo que lleva cada uno; el superior tiene cuatro botones y el intermedio uno, y en ellos se enganchan los ojales de la bandera, reforzando la unión con cintas. El diámetro del bastón es de 0,03 metros en su parte inferior y 0,018 en la superior.

El asta de la bandera puede usarse suprimiendo el trozo inferior, cuando se emplee la bandera pequeña o mediana, reservando el total para la grande; pero éstas son indicaciones generales que podrán variar en cada caso. Un conterón de cuero con correa de suje-



(Fig. 82.)

ción y ajuste, destinado a llevar el asta (fig. 82) dividida en sus tres partes, completa el equipo de la bandera.

72. Descripción del material de banderas de la estación óptica ligera.—Se emplea un solo juego, de los mismos colores que en la estación a lomo. Las dimensiones de las banderas son aproximadamente las mismas que las del tamaño pequeño de la estación a lomo (0,66 × 0,66 el paño y 0,26 × 0,26 el cuadro central). Cada bandera tiene tres ojales para su unión al asta.

El asta consta de tres tubos metálicos de 0,70 de longitud cada uno y que se enroscan unos a continuación de los otros.

El tramo superior lleva tres botones para unir la bandera, en vez de los cinco botones (cuatro en el tramo superior y uno en el intermedio) que llevaba el asta de la estación a lomo.

Asta y banderas van para el transporte en una funda de cuero, *F* (fig. 83), que se abrocha con cuatro hebillas laterales y dos en los extremos para tapa.

73. Montaje de las banderas.—Elegido el color más conveniente para la buena transmisión y el tamaño

adecuado a la distancia, se saca de la cartera la bandera que haya de usarse; se arma el asta y se enganchan los botones de ésta en los ojales de aquélla, terminado lo cual se sujeta fuertemente con las cintas, que

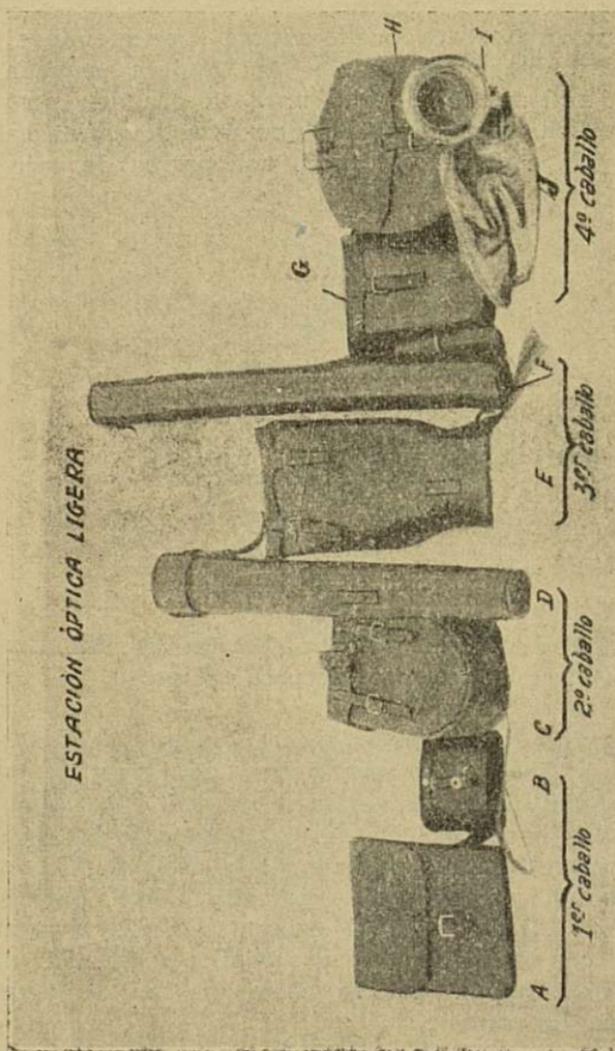


Figura 83.

A. Cartera del jefe de estación.—B. Prismáticos.—C. Espejo principal, id. auxiliar, alargaderas y varillas de mira del heliógrafo de 15 cms.—D. Tripode del heliógrafo de 15 cms.—E. Aparato de luces A. G. A.—F. Juego de banderas.—G. Acumuladores de repuesto del aparato A. G. A.—H. Cacerola para rancho.—I. Linterna de acetileno.—J. Cubo de lona.

dando ya en disposición de transmitir o recibir señales.

74. Empleo, posición inicial, puntos, rayas, letras.—Las señales son las correspondientes al punto y raya del alfabeto Morse. Las posiciones de la bandera para significar cada señal, son las que se explican a continuación.

Posición inicial (fig. 84).—El telegrafista que trans-

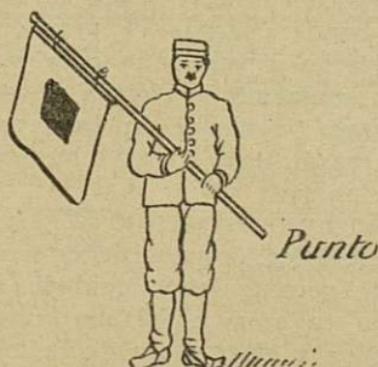
mite se coloca bien cuadrado, dando frente a su corresponsal, teniendo cogida el asta con la mano izquierda, que irá a situarse por debajo del cinturón, apoyada aproximadamente sobre el muslo derecho, y



(Fig. 84.)

con la mano derecha un poco más alta, inclinará el bastón, hasta que esta mano quede frente al codo izquierdo, y a su altura, resultando entonces el asta cerca y un poco más baja del hombro izquierdo.

Punto (fig. 85).—Estando en la posición anterior, se lleva con la mano derecha el asta hacia la derecha,



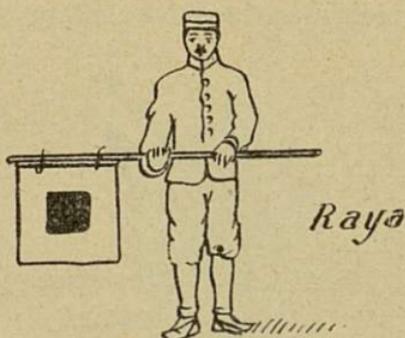
(Fig. 85.)

ayudando el movimiento con la mano izquierda, hasta que el bastón quede frente al hombro derecho.

Raya (fig. 86).—Lo mismo que para hacer el punto, sólo que en vez de detener el movimiento frente al hombro derecho se baja el asta hasta la posición horizontal. Obsérvese que las señales *punto* y *raya* no están completas mientras no se ha vuelto otra vez a la posición inicial.

Tanto en la transmisión de puntos como en la de rayas, deben seguirse las siguientes prescripciones:

1.º El asta debe conservarse en un plano vertical,



(Fig. 86.)

sin que su extremo superior se mueva hacia adelante o hacia atrás.

2.º Los movimientos de la bandera deben ser bruscos, duros y se harán libremente con brazos y muñecas, pero sin mover el cuerpo.

Letras.—Explicadas las señales elementales, es necesario saber cómo se hace una compuesta, por ejemplo, la *a* (.-), punto y raya. Colocado el que transmite en la posición inicial, hace la señal del punto (llevando la bandera desde la posición inicial hasta el hombro derecho y volviendo a la posición inicial), se detiene un momento y efectúa el movimiento que significa la raya (moviendo la bandera desde la posición inicial hasta tener el asta horizontal y de aquí a la posición inicial).

75. TRANSMISION Y RECEPCION.—*Transmisión.* Las palabras se transmiten, transmitiendo unas letras después de otras, pero teniendo cuidado de dejar de letra a letra, o sea entre el último signo de la última letra transmitida y el primero de la que sigue, la debida separación en la señal.

Los ejercicios de transmisión se harán al principio individualmente, y cuando esta instrucción esté suficientemente adelantada se pueden hacer colectivos, para acostumbrar a los alumnos a que el punto y la raya sean de longitud uniforme y guarden la proporción correcta el uno respecto al otro.

A este fin, formado el pelotón de alumnos en línea, cogida el asta con la mano derecha y la bandera replegada, se darán las voces y se efectuarán los movimientos siguientes:

Movimiento	Voces de mando	Ejecución
Pasar de la línea a la formación de instrucción de Banderas.	A la derecha (o a la izquierda) a dos pasos. Mar.	Todos excepto la hilera del flanco desde el cual la extensión va a hacerse, girarán en la dirección indicada y avanzarán hasta tomar la distancia ordenada de la hilera que queda a retaguardia, haciendo después alto y doblando para quedar con el mismo frente que al principio del movimiento.
	Segunda fila: a retaguardia dos pasos.	Los individuos de la segunda fila hacen el movimiento que se les ordena.
	Impares de la primera fila: al frente cuatro pasos.	Los números nombrados hacen el movimiento que se les ordena.
	Pares de la segunda fila: a retaguardia cuatro pasos.	Los números nombrados hacen el movimiento que se les ordena.
Pasar a la posición inicial	Posición inicial. Mar.	Todos se ponen en dicha posición.
Punto	Punto. Uno...	Llevar el asta hacia la derecha hasta que quede frente al hombro derecho.
	Dos	Volver a la posición inicial.
Raya	Raya. Uno. ...	Llevar el asta hacia la derecha hasta que quede horizontal.
	Dos	Volver a la posición inicial.
Letras	Letra A. (por ejemplo) Uno....	Primer tiempo del punto.
	Dos	Segundo tiempo del punto.
	Tres	Primer tiempo de la raya.
	Cuatro.	Segundo tiempo de la raya.

El instructor, al dar las voces por tiempos para la ejecución del punto, rayas, letras, etc., tendrá en cuenta (con el fin de conseguir la debida regularidad en la emisión de los signos), las siguientes reglas :

Primera : Los dos tiempos de un mismo punto no deben ir separados por ningún intervalo y deben ser ambos de la misma duración.

Segunda : Los dos tiempos de una misma raya no deben ir separados por ningún intervalo y ambos deben ser de la misma duración ; doble de la de un tiempo del punto.

Tercera : Entre los puntos, puntos y rayas, o rayas de una misma letra debe dejarse un intervalo igual a la duración de un punto.

Cuarta : Entre las distintas letras de una misma palabra, debe haber un intervalo igual a la duración de tres puntos.

Recepción.—El que recibe señales de bandera, observa atentamente éstas, y al terminar de traducir una palabra entera, debe hacer saber al que transmite si la entendió, lo cual advierte haciendo una raya larga, que significa *enterado*, deteniendo el asta en la posición horizontal un momento más que en la raya ordinaria. Si no comprendiese los signos en una palabra, sin dejarla terminar (para no perder tiempo), interrumpe su transmisión, haciéndole puntos (signo de error), hasta que el transmisor se dé por *enterado*.

Al empezar a transmitir de nuevo una palabra interrumpida, se hará primero el signo Morse de punto y seguido (.. ..) y visto el *enterado* de la estación correspondiente, comenzará las señales de la palabra que ha de transmitir.

La instrucción de recepción se hará al principio colectivamente, recibiendo todo el pelotón las letras, palabras o telegramas que envíe la estación transmisora servida por un instructor.

TERCERA PARTE

APARATOS DE TELEGRAFIA OPTICA

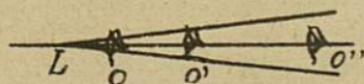
CAPITULO PRIMERO

Condiciones generales a que han de satisfacer los aparatos

76. Los aparatos de telegrafía óptica deben reunir las condiciones generales siguientes:

- 1.º Emitir un haz luminoso de muy poca abertura para que sea de la mayor intensidad posible.
- 2.º Poder dirigir fácilmente y con precisión el haz luminoso a la estación correspondiente.
- 3.º Producir las emisiones de luz de un modo sencillo, rápido y perfecto.
- 4.º Disponer de un medio eficaz para observar las señales de su correspondiente cuando no se perciban bien a simple vista.

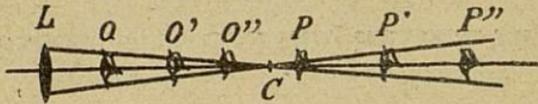
La primera condición conviene a los aparatos de telegrafía porque se percibe con más intensidad y, por lo tanto, a más distancia, un haz paralelo que uno divergente o convergente. En la figura 87 el punto L



(Fig. 87.)

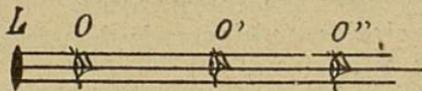
emite un haz de luz divergente, y se ve que el ojo de un observador va siendo impresionado por menos rayos a medida que se aleja; es decir, que no sólo pierde intensidad por la absorción de la luz por la atmósfera a medida que aumenta la distancia, sino que el nervio óptico recibe la impresión de menor número de rayos cuanto más lejos se sitúa el observador: en la posición O recibe el ojo todos los rayos que parten del punto luminoso L ; en O' no recibe todos, porque una

parte pasa por encima y por debajo, y en O'' aún recibe menos que en O' , por ser mayor el número de rayos que no tocan al ojo. Si el haz fuera convergente, en vez de divergente como el anterior, ocurre análoga distribución de los rayos en el aire: el haz luminoso (fig. 88) que sale de la lente L , convergente hacia



(Fig. 88.)

el punto C , no impresiona igualmente al ojo situado en O que al O' y al O'' ; el observador recibe más rayos a medida que se acerca al punto C , y cuando se aleja de éste se encuentra en las mismas condiciones que si el haz fuera divergente, saliendo del punto C , recibiendo cada vez menos rayos al pasar de P a P' y luego a P'' . Cuando el haz es paralelo (fig. 89) el ojo



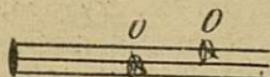
(Fig. 89.)

recibe siempre el mismo número de rayos, cualquiera que sea su situación, y no hay más pérdida que la de absorción. Conviene, por lo tanto, que el haz sea de rayos paralelos o, por lo menos, de muy poca abertura. En un aparato construido para haz convergente, como el de la figura 88, es indudable que el observador colocado en C estará en mejores condiciones que si recibiera un haz paralelo; pero fuera del punto C ya se encontrará mal situado para recibir siempre igual número de rayos, y el aparato sólo sería bueno para una distancia fija.

Además, un haz de poca abertura o paralelo es visible en una zona lateral muy estrecha, y es más difícil verlo no estando en la propia alineación o en sus proximidades, condición que interesa mucho al secreto de la transmisión.

La segunda condición, conocida con el nombre de *alineación*, es todavía más necesaria que la primera, pues si no se pudiera dirigir con precisión el haz luminoso al sitio donde se halla la estación correspondiente de nada serviría la intensidad del foco de luz, porque no se

hacia visible al que observa. Es necesario que la operación que haya de ejecutarse para enviar el haz a la otra estación sea rápida, pues de lo contrario el aparato tendría poco rendimiento, no sólo por el tiempo perdido al alinearlo la primera vez, sino porque un accidente cualquiera que hiciera perder la alineación traería consigo la pérdida de tiempo consiguiente a la operación de alinearlo nuevamente. Que el aparato permita una alineación exacta es condición de importancia, porque de recibir el observador en sus ojos el eje del haz con toda precisión, a recibirlo de un modo imperfecto, va una diferencia de apreciación grande en la intensidad de luz recibida, que no impresiona igualmente al ojo situado en O (fig. 90) que al colocado en O' ; el pri-



(Fig. 90.)

mero recibe la impresión de todos los rayos del haz; el segundo la de una parte de ellos.

Las emisiones de luz conviene que puedan producirse de un modo sencillo, a la par que rápido y perfecto: de un modo sencillo, porque la sencillez es cualidad de primer orden en aparatos de campaña; rápido, para poder obtener mucha velocidad en la transmisión, y perfecto, para que los puntos y rayas resulten bien claros y no haya confusiones en la estación que recibe las señales, retrasando los despachos.

En todos los aparatos de telegrafía óptica hay que procurar obtener el mayor alcance posible, o bien el que dentro de un alcance determinado puedan vencerse las dificultades de una atmósfera poco despejada, circunstancia que se consigue con la adición de un antejo de alcance proporcional a las distancias máximas a que haya de usarse el aparato.

CAPITULO II

Heliógrafos. Composición y funcionamiento.

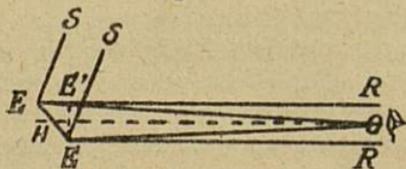
77. *Fundamento de los heliógrafos.*—Puesto que los espejos reflejan la luz con arreglo a las leyes de la reflexión, será posible con un espejo recoger la luz del sol para enviarla en otra dirección; y teniendo en cuen-

ta la conveniencia de que los rayos emitidos por todo aparato de telegrafía óptica salgan en forma de haz de rayos paralelos, habrá que pensar en el cumplimiento de esta condición.

Los rayos del sol puede admitirse que llegan a la superficie de un espejo en forma de haz paralelo, porque la distancia de este astro a la tierra es tan considerable—150 millones de kilómetros—, que cabe la suposición sin gran error; y aun considerando el haz en su verdadera forma, siempre será de una abertura muy pequeña, dada la enorme distancia a que se encuentra el sol, cuya magnitud aparente desde la superficie terrestre no llega a $1/2$ grado, siendo, por consecuencia, éste el valor de la divergencia del haz. Si se cuenta con un haz procedente del sol, cuyos rayos se admite que son paralelos, o, por lo menos, poco divergentes, convendrá utilizar este haz de luz, reflejándolo sobre un espejo plano, para no cambiar en la reflexión la forma del haz, enviándolo con sus rayos sensiblemente paralelos (con la abertura citada) en otra dirección; mas como ésta ha de ser la de la estación correspondiente, será necesario buscar la posición del espejo plano de tal modo que el haz de rayos reflejados vaya en la dirección apetecida, y esto se consigue mediante disposiciones que más adelante se detallan.

Estas son las bases en que se funda la constitución de un heliógrafo; a continuación se estudia cada una de sus partes principales y el papel que desempeñan.

78. *Reflexión de la luz solar en el espejo.*—La luz del sol, en forma de haz, llega al espejo, saliendo reflejada en un haz de igual forma en la dirección que

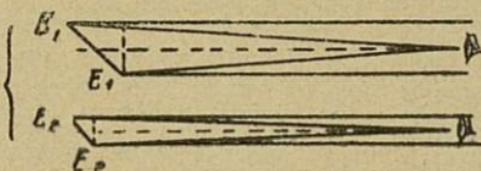


(Fig. 91.)

corresponda según las leyes de la reflexión, de modo que el haz comprendido entre los rayos S, S' (fig. 91), incide sobre el espejo, EE' , y sale en dirección ER . El ojo de un observador, situado en un punto cualquiera del haz reflejado, recibirá la misma impresión que si a la distancia OH viese un disco de luz solar (parecido al disco del sol), de igual tamaño que la superficie EE' y con una intensidad luminosa, atenuada no sólo

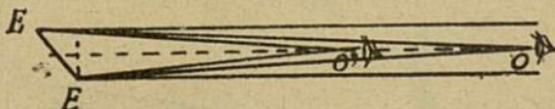
por la pérdida debida a la absorción del aire, correspondiente a la distancia OH , sino por la de la reflexión, la cual es, aproximadamente, de una tercera parte de la luz incidente.

De lo dicho se desprende: Que cuanto mayor sea el espejo mayor será el disco de luz que se verá desde una misma distancia, y que, a medida que esta distancia sea mayor, irá disminuyendo el tamaño del disco de luz, puesto que será menor la magnitud aparente del espejo. Las figuras 92 y 93 hacen ver los dos casos: Dos espejos, $E_1 E_1$ y $E_2 E_2$, de distinto tamaño (fig. 92), se



(Fig. 92.)

ven a la misma distancia con una magnitud aparente mayor el $E_1 E_1$ que el $E_2 E_2$, por ser de dimensiones más grandes el primero que el segundo. En la figura 93, el espejo, EE , aparece con una magnitud aparente



(Fig. 93.)

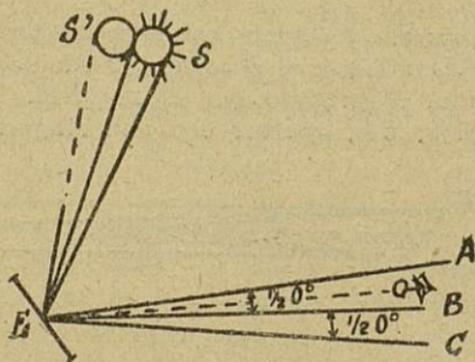
menor al observador situado en O que al colocado en O' , porque el ángulo de magnitud aparente es más pequeño para el ojo que mira desde O que para el que observa desde O' .

La luz solar reflejada en el espejo, teniendo éste fijo, no sale constantemente en la misma dirección, porque el sol, en su marcha aparente, cambia de posición, y los rayos que envía al espejo no inciden sobre éste con la misma inclinación, cambiando, por lo tanto, la dirección de los rayos reflejados, que no irán a parar al punto donde primitivamente se hallaban dirigidos; mas como es necesario que el haz reflejado vaya siempre en la misma dirección, que es la del correspondiente, será preciso, para conseguirlo, mover el espejo siguiendo el movimiento aparente del sol, para lograr que siempre los rayos reflejados estén en la dirección que se desea; ob-

jeto que se consigue prácticamente en los heliógrafos por medio de tornillos que imprimen al espejo un movimiento lento, a voluntad del encargado del aparato.

Debe estudiarse si es preciso estar constantemente moviendo el espejo o cada cuánto tiempo conviene rectificar su posición. La magnitud aparente del sol, es, aproximadamente, de $1/2$ grado, y como este astro tardará en recorrer (recorrido aparente) el $1/2$ grado dos minutos de tiempo (1), resulta que el tiempo máximo que puede conservarse inmóvil el espejo será de dos minutos; pero como no conviene esperar a que el último rayo del haz pase por la estación a la que se hacen las señales, porque éstas serían defectuosas y se entorpecería su traducción, y como, además, hay que tener en cuenta que lo que se manda a la correspondencia es el eje del haz que divide el ángulo de $1/2$ grado en dos partes iguales, resulta que se debe mover el espejo cada minuto, más bien un poco antes.

El sol, en la posición S (fig. 94) envía al espejo E



(Fig. 94.)

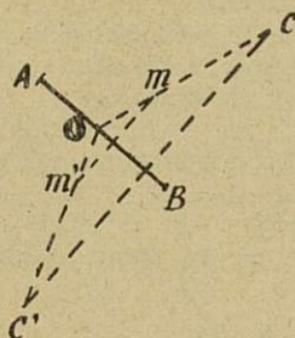
un haz que sale reflejado con una abertura de medio grado, siendo sus rayos extremos los EA y EB , y la posición del heliógrafo es tal, que envía al ojo del observador, O , el eje del haz; cuando el sol pase a S' habrá recorrido $1/2$ grado, y el haz reflejado será el BEC ; mas como el observador, situado en O , dejará de ver luz en cuanto el rayo A pase por su ojo, y esto se verificará a la mitad del recorrido, se deduce que será un minuto el tiempo máximo que deba abandonarse y que no conviene esperar el minuto completo si las señales que se envían han de ser claras.

(1) 180° los recorre en doce horas.

79. *Medio de dirigir el haz reflejado a la estación correspondiente: Alineación.*—En dos grandes grupos se pueden clasificar los sistemas empleados para conseguir la alineación de un heliógrafo.

1.º A simple vista.

La alineación directa tiene el mismo fundamento que la puntería de un fusil: colocando un punto (llamado de mira) en la línea recta que une dos puntos fijos (el centro del espejo principal y la estación correspondiente) y moviendo después el espejo principal (sin que cambie la posición de su centro) hasta que el eje del haz de los rayos reflejados vaya a parar al punto de mira, irá también a la estación correspondiente, a causa de la marcha en línea recta de los rayos de luz. La alineación por reflexión consigue el mismo resultado, basándose en la propiedad de que si tres puntos están en línea recta, sus imágenes en un espejo plano lo están en otra, y recíprocamente; en la figura 95, AB representa el espejo,



(Fig. 95.)

y O , m y C , el centro del espejo, el punto de mira y la estación correspondiente, respectivamente, que están en línea recta; O , m' y C' son las imágenes de aquellos tres puntos, producidas por el espejo; se ve que están sobre otra recta.

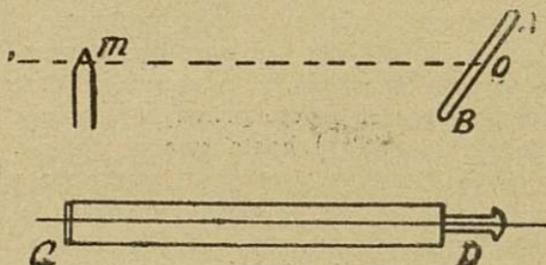
Bastará, pues, apuntar por O a la imagen de C y mover la mira hasta que la imagen de m esté en la línea de puntería, para conseguir la alineación del aparato.

2.º Con el auxilio de un antejo (fig. 96).

Se funda este sistema en emplear un antejo, CD , unido de tal manera al heliógrafo que su eje óptico se conserve siempre paralelo a la línea Om , que une el centro del espejo principal con el punto de mira, ahora

fijo; así, cuando apuntamos con el anteojo a la estación correspondiente, la línea Om también estará apuntada a ella, con un error de centímetros que no tiene importancia, dada la dispersión lateral del haz reflejado.

Moviendo, pues, el espejo, AB , (sin mover su centro,



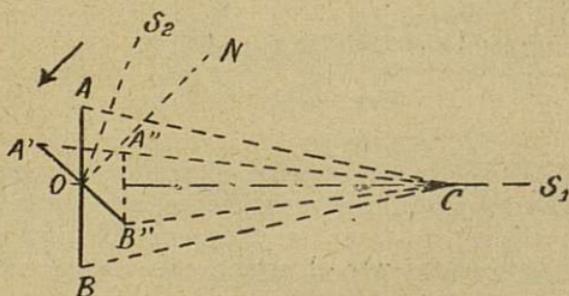
(Fig. 96.)

O) hasta que caiga en m la sombra de su centro, estará alineado el aparato.

Este sistema es de uso corriente cuando el heliógrafo se emplea como anejo a un aparato de luces, generalmente provisto de anteojo.

No cabe dudar que la alineación es más fácil y cómoda con auxilio del anteojo, sobre todo a grandes distancias.

80. *Espejo auxiliar.*—Si el espejo de un heliógrafo, AB (fig. 97), que ha de emitir destellos en la direc-



(Fig. 97.)

ción OC (por encontrarse en C la estación correspondiente) está dispuesto perpendicularmente a dicha dirección, desde el punto C se verá una imagen del sol del tamaño AB , que es el del espejo.

Pero esta posición del espejo sólo es posible cuando el sol está situado en la prolongación de la línea OC , única manera de que los rayos que viniendo en la di-

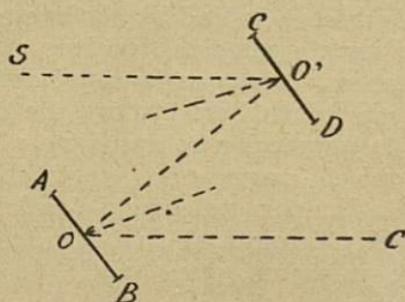
dirección $S_1 O$, encuentran normalmente al espejo, sean reflejados en la misma dirección OC .

Si el sol está más alto, en la dirección OS_2 , por ejemplo, es preciso que el espejo gire alrededor de O hasta quedar normal a la recta ON , que forma ángulos iguales con OC y OS_2 ; así, según la ley de la reflexión, el rayo incidente, $S_2 O$, saldrá reflejado en la dirección OC de la coresponsal; pero ahora, desde C , el espejo se ve con el diámetro aparente $A'' B''$, es decir, como si tuviera el tamaño $A'' B''$ más pequeño que $A B$.

Cuanto más se aleje la línea OS_2 de la OC más habrá que girar el espejo AB para que el rayo reflejado vaya a parar a C , y cuanto mayor sea el giro, tanto menor será el tamaño aparente del espejo visto desde C .

La disminución del tamaño aparente del espejo lleva consigo una disminución proporcional en las condiciones de visibilidad de la señal; quiere decirse que si el tamaño aparente del espejo se ha reducido a la mitad del real, la mitad será también el alcance del heliógrafo y, a cualquier distancia que esté el coresponsal, la luz recibida es la mitad de la que se recibe con el espejo en la posición AB .

Para evitar este inconveniente se emplea un espejo auxiliar, CD (fig. 98), que recibiendo los rayos del



(Fig. 98.)

sol, SO' , casi normalmente, los envía a AB , de donde salen reflejados en dirección de la coresponsal C , como si el sol estuviese en la dirección OO' en vez de la OS .

Se ve, pues, que con el empleo del espejo auxiliar se consigue evitar casi en su totalidad la pérdida de luz debida a la inclinación con que llegan los rayos a

los espejos, pues éstos siempre pueden combinarse de manera que la inclinación sea la mínima, ya que no puede anularse porque se necesita alguna para que los rayos no se reflejen en la misma dirección que inciden.

En cambio, el empleo del espejo auxiliar lleva consigo que la luz que llega del sol sufra dos reflexiones, y como se admite que en cada una se pierde $1/3$ de luz incidente, en las dos se perderán $1/3 + 1/3 \times 2/3 = 5/9$; sumando esta pérdida a la producida por la inclinación de los espejos (que se supone $1/10$), queda, en definitiva, por un sencillo cálculo (1), que la luz perdida es el 64 por 100 de la incidente.

Esta pérdida es constante empleando el espejo auxiliar; por el contrario, si se opera solamente con el espejo principal, se perderá más luz cuanto más inclinado esté el espejo, y cuando la inclinación sea tal que el tamaño aparente del espejo sea la mitad del real, la pérdida de luz será de $1/2$, y como en la reflexión se pierde $1/3$, en total se habrá perdido $1/3 + 1/2 \cdot 2/3 = 1/3 + 1/3 = 2/3 = 66$ por 100, es decir, aproximadamente igual que empleando el espejo auxiliar. Para inclinaciones mayores (tamaños aparentes menores) la pérdida de luz será menor si se emplea el espejo auxiliar que no empleándolo.

De aquí la regla práctica: «Para saber el momento oportuno de emplear el espejo auxiliar colóquese delante del heliógrafo un soldado y obsérvese el disco iluminado que el espejo principal produce en él; si el tamaño del mismo es menor que la mitad del espejo, debe emplearse el espejo auxiliar. En caso de duda (porque el tamaño de la proyección se aproxime a la mitad del espejo), observar el movimiento aparente del sol para deducir si la inclinación del espejo tiende a aumentar, y en ese caso emplearemos el auxiliar; en el caso contrario no debe colocarse, pues habría de ser útil muy pocos momentos.»

81. Modo de producir las señales. Transmisión.—Con el heliógrafo se transmiten solamente dos señales, que significan el *punto* y la *raya* del alfabeto Morse.

Hay dos maneras de producir estas señales:

1.^a *Sistema de emisiones.*—Se sabe ya la manera de colocar un espejo de tal modo que refleje los rayos

(1) Luz reflejada por el espejo auxiliar: $9/10 \times 2/3 = 18/30 = 0,60$. Luz reflejada por el espejo principal: $0,60 \cdot 0,60 = 0,36$. Luz perdida: $0,64 = 64$ por 100.

del sol en una dirección determinada. Si al espejo que refleja los rayos en dirección del corresponsal se le hace girar $15'$ alrededor de su eje horizontal, el haz (que tiene una abertura de $1/2^\circ = 30'$) dejará de pasar por la corresponsal y ésta dejará de percibir el destello. Si se conecta, pues, al espejo principal un manipulador que al bajarlo haga girar el espejo por lo menos quince minutos, se puede colocar éste de tal manera que sólo mientras el manipulador esté bajo, envíe el destello a la corresponsal.

Realizando puntos y rayas con el manipulador, el corresponsal recibirá destellos cortos y largos, que corresponden a aquéllas, y que como tales se traducen.

2.º *Sistema de ocultaciones.*—Consiste en producir las señales por ocultación corta o larga del haz de luz solar, reflejado constantemente sobre la estación corresponsal; la ocultación se consigue con una pantalla maniobrada con un manipulador.

82. *Modo de observar las señales: Recepción a simple vista o con antejo.*—Las señales serán tanto más fáciles de recibir cuanto más esmerada sea la transmisión por su cadencia, bien regulada velocidad y atención constante en el movimiento del espejo para seguir la marcha del sol. Con los heliógrafos reglamentarios, dadas sus dimensiones, rara vez habrá que recurrir a los prismáticos para recibir en días claros; en momentos de luz solar muy débil o para distancias excepcionalmente grandes, habrá que emplearlos.

83. *Alcance de los heliógrafos.*—En el alcance de un heliógrafo (y de todo aparato óptico) hay que distinguir:

El alcance geográfico,

El alcance luminoso y

El alcance práctico.

Alcance geográfico.—El alcance geográfico es independiente del aparato; depende sólo de la situación topográfica de la estación: cuanto más alto esté el punto de estación, más distancia (en general) se divisará desde él y más lejanas podrán enviarse las señales, siempre que la potencia luminosa del aparato lo permita.

Alcance luminoso.—Para condiciones atmosféricas determinadas, el alcance luminoso de un heliógrafo depende esencialmente de la dimensión del espejo, del color del fondo sobre el que se proyecta la señal y del sistema de recepción empleado. Respecto al tamaño del espejo, teóricamente, el alcance es directamente

proporcional a dicho tamaño, es decir, que a tamaño doble corresponde alcance doble también.

El fondo sobre el que se proyecta la señal influye grandemente en el alcance luminoso; si se colocan sobre una pared blanca dos tarjetones de iguales dimensiones, uno blanco y otro negro, y nos vamos alejando de la pared, dejará de verse antes el tarjetón que tiene el mismo color que el fondo. Con el heliógrafo convendrá, por tanto, que la estación receptora vea la señal proyectada en un fondo oscuro o poco iluminado.

En cuanto al sistema de recepción empleado, evidentemente el alcance es menor, a simple vista, que con anteojo, y en este último caso, proporcional al aumento del anteojo.

Las condiciones atmosféricas influyen grandemente en el alcance y de modo tan variable que se hace difícil concretar nada sobre este punto.

Tenidas en cuenta todas las circunstancias, se puede afirmar, de una manera general, que el alcance luminoso de un heliógrafo es proporcional al diámetro del espejo.

Alcance práctico.—Se llama alcance práctico de un heliógrafo el máximo que puede garantizarse como resultado de experiencias hechas en condiciones atmosféricas variables.

Se admite un alcance práctico de tres kilómetros por centímetro de diámetro del espejo.

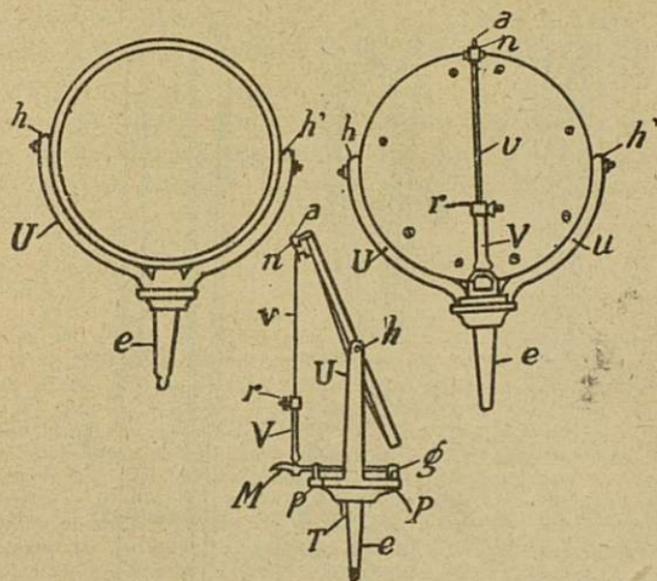
CAPITULO III

Heliógrafos.—Material reglamentario.—Descripción.—Manejo e instrucción.

84. *Descripción del heliógrafo de la estación óptica a lomo.*—*Espejo principal.*—*Tripode.*—*Mira.*—*Espejo auxiliar.*

1.º *Espejo principal* (fig. 99).—Es circular y plano, de 0,20 metros de diámetro, y su centro está marcado por un circulito sin azogar; va colocado en una armadura de metal, *U*, pudiendo girar alrededor de su eje horizontal, *hh'*, que coincide con los extremos superiores de los brazos en *U* de la armadura; formando una sola pieza con ésta se encuentran la plataforma *P* del manipulador, el eje de giro del mismo, *g*, y

el puente, ϕ , que regula, por medio de dos topes, la carrera de aquél. El manipulador M está siempre levantado por la presión de un muelle que lleva en su parte inferior. Al extremo posterior del manipulador



(Fig. 99.)

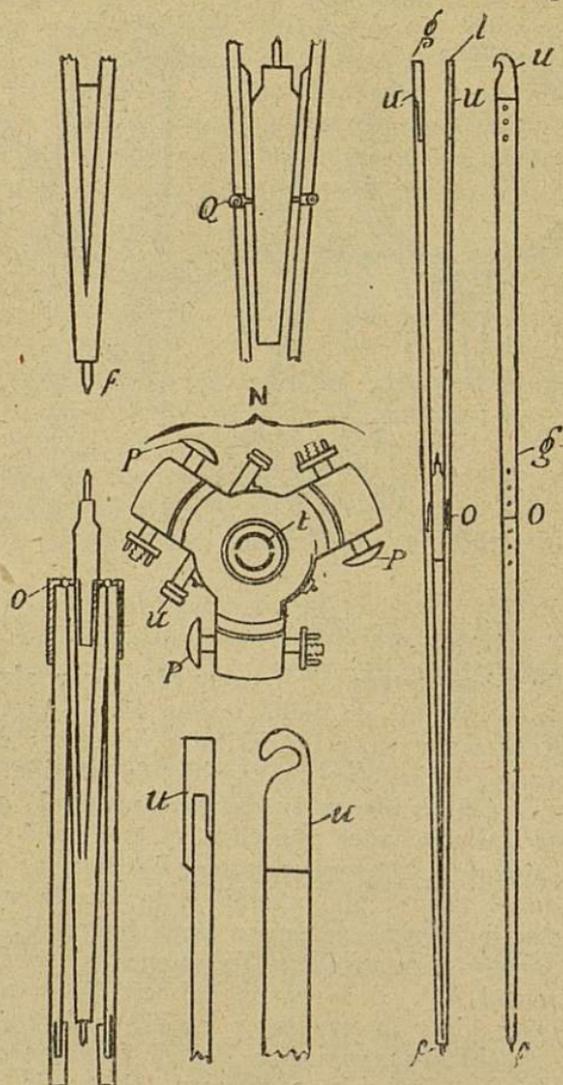
se une la pieza hueca V , que puede girar alrededor de un eje horizontal en dicha unión. En la pieza hueca puede entrar y salir la varilla v y ambas se pueden hacer solidarias por un tornillo de presión, r . La varilla v está fileteada en su extremo superior, a , atornillándose en una nuez roscada, n , que está fija al extremo superior del espejo por medio de unas garras.

Aflojado el tornillo de presión r , la varilla v puede entrar y salir libremente en la pieza hueca V , con lo cual el espejo gira también libremente alrededor del eje horizontal hh' . Si se aprieta el tornillo r , aún podemos hacer girar la varilla v , gracias a la nuez roscada n , y entonces subirá o bajará lentamente, haciendo girar, de la misma manera, el espejo alrededor del eje hh' .

Formando una pieza con la armadura del espejo existe la espiga e que a uno de los lados, en su extremo superior, tiene un tetón, T , y su extremo inferior está fileteado; esta espiga tiene por objeto unir el espejo a la mesilla del trípode.

2.º *El trípode* (fig. 100).—Se compone de pies y mesilla. Los pies están formados cada uno por dos lis-

tones de madera, *g*, *l*, que se pliegan por su mitad, *o*, pudiendo así reducirse para su transporte y armarlos a dos alturas que permitan transmitir de pie o sentado; en un extremo terminan en forma de regatón, *f*;



(Fig. 100.)

con punta acerada, y en el otro en dos garras metálicas, *u u*, que sirven para unirlos a la mesilla.

La mesilla *N* es de madera; en su centro lleva una armadura metálica que contiene un tubo, *t*, que la atraviesa de una parte a otra, provisto de tres hendiduras, que se ven en la figura, por cualquiera de

las cuales se introduce el tetón T (fig. 99) de la espiga del eje principal; debajo de la mesilla existe una llave de tuerca que se atornilla a la espiga del espejo.

Mediante el tornillo sin fin u , puede hacerse girar el tubo t alrededor de su eje, arrastrando en su giro al espejo.

Las tres piezas ϕ son tres pernos con tuerca de presión en los cuales enganchan las garras u de los pies, afirmándose después la unión con las indicadas tuercas.

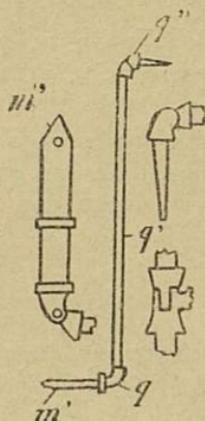
Antes de seguir la descripción del aparato, se debe hacer notar que si se monta el espejo principal en el trípode, introduciendo la espiga e (fig. 99) en el tubo t (fig. 100), haciendo entrar el tetón T (fig. 99) por la hendidura que más convenga, y sujetando la espiga con la llave de rosca que cuelga debajo de la mesilla, el espejo puede girar con movimientos rápidos o lentos alrededor de su eje horizontal hh' (fig. 99) según que el tornillo r esté flojo o apretado, y alrededor de un eje vertical que pasa por el centro del espejo, mediante el tornillo sin fin de la mesilla. Se puede, por tanto, poner el espejo en la posición que se quiera sin variar de posición su centro. Aun sin mover ningún tornillo ni varilla, el espejo puede tomar dos posiciones, según que el manipulador esté levantado o se baje mediante la presión de la mano.

El empleo del heliógrafo está fundado en conseguir que, durante el tiempo que está bajo el manipulador, los rayos del sol, reflejados en el espejo, vayan a la estación correspondiente; al soltar el manipulador, el espejo se levanta, los rayos reflejados no van ya al correspondiente y éste no percibe el destello. Haciendo puntos y fayas con el manipulador, la correspondiente recibirá destellos de distinta duración, lo que le permite traducir dichos signos, y en consecuencia las letras, números, etc., que se transmitan.

3.º *Mira*.—La mira tiene por objeto materializar un punto enfrente y cercano al espejo y que esté colocado en la línea recta que une el centro del espejo con la correspondiente; con este artificio, se puede buscar la posición del espejo que con el manipulador bajo envía los rayos reflejados al correspondiente; pues basta mover el espejo hasta que la sombra que proyecta el centro sin azogar, coincide con el punto de mira, y como los rayos reflejados siguen la línea recta, pasando por dos puntos de ella (el centro del espejo y el punto de mira), tiene que pasar por todos los demás y, por tanto, por la correspondiente. Al mover el espejo ya se sabe que su centro no varía y tampoco variará la recta que yendo de dicho centro a la correspondiente, pasa por el punto de mira.

La mira es una planchita de metal blanco, m' (figura 101), con un agujerito en su parte superior, llamada punto de mira; esta mira va unida por una espiga a una varilla, q q' q'' , llamada «de la mira», que se compone de tres trozos, con la facilidad de acodarse

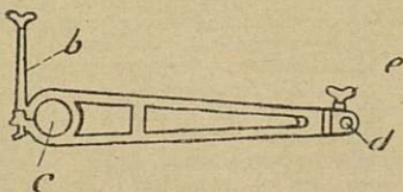
los dos extremos mediante un empalme de charnela, sirviendo uno de ellos, q' , para sostener la mira, como se ha dicho, y el otro, q'' , terminado en forma de



(Fig. 101.)

espiga, para introducirse en el agujero d de la alargadera (fig. 102) y unirse a ella.

La *alargadera de mira* (fig. 102) es una pieza metálica que por un extremo tiene un collar, C , que se



(Fig. 102.)

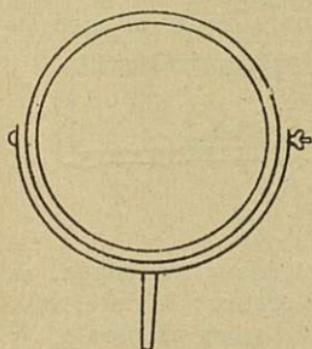
fija a la mesilla del trípode y se sujeta con un tornillo, b , y por el otro un agujero circular, d , con tornillo, e , que es por donde se introduce la espiga del extremo q'' (fig. 101) de la varilla de mira.

4.º *Espejo auxiliar*.—Si al mirar a la estación corresponsal el sol queda a nuestra espalda, no hay manera de colocar el espejo principal de forma que envíe los rayos reflejados en dirección del corresponsal. En este caso, se hace uso de un espejo auxiliar que recibe los rayos del sol y los refleja sobre el principal, y éste, a su vez, sobre la estación corresponsal.

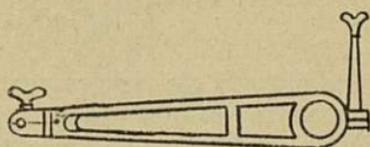
El espejo auxiliar tiene el mismo tamaño que el principal, pero es más sencillo, y se reduce al espejo montado en una armadura que termina en una espiga, la cual se introduce en una alargadera de la misma forma y un poco más gruesa que la alargadera de

mira descrita en el párrafo anterior (fig. 103 y 104).

85. *Montaje del heliógrafo de la estación óptica a lomo.*—El espejo principal, el auxiliar, las dos alar-

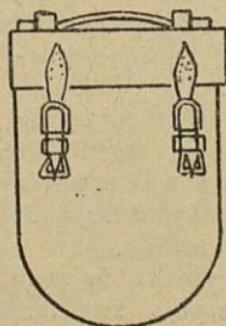
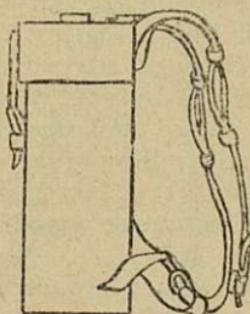


(Fig. 103)



(Fig. 104)

gaderas, la varilla de mira, la mesilla del trípode y una llave para sujetar a ésta los pies del trípode, van

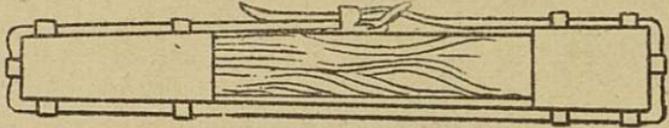


(Fig. 105.)

colocados en una cartera de cuero (fig. 105), que tiene unas correas para su transporte a modo de mochila.

Los pies del trípode se colocan juntos y doblados, protegidos sus extremos por dos conterones fuertes de cuero, unidos entre sí por correas para que se ajusten bien a la longitud de los pies (fig. 106).

Para acostumbrar a los alumnos a hacer el montaje



(Fig. 106.)

del heliógrafo de una manera rápida y ordenada, se les formará en una fila, a tres metros de intervalo, teniendo cada uno, a su derecha y en el suelo, la cartera de cuero y el trípode en su conterón.

Después se mandará: *Montar el heliógrafo.*

Uno. Se sacan los pies del trípode de su conterón, se desdobl原因 y se colocan juntos en el suelo, a la izquierda.

Dos. Se saca el espejo principal y se coloca en el suelo, a la izquierda de la cartera; se saca la mesilla (1) y se enganchan en sus pernos las garras de los pies; se aprietan las tuercas, y ya armado el trípode se coloca en el suelo, cuidando de que el lado de la mesilla que tiene el tornillo sin fin quede de la parte del operador; se afirman bien los pies en el suelo, procurando que la mesilla quede aproximadamente horizontal.

Tres. Se sacan las dos alargaderas (o una si no se monta el espejo auxiliar) y se colocan en el cuello de la mesilla, ambas con el tornillo de presión a la derecha, primero la más delgada (mira) y encima la otra (espejo auxiliar), sujetándolas con los tornillos a una suave presión.

Cuatro. Coger el espejo principal, introducir su espiga por el cuello de la mesilla, eligiendo para paso del tetón la hendidura que más convenga; atornillar la llave tuerca que hay debajo de la mesilla en la parte fileteada de la espiga.

Cinco. Colocar la varilla de mira.

Seis. Colocar el espejo auxiliar (si ha de emplearse).

Siete. Terminar de apretar los pernos del trípode con la llave que a ese fin lleva la cartera.

(1) Si se sacara la mesilla antes que el espejo, se podría romper éste.

En el montaje del heliógrafo no deben emplearse más de tres minutos.

Para desmontar el aparato se hacen, en sentido inverso, y en el mismo orden, las operaciones explicadas para el montaje.

En la figura 107 se ve el heliógrafo montado.

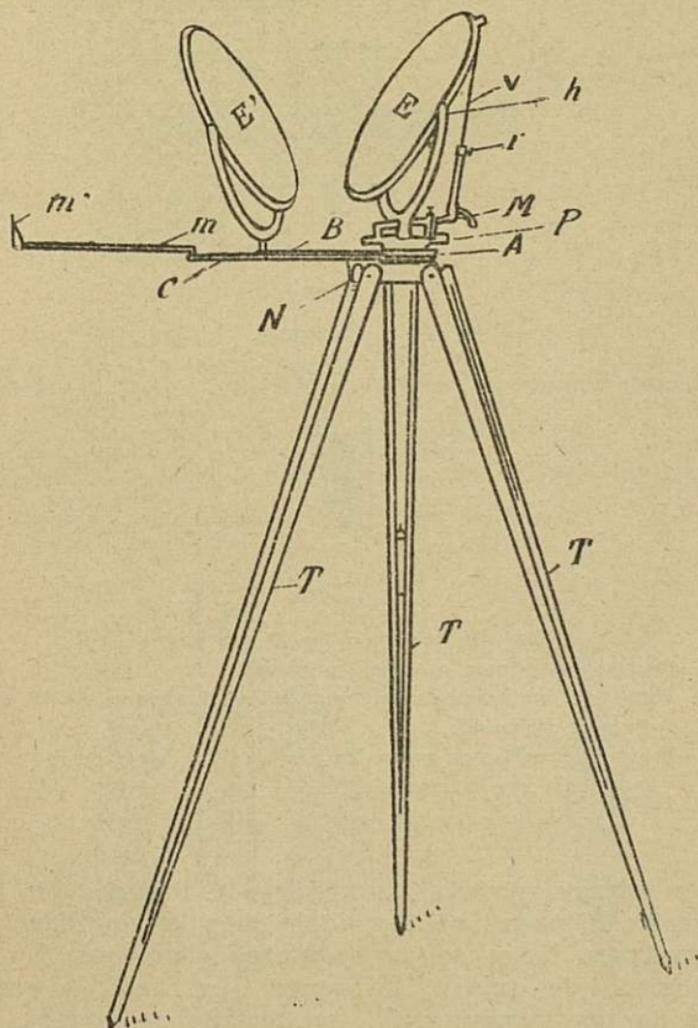


Figura 107.

- E v r M P.*—Espejo principal.
- N T.*—Trípode (mesilla y pies).
- C.*—Alargadera de mira.
- A B.*—Alargadera del espejo auxiliar.
- m m'.*—Mira.
- E'.*—Espejo auxiliar.

86. Descripción del heliógrafo de la estación óptica ligera.—Tiene quince centímetros de diámetro, en lú-

gar de los veinte que tiene el del heliógrafo de la estación a lomo. Sin ninguna diferencia esencial entre ambos, aparte del tamaño, varían algunos detalles que se señalan a continuación.

Especo principal.—Semejante al de veinte centímetros. Este terminaba en una espiga (fig. 108), con su

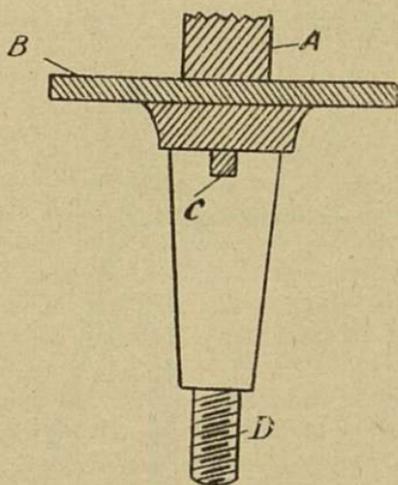


Figura 108.

Espiga del heliógrafo de 20 centímetros:

- A.—Soporte en U para el espejo principal.
- C.—Tetón que se introduce por una de las hendiduras de la armadura de la mesilla.
- D.—Espiga fileteada para roscar en ella la llave de tuerca que cuelga debajo de la mesilla.

parte inferior roscada, para unirle al trípode, que llevaba en la parte inferior de la mesilla una llave de tuerca para hacer solidarios ambos elementos. En el heliógrafo de quince, la espiga (fig. 109) se sustituye por un manguito, *F*, con tornillo de presión, *G*, para ajustarlo a la espiga *A* (fig. 110) del trípode.

Lleva también la espiga del heliógrafo ligero, alojamientos, *C* y *D* (fig. 109), para las alargaderas del espejo auxiliar y de la mira, que en el de veinte centímetros se apretaban a un manguito que había sobre el centro de la mesilla del trípode.

Por último, el tornillo sin fin de movimiento lento alrededor del eje vertical, que en aquel heliógrafo se encontraba en la mesilla del trípode, va en el helió-

grafo de quince en la espiga del espejo principal, y es el B de la figura 109.

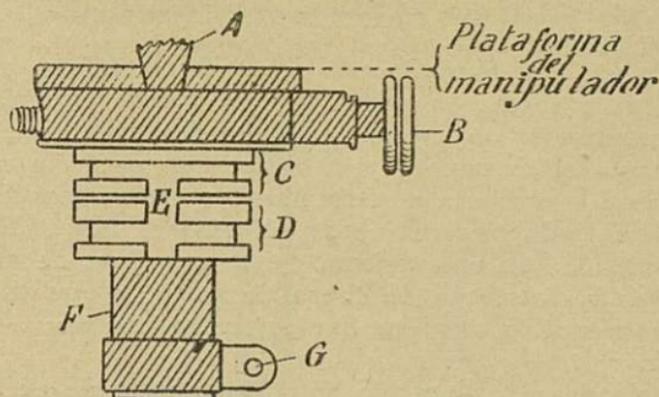


Figura 109.

Espiga del heliógrafo de 15 centímetros.

- A.—Soporte en U para el espejo principal.
- B.—Tornillo sin fin para los movimientos del espejo alrededor de un eje vertical.
- C.—Alojamiento de la alargadera del espejo auxiliar.
- D.—Alojamiento de la alargadera de mira.
- E.—Acanaladura para el paso de las espigas de los collares de las alargaderas.
- F.—Manguito para enchufar en la espiga del trípode.
- G.—Tornillo de presión.

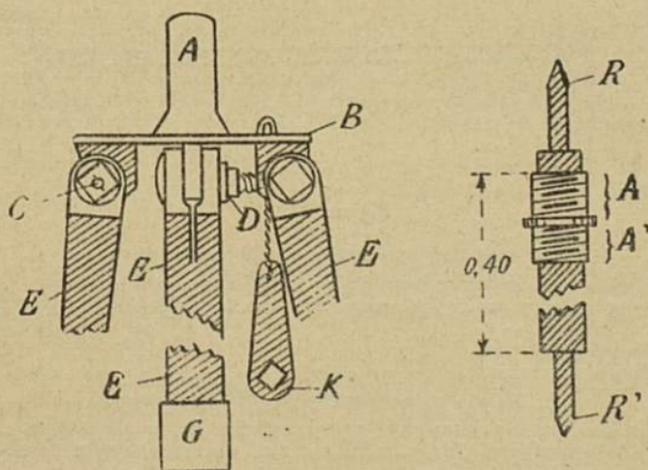


Figura 110.

- A.—Espiga por donde se introduce el manguito del heliógrafo de 15 cms. o del A. G. A.
- B.—Mesilla del trípode.
- C.—Perno que articula el pie a la mesilla.
- D.—Cuadradillo para sujetar el pie a la mesilla.
- E.—Pie del trípode.
- G.—Manguito roscado interiormente para atornillar las partes A ó A' al suplemento del pie.
- K.—Llave para maniobrar los cuadradillos.

Trípode (fig. 110).—El trípode es metálico; la mesilla es un platillo, *B*, en cuya parte central hay una espiga, *A*, en la que encaja el manguito *F* (fig. 109) del espejo principal.

Cada pie está formado por dos tubos metálicos empalmados a rosca; la mitad inferior puede enchufarse y roscarse en la superior por sus dos extremos; si se enchufa el extremo *R'*, la altura del pie es la mitad que si se enchufa el extremo *R*, y esta disposición es la empleada para enfundar el trípode. Suspendida de la mesilla con una cadena, existe una llave de cuadrado, *K*, fabricada de chapa de acero, y que sirve para apretar los tornillos que articulan los pies a la mesilla.

El trípode va enfundado en una cubierta de cuero, *D* (fig. 83), análoga a la *F* de las banderas.

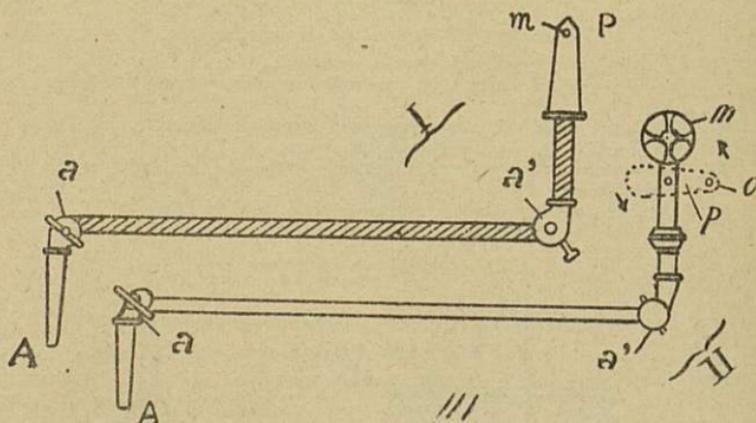


Figura 111.

I. *Mira del heliógrafo de 20 centímetros.*

- A.*—Espiga que se introduce en el orificio de la alargadera.
- a a'*—Articulaciones de la mira con su correspondiente tornillo de presión.
- P.*—Plancha de mira.
- m.*—Punto de mira.

II. *Mira del heliógrafo de 15 centímetros.*

- A.*—Espiga que se introduce en el orificio de la alargadera.
- a a'*—Articulaciones de la mira con su correspondiente tornillo de presión.
- P.*—Plancha de mira.
- m.*—Punto de mira que coincide con el *O* de la plancha *P* cuando ésta se coloca vertical.

Mira (fig. 111, II).—Análoga a la del heliógrafo de veinte centímetros (fig. 111, I); tiene un circulito, cuyo centro, *m*, sirve para alinear. Para emitir la luz, se hace girar la chapa pavonada, *P*, hasta que el punto *o* coincida con el *m*, y entonces se mueve el

espejo principal hasta que la sombra del punto sin azogar se proyecte en el punto *o*.

La *alargadera de mira* (fig. 112, II) tiene un tetón, *E*, que se introduce por la canal *E* (fig. 109) del es-

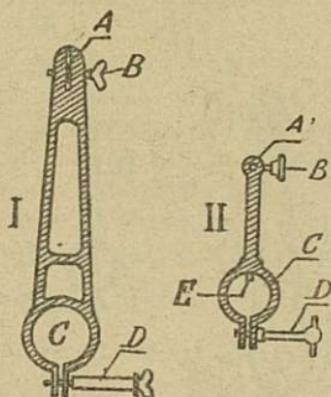


Figura 112.

I. *Alargadera de mira del heliógrafo de 20 centímetros.*

- A.—Orificio para introducir la espiga de la mira.
- B.—Tornillo de presión para sujetar la espiga de la mira.
- C.—Collar para ajustar al manguito de la mesilla.
- D.—Tornillo de presión para sujetar la alargadera al manguito de la mesilla.

II. *Alargadera de mira del heliógrafo de 15 centímetros.*

- A.—Orificio para introducir la espiga de la mira.
- B.—Tornillo de presión para sujetar la espiga de la mira.
- C.—Collar para ajustar en la espiga del espejo principal.
- D.—Tornillo de presión que fija la alargadera en la espiga del espejo principal.
- E.—Tetón que corre a lo largo de la acanaladura *E* (fig. 109) y que después se mueve en la hendidura *D* (fig. 109).

pejo principal, cuidando que el tornillo de presión *D* (fig. 112, II) quede a la derecha; una vez el collar alojado en *D* (fig. 109) puede girar libremente, pues el tetón corre por el rebaje central; se inmoviliza la alargadera con el tornillo *D* (fig. 112, II).

Espejo auxiliar.

En todo semejante al del heliógrafo de la estación pesada, pero de quince centímetros de diámetro.

Alargadera del espejo auxiliar (fig. 113, II).—Más grande que la alargadera de mira y constituida análogamente para alojarse en *C* (fig. 109).

87. *Montaje del heliógrafo de la estación óptica li-*

gera.—El espejo principal, el auxiliar, las dos alargaderas y la varilla de mira (aparte de algún material de repuesto) van colocadas en una funda de cuero, *C* (fig. 83), con correas para el transporte en mochila.

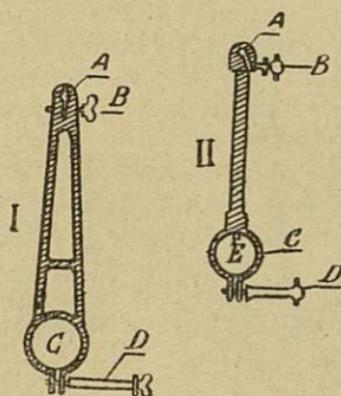


Figura 113.

I. Alargadera del espejo auxiliar del heliógrafo de 20 centímetros.

A.—Orificio para introducir la espiga del espejo auxiliar.

B.—Tornillo de presión para sujetar la espiga del espejo auxiliar.

C.—Collar para ajustar en el manguito de la mesilla.

D.—Tornillo de presión para sujetar la alargadera al manguito de la mesilla.

II. Alargadera del espejo auxiliar del heliógrafo de 15 centímetros.

A.—Orificio para introducir la espiga del espejo auxiliar.

B.—Tornillo de presión para sujetar la espiga del espejo auxiliar.

C.—Collar para ajustar en la espiga del espejo principal (en C. figura 109).

D.—Tornillo de presión para sujetar la alargadera a la espiga del espejo principal.

E.—Tetón que corre a lo largo de la acanaladura E (fig. 109), y que después se mueve en la hendidura central de C (fig. 109).

El trípode ya se ha dicho que va en la funda de cuero, *D* (fig. 83).

Para montar el heliógrafo se procede del siguiente modo :

Uno.—Sacar el trípode de su funda, y si se ha de transmitir rodilla en tierra, colocarlo sobre el suelo, la mesilla horizontal y los pies bien clavados; si se ha de transmitir de pie, desenroscar y desenchufar antes las mitades inferiores de los pies y roscarlos por el otro extremo a las mitades superiores.

Dos.—Sacar el espejo principal e introducir en su espiga las alargaderas (primero la del espejo auxiliar), cuidando que los tornillos de presión de las mismas queden a la derecha, y apretar éstos suavemente.

Tres.—Colocar el espejo principal en el trípode, apretando suavemente el tornillo de presión.

Cuatro.—Colocar la varilla de mira.

Cinco.—Colocar el espejo auxiliar.

Seis.—Apretar bien las articulaciones de los pies con la mesilla.

Para desmontar el aparato se hacen las mismas operaciones en sentido inverso.

88. Alineación de los heliógrafos reglamentarios.—

Se llama alinear un heliógrafo la operación que se hace para conseguir que su punto de mira quede en la línea recta que une el centro del espejo con la estación correspondiente; como todos los movimientos del espejo se hacen alrededor de su centro, lo que habrá que mover será la mira.

a) *Alineación directa.*—Es algo parecido a la puntería de un fusil. Para alinear el heliógrafo de veinte centímetros, se suelta el tornillo r (fig. 107) y se saca la varilla V , dejando el espejo libre para girar alrededor de su eje $h h'$; por el agujerito sin azogar se busca la otra estación, y con una mano se mueve la mira hasta que el punto de mira, m' , quede colocado en la visual dirigida a la estación correspondiente; conseguido esto, se aprietan los tornillos de la varilla de mira y de la alargadera para que la mira quede fija en su posición.

El heliógrafo de 15 cm. se alinea lo mismo que el de 20, colocando la chapa de mira vertical y con el punto o hacia abajo y apuntando por el punto m (figura III, II).

b) *Alineación por reflexión.*—Tanto con uno como con otro heliógrafo, la alineación por reflexión se hace así: Colocándose el telegrafista delante del espejo principal y moviendo éste, por medio del tornillo sin fin, llegará a conseguir ver reflejada en el espejo la estación correspondiente; entonces coge la mira y la sitúa de tal modo que mirando por la imagen del punto de mira y el agujerito central del espejo, vea en su prolongación el sitio que ocupa la correspondiente; esto conseguido, se aprietan los mismos tornillos que en la alineación directa.

89. Emisión de la luz.—Una vez alineado el heliógrafo es preciso dirigir la luz del sol a la otra estación, de modo que en ella vean claro y distintamente el destello luminoso de la nuestra. Si la alineación del aparato está bien efectuada, la operación es sencillísima, puesto que si el punto de mira está colocado en

la línea que une las dos estaciones, o sea, los centros de los dos espejos principales, es claro que el haz de luz que pase por el centro del espejo y el punto de mira propios seguirá en línea recta a la otra estación, y fundados en esto, he aquí el modo práctico de ejecutarlo :

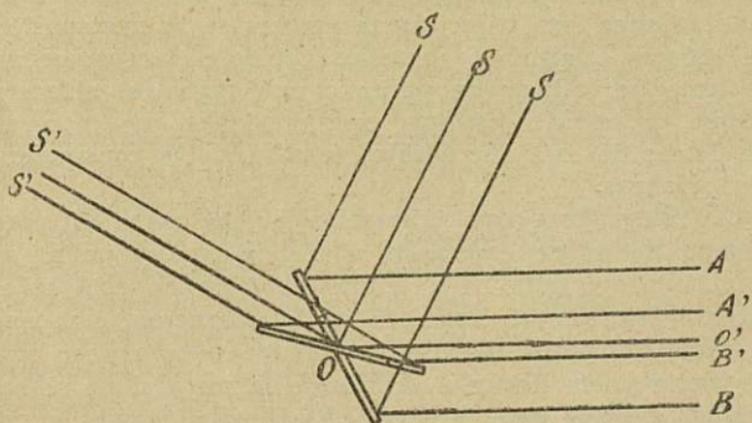
Se sitúa un soldado delante de la mira (cuando se tiene alguna práctica no hace falta este auxiliar); moviendo el espejo principal, se conseguirá ver proyectada la luz del sol en su pecho, con un punto negro en su centro, que corresponde el agujero central no azogado; en estas condiciones, se moverá el espejo a derecha e izquierda y de abajo arriba, hasta lograr que el sol dé sobre la mira, quedando el punto negro sobre el punto de mira; en ese caso, se tiene ya colocado el eje del haz luminoso en la línea que une las dos correspondientes. En la otra estación estarán viendo el haz luminoso de un modo permanente y continuo; mas como la transmisión se hace por emisiones de luz, es preciso que sólo se vea el destello cuando esté bajo el manipulador, y para dejar montado el aparato en estas condiciones, se mueve la varilla del espejo principal en sentido conveniente, teniendo el manipulador apretado con la otra mano, hasta dejar el punto negro o punto de sombra nuevamente sobre el punto de mira; de este modo resulta que cuando se aprieta el manipulador se observa el destello en la otra estación y cuando se suelta deja de verse.

Para facilitar la operación a los principiantes, en el aprendizaje de emisión de luz suele pegarse un trozo de papel muy pequeño en el agujero central del espejo (el papel debe ser del tamaño del agujero), con el cual se consigue que el punto de sombra o punto negro se pinte más obscuro y sea más fácil distinguirlo; a los ya adelantados no debe admitírseles este recurso, pues aparte de ensuciarse el espejo por la falta de esmero al pegarse uno y otro papel, suelen usarse de tamaño demasiado grande y algunas veces alinean con él, sin despegarlo, no produciendo alineaciones perfectas, por no efectuarse la puntería por el verdadero centro.

Para emitir la luz con el heliógrafo de 15 cm., una vez alineado, se colocará la chapa de mira vertical con el punto *o* hacia arriba y se proyecta en este la sombra del punto sin azogar (fig. 111, II).

90. *Empleo del espejo auxiliar.*—No siempre es posible enviar señales luminosas a la otra estación en

buenas condiciones de visibilidad; cuando el sol queda detrás o casi detrás del espejo principal, en la correspondencia que observa las señales se ve un destello de menor dimensión y de luz menos viva. La figura 114 hace ver más claramente los efectos que se producen



(Fig. 114.)

en el observador; cuando el espejo principal tiene el sol delante, en S , envía a la otra estación, O' , un haz de dimensión AB , y el que recibe las señales ve un espejo de tamaño AB ; si el sol pasa a una posición S' detrás del espejo, el haz que envía a su correspondiente es más estrecho y el que observa ve un espejo de dimensión $A'B'$, que es mucho más pequeño que el AB , y para mayor dificultad aparece menos iluminado que este, porque la reflexión de la luz, con ángulos de incidencia tan fuertes es muy irregular y hay una pérdida de luz más grande que en la reflexión normal.

Para enviar el haz con la menor pérdida de tamaño y luz, precisa recurrir al espejo auxiliar: se coloca éste en su alargadera y se mueven ella y el espejo, procurando que éste último dé frente al sol y mande la luz al espejo principal, el cual se mueve también con el tornillo sin fin y varilla $v v$, hasta que el punto de sombra esté en el punto de mira, como en el caso ya explicado; la principal condición que hay que tener en cuenta es recibir la luz en los dos espejos con la menor inclinación posible.

Ocurrirá en días de mucho viento, que las oscilaciones del espejo auxiliar impedirán que las señales sean claras; podemos recurrir entonces a emplear un

segundo heliógrafo, cuyo espejo principal haga las veces de auxiliar del primero.

91. *Transmisión con los heliógrafos reglamentarios.* Efectuada una buena alineación con el corresponsal y puesto el haz de luz sobre la mira de modo que el punto de sombra esté en el punto de mira cuando el manipulador está bajo, puede empezarse la transmisión de señales, emitiendo destellos cortos o largos, según se trate de indicar un punto o una raya del alfabeto Morse, y así las distintas combinaciones que integran las letras de este abecedario, formando las consiguientes palabras.

El telegrafista que transmite notará que, al poco tiempo de haber empezado a transmitir, el punto de sombra proyectado en el punto de mira no está en el mismo sitio que al comienzo de la operación, sino que se aleja del punto de mira, creciendo poco a poco esta distancia hasta llegar a salirse de la mira si no se corrige a tiempo este desvío. El efectuar pronto la corrección es importantísimo, pues si el punto de sombra no está en el de mira es señal de que el eje del haz solar no va en dirección de la corresponsal, y, por lo tanto, en ella no se observará señal luminosa alguna, o si se percibe será de un modo defectuoso. Ya se dijo que la causa de este fenómeno reside en el movimiento aparente del sol; para seguir el curso (aparente) de este astro es preciso mover el espejo principal. No olvidará nunca el telegrafista que desde el instante en que empieza la transmisión del telegrama ha de estar atento a la mira, moviendo el tornillo sin fin o la varilla del espejo para no dejar un momento que el punto de sombra salga del de la mira. Para ser buen telegrafista óptico es preciso atender a la vez a una regular y cadenciosa transmisión y al manejo de los tornillos necesarios para seguir el movimiento aparente del sol, sin dejar escapar un solo momento del punto de mira el punto de sombra; la mano derecha atiende al manipulador; la izquierda mueve el tornillo sin fin y la varilla del heliógrafo.

Para transmitir con el heliógrafo se apoya el dedo pulgar sobre el manipulador y los índice y corazón se colocan por debajo del soporte del mismo; de este modo, a la ligera presión del pulgar cede el muelle del manipulador, gira el espejo y se efectúa la emisión de luz (1).

(1) La explicación se ha referido, para mayor claridad, al heliógrafo de 20 cms., pero es aplicable al heliógrafo de 15.

92. *Regularidad de la emisión de signos.*—La regularidad de transmisión en telegrafía óptica es de una importancia grandísima. En ella el punto es el que sirve de medida en las velocidades de transmisión, y con arreglo a él se regulan la raya y las letras, palabras, números y signos convencionales.

El tiempo que se tarda en emitir un punto es igual al del intervalo que debe mediar entre dos signos (punto o raya); es decir, que si se transmiten varios puntos seguidos, cuatro, por ejemplo, se desarrollan ocho tiempos iguales: el 1, emisión de luz; el 2, eclipse; el 3, emisión de luz; el 4, eclipse; el 5, emisión de luz, etc., hasta terminar; el telegrafista, cantando los tiempos, puede regular su manipulación. Una raya es una emisión de luz que dura tres tiempos, tomando como unidad el tiempo que se tarda en hacer un punto.

El intervalo o eclipse entre un punto y una raya, entre una raya y un punto, entre dos puntos, entre dos rayas, y, en general, entre todos los signos que componen una misma letra, es igual a un tiempo.

Entre dos letras de la misma palabra o dos cifras del mismo número median tres tiempos.

Entre dos palabras o dos números median cinco tiempos.

Esta regularidad de transmisión, determinada por la duración atribuída a los puntos, rayas e intervalos, con arreglo a las bases anteriormente expresadas, origina lo que se llama cadencia o compás en la transmisión; y esta cadencia constituye una de las principales dificultades, porque influye directamente sobre la recepción, favoreciéndola o dificultándola, según sea buena o mala.

Lo que más retarda los despachos ópticos es la repetición de palabras por no haberlas comprendido la estación receptora, a causa muchas veces de una mala cadencia de transmisión. Tampoco conviene en óptica una velocidad superior a ocho o diez palabras por minuto, por la misma causa enunciada; pues si la receptora no puede traducir los signos obliga a repetirlos dando error y obtiene un menor rendimiento del aparato que con una velocidad moderada, pero sostenida, sin interrupciones por error; un telegrafista óptico puede considerarse como bueno cuando, transmitiendo con una cadencia aceptable, recibe de ocho a nueve palabras por minuto, y muy bueno cuando trans-

mita con cadencia intachable y reciba con velocidad superior a este número.

Los ejercicios de transmisión serán individuales y no deben empezar hasta que los aspirantes lleven muy adelantada la instrucción de recepción para poder atender las indicaciones que transmita la estación correspondiente (servida por un instructor) referente a alineación, emisión de luz, cadencia, etc.

93. *Recepción.*—La recepción de señales del heliógrafo se efectúa, salvo algunas particularidades propias de este aparato, en la misma forma que las de una señal cualquiera; el telegrafista receptor puede usar los prismáticos, cuando la distancia lo exija para la clara percepción de las señales; pero, en general, dentro de las extensiones del horizonte que más comúnmente se presentan, se podrá efectuar la recepción a simple vista.

Cuando las distancias son cortas y la luz del sol muy viva, debe el telegrafista servirse de unas gafas azules para amortiguar el efecto del haz luminoso sobre los ojos, y esto importa al individuo y al servicio, pues, aparte de la molestia personal del telegrafista, trae la consiguiente fatiga y el agotamiento prematuro del soldado receptor, no obteniéndose del personal el debido rendimiento.

Los ejercicios de recepción se harán colectivamente, recibiendo todo el pelotón las letras, palabras o telegramas que envíe la estación transmisora, servida por un instructor.

94. *Reglas generales para mantener el contacto de dos estaciones heliográficas.*—Para asegurar el buen contacto de dos correspondientes ópticos, tanto cuando se está cursando servicio como cuando no se cursa, precisa observar las siguientes reglas:

Una vez que dos estaciones hayan conseguido encontrarse deben mantener sus heliógrafos alineados y emitiendo luz, para lo cual se gira la varilla que hay detrás del espejo principal hasta que el sol pase (el eje del haz) por el punto de mira, teniendo el manipulador levantado; en estas condiciones las correspondientes estarán viéndose continuamente; esta emisión continua de luz en una misma alineación es lo que se llama *poner el heliógrafo en continua*, y se comprende que para tener una buena continua es necesario atender constantemente a la marcha del sol, sin dejar que el eje del haz de luz se escape del punto de mira,

sosteniéndolo en esta posición mediante el movimiento del espejo cada minuto, como ya se ha dicho al tratar de la transmisión con heliógrafo; el tener una buena continua supone en la corresponsal que la conserva una esmerada atención del telegrafista y, por tanto, la garantía de que contestará inmediatamente las llamadas que anuncien el curso de un despacho; permite además una rápida y precisa alineación del aparato cuando, por cualquier causa, se pierde o desvía la alineación primitiva.

Si durante la recepción de un telegrama la estación receptora advierte que el destello del heliógrafo transmisor es cada vez más pequeño en magnitud y en intensidad de luz, debe atribuir esta falta al telegrafista que transmite, por haber dejado escapar el punto de sombra (el eje del haz de luz) del punto de mira, y para que rectifique la emisión de luz, enviándola en la dirección debida, pondrá su heliógrafo en continua, sin quitarlo de esta posición hasta que le satisfaga la intensidad y magnitud del destello de la estación transmisora, que se pondrá también en continua para su examen y aprobación; en el momento en que la receptora dé la luz por rectificada cesa la continua, lo cual indica a la estación que ya está corregido el defecto a satisfacción de su corresponsal, y, retirando también su continua, sigue la transmisión del despacho.

Siempre que se empiece a transmitir palabras, después de una interrupción debida a cualquier causa, se empieza por dar *punto y seguido* (... ..), signo que sirve para extremar la atención del telegrafista receptor, anunciándole la continuación del telegrama; no debiendo empezar la transmisión de la palabra correspondiente hasta recibir el enterado al punto y seguido.

El enterado es una señal (raya larga) destinada a indicar a la estación transmisora que los signos han sido entendidos y, por lo tanto, traducidos.

El signo enterado se da por la estación receptora después de cada palabra entendida, y no se empieza la transmisión de otra palabra (por la transmisora) hasta percibir el enterado a la última palabra transmitida.

Cuando no se entienden los signos de una palabra debe interrumpirse por la estación receptora con el signo error (.....), sin dejar a la transmisora que acabe la palabra.

95. *Reparaciones.*—El telegrafista sólo tiene atribuciones para la colocación del material de repuesto, cuyo objeto es sustituir alguna pieza rota o estropeada durante el servicio de los aparatos.

Para cambiar el espejo del heliógrafo de 20, las operaciones que hay que efectuar son (fig. 99) :

- 1.^a Separar el espejo principal del tripode.
- 2.^a Aflojar el tornillo de presión *r* y sacar la varilla *v* de la varilla hueca *V*.
- 3.^a Aflojar con el destornillador los ocho tornillos que suenan la tapa posterior del espejo.
- 4.^a Retirar los ocho tornillos, con cuidado de no perder ninguno, y levantar la tapa.
- 5.^a Retirar el almohadillaje de cartón que separa la tapa del espejo de la luna y recoger los pedazos de ésta.
- 6.^a Colocar el nuevo espejo, el disco de cartón y la tapa.
- 7.^a Colocar los tornillos de sujeción, apretándolos ligeramente en una primera vuelta y por completo en la segunda, para evitar que entre alguno forzado.
- 8.^a Volver a colocar el espejo en el tripode.

En el heliógrafo de 15 las operaciones de cambio del espejo son las mismas que las explicadas en el de 20, con la única diferencia de que la tapa no puede soltarse del todo por quedar sujeta en las garras de la nuez rosada, pero puede levantarse lo suficiente para efectuar el cambio.

El cambio de la varilla vertical no ofrece ninguna dificultad porque se desenroca libremente en ambos heliógrafos.

Lo mismo ocurre con los tornillos de presión del heliógrafo de 15; en el de 20 los tornillos tienen en su punta un tope para impedir que salgan de su tuerca; hay que destrillar previamente dicho tope para poder cambiar el tornillo.

CUARTA PARTE

APARATOS DE LUCES

CAPITULO PRIMERO

Fuentes de luz empleadas en los aparatos de luces.

Las clases de luz más corrientemente empleadas en los aparatos de luces son :

96. *Luz de petróleo.*—El petróleo es un líquido combustible, incoloro, transparente y de olor fuerte. Se quema en lámparas de mecha plana, puesta de canto, en la dirección en que haya de emitirse el haz, pues de esta forma el brillo de la llama y, por tanto, el alcance de la luz es mucho mayor. El aprovisionamiento de este líquido es fácil, los aparatos que lo emplean sencillos y robustos y la intensidad de luz, si bien inferior a la de otros sistemas, puede ser suficiente en muchos casos.

El aparato *Mangin* (Apéndice 1.º) emplea esta clase de luz.

97. *Luz de acetileno.*—El acetileno es un gas combustible, incoloro, de fuerte olor, que forma con el aire una mezcla explosiva; se quema en mecheros especiales. Los aparatos de este sistema se pueden clasificar en dos grupos :

1.º Aparatos que llevan consigo el generador de acetileno.

2.º Aparatos que emplean el acetileno acumulado a presión en un depósito.

En los primeros, el acetileno se produce por la combinación del carburo de calcio (cuerpo de fácil aprovisionamiento) con el agua; el aparato *Berdala* (Apéndice primero) es uno de ellos.

En los segundos, menos voluminosos, menos expuestos a explosiones y de llama más fija, los acumuladores se cargan a retaguardia por transvase de grandes cilindros que contienen el acetileno a presión. El aparato reglamentario A. G. A. es de este sistema, y

en él los acumuladores van llenos de acetona, líquido que tiene la propiedad de absorber diez veces su volumen de gas acetileno.

98. *Luz oxiacetilénica.*—El oxígeno es un gas incoloro e inodoro; no es combustible, pero su presencia es imprescindible en toda combustión; mezclado con el nitrógeno, constituye el aire atmosférico; de aquí la necesidad del aire en las combustiones. El oxígeno se obtiene, entre otros procedimientos, por la reacción de la oxilita (bióxido de sodio) con el agua.

El oxígeno mezclado con el acetileno hace la llama de este último mucho más intensa. La mezcla se consigue en mecheros especiales y se proyecta sobre una cápsula de una materia refractaria (cal, zirconio, etcétera), que, por incandescencia, produce una luz muy viva y rica en rayos amarillos.

99. *Luz eléctrica.*—Se produce en lámparas de incandescencia alimentadas por pilas o acumuladores. Compite ventajosamente con la luz oxiacetilénica en cuanto a intensidad. El inconveniente que se le atribuye a la luz eléctrica es la dificultad del transporte de los elementos necesarios a la producción de la corriente no es superior al de tener que transportar generadores de acetileno y oxígeno.

En el Apéndice primero se describe el «Goerz», aparato eléctrico.

CAPITULO II

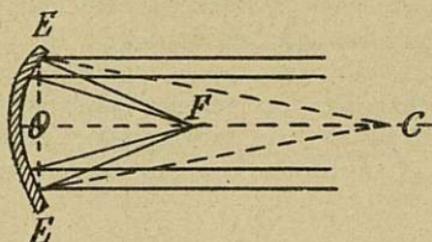
Condiciones generales que han de satisfacer los aparatos de luces.

Si en los heliógrafos, el problema de enviar a la poca abertura del haz enviado por el sol y a que este resuelto prácticamente con espejos planos, debido a la poca abertura del haz enviado por el sol y a que este haz se refleja, según la primera ley de la reflexión, con la misma abertura que traía, en los aparatos de luces es preciso resolverlo con un sistema de espejos curvos o con un sistema de lentes que concentren los rayos, que la luz artificial emite en todas direcciones, en una sola: la de la correspondencia.

100. *Empleo de espejos.*—Una fuente de luz colocada en el foco principal de un espejo esférico cóncavo

vo (fig. 115), envía sus rayos paralelos al eje principal del espejo: este sistema de luz y espejo es, por tanto, una solución del problema que se pretende resolver.

Para que los rayos reflejados por el espejo salgan

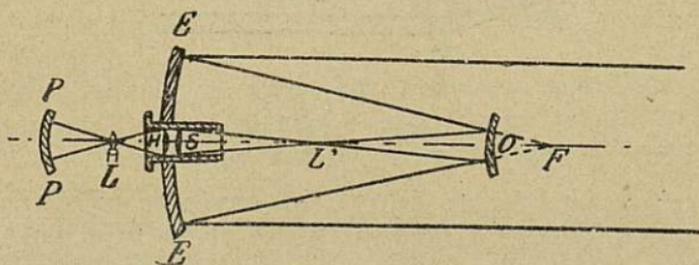


(Fig. 115.)

efectivamente paralelos, es preciso que éste tenga una abertura no mayor de 12° , es decir, que el ángulo $E C E$ no sobrepase ese valor; como, por otra parte, el alcance de un aparato de luces depende muy principalmente del tamaño del espejo, resulta (por razones geométricas) que si se quiere que el *calibre* sea de 20 centímetros, por ejemplo, es preciso, para no pasar de los 12° de abertura, que el radio de curvatura $C O$ sea de un metro, lo que lleva consigo que el foco F esté a 50 centímetros de O .

Exige, pues, este sistema aparatos excesivamente largos, si se quieren obtener alcances convenientes.

Podría salvarse este defecto empleando el sistema que indica la figura 116, en la que $E E$ es el espejo, cuyo foco está en F ; la fuente de luz se coloca en L ,

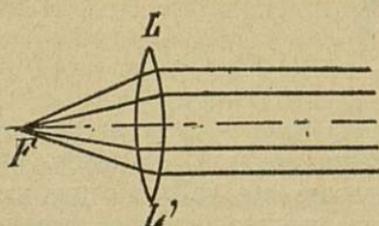


(Fig. 116.)

y con el reflector $P P$ y lentes H y S se concentran sus rayos en el punto L' ; un segundo espejo convexo está colocado de tal manera que los puntos L' y F resultan conjugados y, en consecuencia, los rayos emitidos por el punto L' son reflejados en un haz de rayos que coinciden en F ; dichos rayos, por partir del foco F de $E E$, serán reflejados por $E E$ en un haz

de rayos paralelos. El aparato ha disminuído de longitud (1), pero a costa de hacer sufrir a los rayos dos reflexiones y dos refracciones (aparte de la tercera reflexión que sufren los del sector $P L P$), con la consiguiente pérdida de luz.

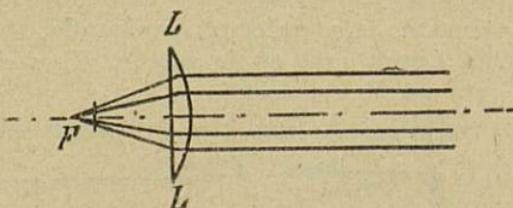
Si, en vez de espejos curvos esféricos, se emplean parabólicos, no hay que cuidarse de la abertura, pues cualquiera que ella sea, los rayos saldrán paralelos; el inconveniente de los espejos parabólicos, era antes la dificultad de su fabricación, pero como esta dificultad ha disminuído hoy día notablemente, la ten-



(Fig. 117.)

dencia moderna es el empleo de esta clase de espejos, cuando los cal' res lo exigen, a pesar de su mayor precio.

101. *Empleo de lentes.*—Si en el foco principal de una lente biconvexa o plano-convexa (figs. 117 y 118)



(Fig. 118.)

se coloca una fuente de luz, los rayos se refractan al atravesar la lente y salen paralelos al eje principal.

Para atenuar las aberraciones, se recurre al empleo de dos lentes en vez de una (fig. 119), de tal manera, que estando la fuente de luz en F , dentro del foco principal de la lente $L L$, los rayos por ella refractados salen divergentes como si procedieran del punto f , fo-

(1) En la figura, para no alargarla demasiado, se ha hecho muy pequeña la dimensión $F O$, hasta el extremo de hacerla menor que la distancia entre $P P$ y $E E$: naturalmente, en la realidad, ocurre todo lo contrario

El anteojo puede estar unido invariablemente al aparato o ser susceptible de corrección para conservar los ejes paralelos. Ejemplo del primer sistema es el aparato «Berdala», y del segundo, el «Mangin» y el «Goerz», todos descritos en el Apéndice 1. (1)

105. Modo de realizar las señales: Transmisión.— Generalmente, la fuente luminosa está constantemente en actividad y el manipulador va unido a una pantalla, de tal manera que, en la posición de reposo, la pantalla intercepta el haz luminoso y, en la de trabajo, el haz se dirige libremente a la corresponsal. Este sistema tiene el inconveniente de calentar los aparatos excesivamente; en el aparato reglamentario este defecto no existe; en los que emplean la luz eléctrica tampoco, pues el manipulador es un interruptor y además la ventilación puede ser mayor, pues no hay que proteger la llama del viento como en los otros.

106. Recepción.—Se efectúa de la misma manera que con el heliógrafo: a simple vista o con anteojo; éste puede ser el de alineación.

107. Alcances geográfico, luminoso y práctico.— Respecto al alcance geográfico nada hay que agregar a lo dicho al tratar del heliógrafo.

El alcance luminoso depende de la intensidad de luz empleada, del sistema de espejos o lentes, del fondo sobre el que se proyectan las señales, de las condiciones atmosféricas y de la potencia del aparato de recepción.

Determinada la fuente de luz y el medio de concentrarla, el alcance (a igualdad de condiciones ajenas al aparato) depende del calibre de sus espejos o lentes.

Es imposible fijar, en general, el alcance práctico en función del diámetro del aparato, pues si en el heliógrafo se hacía, era debido a que la fuente de luz era siempre la misma (el sol) y en los aparatos de luces, por el contrario, la fuente de luz es de intensidad muy variable.

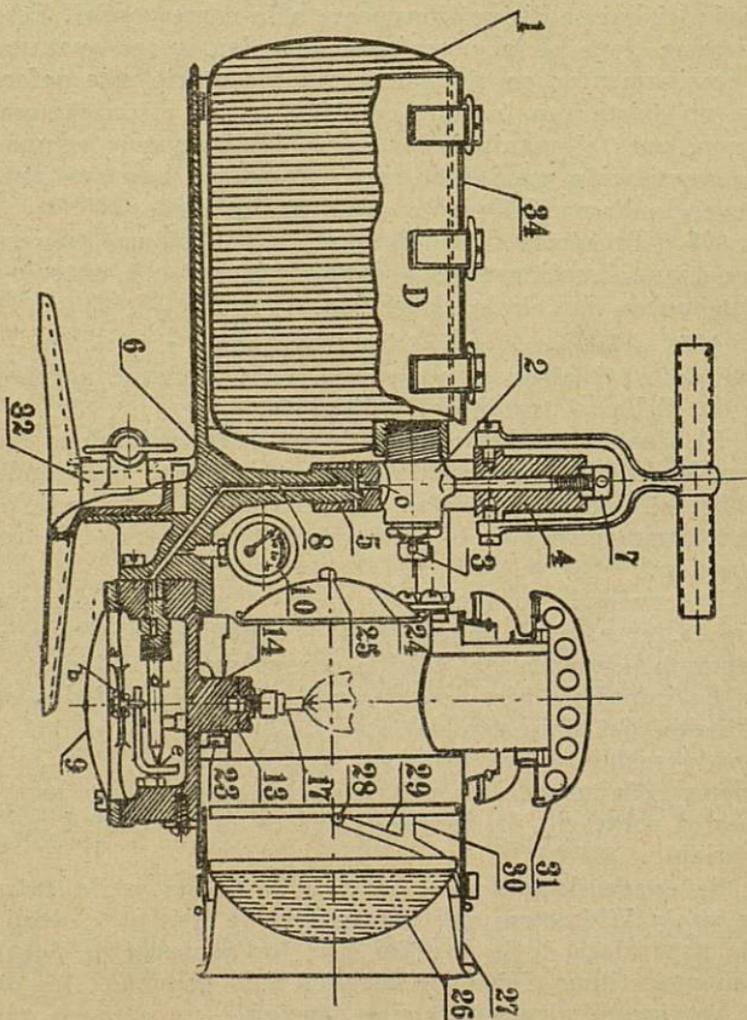
Se puede decir que el alcance de noche oscila entre 2 y 3'5 kilómetros por centímetro de diámetro, según la naturaleza de la luz. De día, los aparatos de petróleo y acetileno tienen un alcance muy pequeño; los de luz oxiacetilénica y eléctrica consiguen un alcance que oscila entre la mitad y la cuarta parte del alcance de noche.

(1) Está en estudio agregar al A. G. A., un anteojo del primer sistema.

CAPITULO III

Aparato de luces A. G. A. de 9 centímetros

Consta este aparato (del que van provistas las estaciones ópticas a lomo y ligeras) de dos partes principales, que son: el *depósito de gas o acumulador* y la *linterna* propiamente dicha.



(Fig. 121.)

108. *Depósito de gas.* (Fig. 121 D).—Es un grueso cilindro metálico muy resistente, terminado por dos casquetes esféricos, con una boca en uno de ellos, donde

va fuertemente roscada la válvula 2, que permite el paso de gas a la linterna. El interior del depósito va lleno de un líquido, acetona, que tiene la propiedad de disolver diez veces su volumen de gas acetileno (que es el empleado) a la presión atmosférica; como el volumen del depósito es de 0,75 litros, puede contener a la presión normal 7,5 litros de gas y a la de 15 atmósferas, quince veces más, o sea 112 litros.

La válvula se abre o cierra moviendo a la izquierda o derecha respectivamente el tornillo 3, para cuyo giro existe un punzón que va suspendido por una cadena de la armadura de la linterna y que se introduce por los orificios del indicado tornillo.

El orificio de salida del gas está en la parte inferior de la válvula, en el punto *o* en que se une a la linterna.

109. Linterna.—Es de acero pavonado y afecta la forma que se ve en las figuras 121 y 122.

Del acumulador pasa el gas, una vez abierta la válvula, por un canal 8 al regulador de presión 9, donde se reduce la presión del gas de 15 atmósferas a la conveniente para arder. El manómetro 10 marca la presión del gas en el depósito.

Del regulador pasa el gas a un conducto que le conduce al mechero en cantidad muy pequeña, sólo suficiente para producir una llama apenas visible que toma el nombre de *llama de encendido*, siendo necesario que se abra la válvula 18 por medio del manipulador 19 para que la cantidad que llega al mechero sea mayor y la intensidad de la luz sea la necesaria para emplear el aparato; el resorte 21 provoca el cierre de la válvula cuando cesa la presión del manipulador. Este tiene una articulación de charnela que le permite abatirse sobre la linterna, con lo que se facilita el transporte; y una vez abatido, puede también bajarse y mantenerse en esta posición mediante un pequeño diente que entra en un agujerito que tiene la linterna, consiguiéndose así una emisión continua de luz.

Con objeto de concentrar toda la luz del mechero en una dirección (la del correspondiente) tiene la linterna un reflector y una lente; el primero 24 es esférico, de metal recubierto de paladio y está colocado en la parte posterior de la linterna y sujeto a ella por el resorte plano 25 que permite sacarlo con facilidad.

La lente, 26, es cóncavo-convexa de 9 centímetros de diámetro, va fija al bastidor cilíndrico 27, el cual

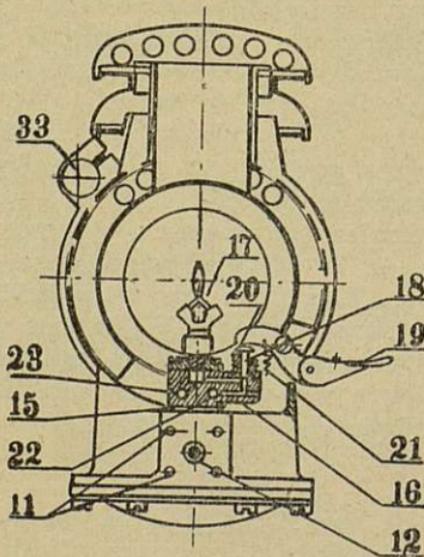
se une a la linterna por medio de dos acanaladuras practicadas en dos generatrices diametralmente opuestas y dos tetones 28 que lleva la linterna en su parte interior y donde se alojan las citadas acanaladuras; al final de éstas existen en el bastidor unas entalladuras 29, dirigidas en sentido helicoidal y que permiten girando el bastidor a izquierda o a derecha, que el mismo avance o retroceda entre ciertos límites. Con el bastidor completamente metido, la dispersión del haz de luz es máxima y con el bastidor todo lo sacado que permiten las hendiduras helicoidales, la dispersión es mínima.

Por encima del mechero lleva la linterna una chimenea en forma de doble campana que permite la salida de humos sin que el viento haga oscilar la llama.

La entrada de aire se efectúa por varios orificios practicados en uno de los costados del cuerpo de la linterna.

Para fijar la linterna al trípode, lleva aquélla un manguito 32, que se encaja en la espiga del trípode y se fija mediante el tornillo de presión que se ve en la figura.

Para alinear el aparato existe unido a un lado de



(Fig. 122.)

la interna un tubo provisto de un retículo, 33 (figura 122); el eje del tubo es paralelo al de la lente.

Por la parte posterior, la linterna se prolonga en una armadura cuya rama vertical, 5, tiene un puente

por el que pasa la válvula del acumulador, apoyando su orificio inferior en el extremo superior del canal 8 de la linterna. La unión se asegura con el tornillo 7 (que se maniobra con el mismo punzón que la válvula de paso del gas) y una arandela de ebonita ajustada en un rebajo que rodea el agujero inferior de la válvula. La rama horizontal de la armadura, sobre la que apoya el acumulador, lleva unas piezas de cuero provistas de hebillas que se adaptan a la superficie del depósito y lo protegen de los golpes.

110. Regulador y reductor de gas.—El funcionamiento del regulador de presión 9 (fig. 121) es automático. Al entrar en él el gas, la arandela de caucho *a*, que lo limita por su parte inferior, se dilata, y por intermedio de una argolla *b*, arrastra en su movimiento a la palanca *e*. Si el gas siguiera entrando en el regulador, aumentaría la presión en éste, la lámina de caucho se extendería más y llegaría un momento en que la palanca *e*, en su giro, tropezaría con la válvula *d* que cierra la entrada del gas; al quemarse parte del que existe en el regulador, la lámina de caucho

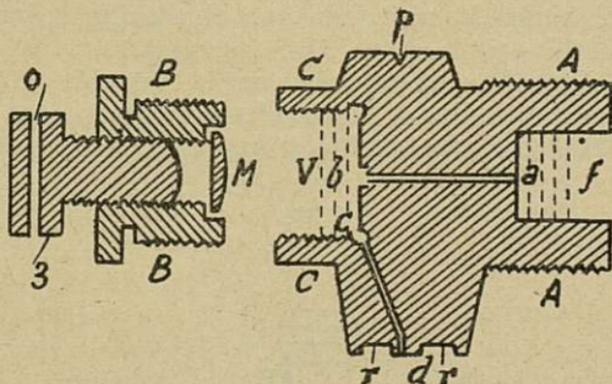


Figura 123.

- A.—Tornillo que se enrosca en la boca del acumulador.
- p.—Punto donde se apoya la punta del tornillo 7 (fig. 121).
- d.—Orificio que coincide con el extremo superior del conducto 8 (figura 121).
- f.—Capas alternadas de tela metálica y algodón para filtrar el gas.
- v.—Arandelas de latón que, apretadas por el tornillo 3 y botón M, impiden el paso del gas de b a c.
- a b c d.—Camino del gas cuando se afloja el tornillo 3.
- rr.—Rebaje para la arandela de ebonita que hace estancar la unión de la válvula con el conducto 8 (fig. 121).
- o.—Orificio para maniobrar el tornillo 3.

vuelve a su posición primitiva, dejando abierta otra vez la entrada del gas. Por lo tanto, la presión del gas en el regulador, varía sólo entre pequeños límites.

111. Regulación de la llama.—Debe regularse en

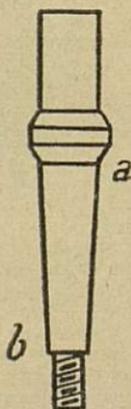
los talleres, y no por el personal telegrafista. Se consigue por medio de dos tornillos, 22 y 23, colocados en la parte inferior del soporte del mechero. El primero regula la llama principal, que debe ser fija y de una coloración blanco-amarillenta; debe apretarse si oscila y aflojarse si es rojiza. El segundo regula la llama de encendido, que debe ser pequeña y de color azul puro, para que no perjudique la comunicación ni estropee el mechero.

Los dos tornillos se maniobran con la punta biselada del punzón, que lleva suspendido la linterna.

112. *Válvula de paso de gas.*—En la figura 123 se detalla la válvula del gas. *A*, se enrosca en la boca del acumulador y *B* se enrosca en *C*.

El gas del acumulador pasa a *f*, donde hay una serie de capas alternadas de algodón y tela metálica para filtrar el acetileno; después pasa el gas por los conductos *a b* y *c d* y por el *g* de la linterna (figura 121) llegando al regulador de presión. La válvula propiamente dicha está constituida por unas chapitas de latón *V*, ligeramente abombadas y que por la presión del botón *M* empujado por el tornillo *3* impiden el paso del gas de *b* a *c*.

113. *Tripode.*—El trípode, en la estación a lomo, es el mismo que el del heliógrafo de 20 cms; para colocar en él el aparato de luces, hay que servirse de una



(Fig. 124.)

pieza suplementaria (fig. 124), cuya parte tronco-cónica, *a b*, tiene la misma forma y tamaño que la espiga del espejo principal del heliógrafo y está roscada como aquella en su parte inferior. La pieza suplementaria se sujeta al trípode de la misma manera que la espiga

del heliógrafo. La linterna se enchufa en la parte cilíndrica de la pieza por el manguito 3^o (fig. 121) y se sujeta por medio del tornillo de presión.

En la estación ligera se adapta el A. G. A. al trípode del heliógrafo de 15 centímetros, introduciendo en la espiga A de éste (fig. 110) el manguito 3^o de aquél (fig. 121).

114. Montaje del aparato.—La linterna y el acumulador unidos se colocan en un estuche de cuero (fig. 83 E) con el acumulador en el fondo y el manipulador abatido. En el mismo estuche va la pieza suplementaria necesaria para el montaje en la estación a lomo. El montaje sobre los dos trípodes a que hace referencia el párrafo anterior, no ofrece dificultad.

115. Encendido de la linterna.—Para encender la linterna, se procede de la siguiente manera (fig. 121):

1.º Aflojar el tornillo 3 de la válvula de paso del gas. Si la presión que marca el manómetro es mayor que media atmósfera, el acumulador contiene gas bastante para emplear el aparato; en caso contrario, hay que cambiarlo por otro de los de repuesto, para lo cual se afloja el tornillo 7 y se desabrochan las hebillas de la funda de cuero; hecho esto el acumulador queda suelto y puede cambiarse por el nuevo, cuidando de que esté colocada la arandela de ebonita en el nuevo depósito; apretando después el tornillo 7 y hebillando la funda de cuero.

Para cerciorarse de que el nuevo acumulador queda bien colocado, una vez abierta la llave 3, se reconoce si hay alguna fuga de gas por el olor característico del acetileno, y si el olfato no denuncia la fuga por ser muy pequeña se puede aplicar una cerilla encendida alrededor de la llave; si hay fuga, se aprieta mejor el tornillo 7 y si persiste se cambia la arandela.

2.º Apretar el manipulador hacia abajo durante unos segundos con objeto de desalojar el aire del mechero y los conductos del gas.

3.º Aplicar una llama al mechero por la parte anterior o posterior de la linterna, quitando la lente o el reflector, respectivamente.

Para apagar la linterna, se cierra el tornillo 3 y se apaga, soplando la llama; hay que cerciorarse después de si ha quedado bien cerrada la comunicación del acumulador con la linterna.

116. Alineación.—Cuando este aparato se emplea de noche, no se puede alinear hasta que se perciben los destellos de la corresponsal, y entonces, basta apuntar

por medio del tubo del rectículo al destello recibido, consiguiéndose así con muy poco error que el eje de la lente, y por tanto el eje del haz luminoso, vaya a parar a la estación corresposal.

Pero esta se encuentra con las mismas dificultades de alineación, de modo que es preciso proceder por tanteos, enviando mutuamente destellos en varios planos comprendidos en el sector donde se supone está la corresposal, hasta que una de las dos estaciones perciba algún destello que aprovechará para alinearse aproximadamente; la otra alineará a su vez, afinando después ambas la alineación.

La emisión de destellos en busca de la otra estación se hará dejando el aparato en continua (manipulador abatido sobre la linterna y engancho su diente en la muesca de aquélla), el bastidor de la lente completamente metido en la linterna (dispersión máxima del haz de luz) y haciendo girar el aparato a derecha e izquierda (flojo el tornillo de presión que lo sujeta al trípode) y de abajo arriba (abriendo o cerrando los pies del trípode).

Conseguida la alineación se aprieta el tornillo de presión y se gira el bastidor para que avance la lente (menor dispersión del haz de luz).

117. Reparaciones.—Como en los heliógrafos, solo está permitido al personal de las estaciones, el cambio del material de repuesto.

Ya se ha dicho en el párrafo 115 la manera de cambiar un acumulador.

Si al cambiar el acumulador, se cambia la arandela, la misma presión del tornillo 7 (fig. 121) la ajusta en su alojamiento.

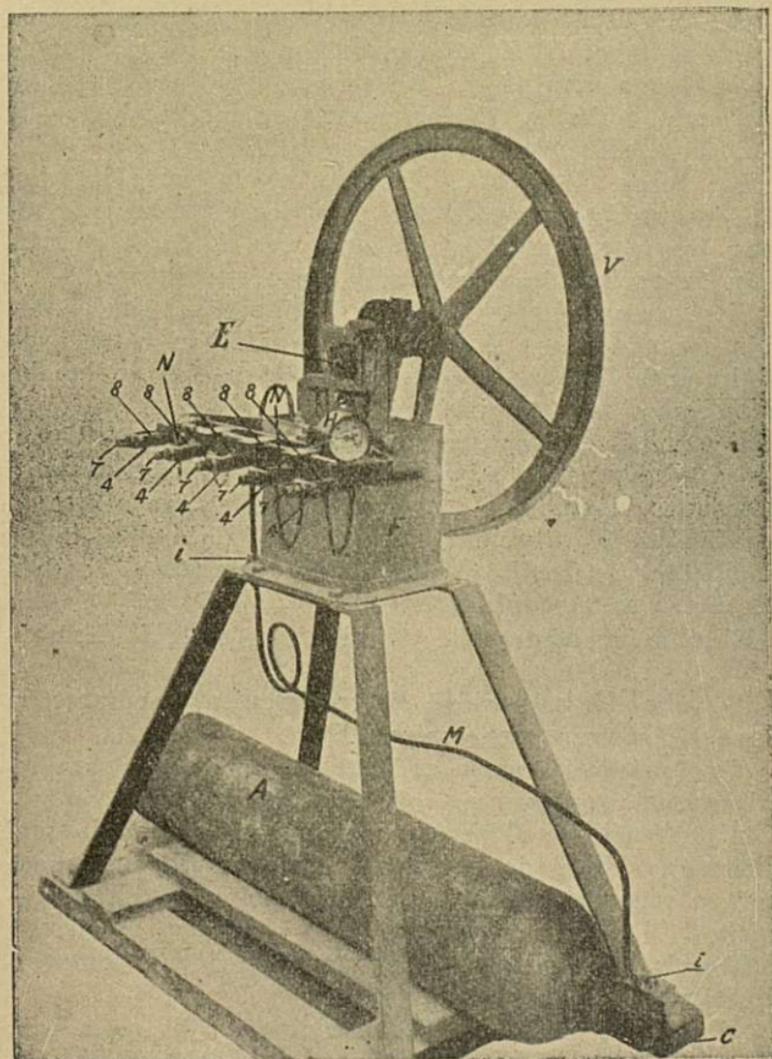
Si se cambia la boquilla que va roscada al mechero, al colocar la nueva hay que asegurarse de que quede bien apretada y en la posición precisa, recurriendo si necesario fuera, a rodear la espiga fileteada con unas vueltas de hilo.

118. Bomba para cargar los acumuladores.—Los parques de Ingenieros de las Grandes Unidades llevan el gas acetileno necesario para los aparatos de luces A. G. A. en grandes botellas metálicas, de las cuales se pasa a los acumuladores del aparato.

Para efectuar el transvase se emplea un aparato, que se va a describir ligeramente:

En la figura 125, A es la botella de acetileno. Los acumuladores de las cargas ópticas se colocan en los

estribos, 4, apretados contra los conductos, 8, con los tornillos, 7; la forma y tamaño de los estribos, tornillos y conductos son iguales a las señaladas con el mismo número en la figura 121, y, por tanto, la co-



(Fig. 125.)

locación del acumulador en el aparato de carga en nada difiere de la unión del mismo con la linterna del A. G. A.

En la figura no hay ningún acumulador colocado, y los conductos, 8, están cerrados con unos tapones-llaves

sujetos por los tornillos, 7. Para colocar algún acumulador, preliminarmente hay que aflojar el tornillo, 7, y quitar el tapón, que quedará colgado de su cadena.

El aparato que se describe consiste en esencia en una bomba aspirante-impelente, *B*, que aspira el gas acetileno del depósito *A*, por el tubo, *M*, y lo impulsa en el tubo, *NN*, que comunica con los conductos *δ*; si los acumuladores tienen las llaves de paso, 3 (fig. 121), abiertas, el gas pasará de los conductos *δ*, a ellos, efectuando la carga.

Los tubos, *M* y *NN*, terminan en la parte inferior del cuerpo de bomba, donde hay dos válvulas que toman (como en todas las bombas) los nombres de válvula de aspiración e impulsión, respectivamente.

Si se abre la llave, *C*, de la botella *A*, el gas a presión ascenderá por el tubo *M*, llegará a la válvula de aspiración, la abrirá, entrará en el cuerpo de bomba y ascenderá por el cilindro.

Si al mismo tiempo se maniobra el volante, *V*, la excéntrica, *E*, en la mitad inferior de su carrera hará descender el émbolo, comprimiéndose el gas aspirado, cerrándose la válvula de aspiración, abriéndose la de impulsión y pasando el gas por el tubo *NN* y conductos, *δ*, a los acumuladores.

El tubo de aspiración, *M*, tiene la parte *ii* desmontable.

El tubo de impulsión, *NN*, comunica, mediante la llave *G*, con un manómetro, *H*.

F es un depósito que se llena de agua fría, para refrigerar el gas que se calienta, debido a la compresión que sufre en el período de impulsión, para lo cual dicho gas, antes de entrar en los acumuladores, pasa por un serpentín dispuesto en el interior del citado depósito.

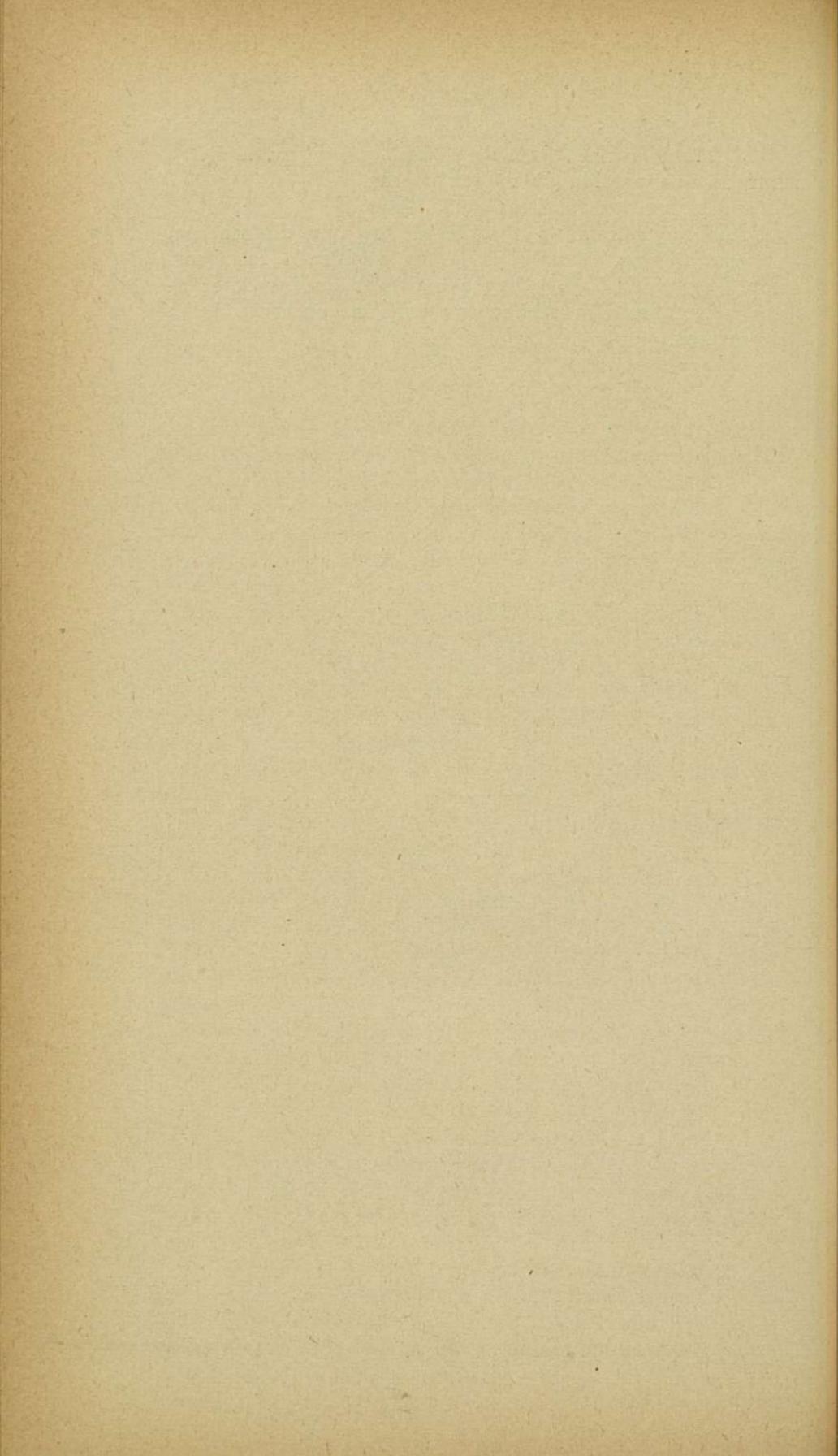
Manejo del aparato.—Las operaciones que comprenden la recarga son las siguientes:

- 1.^a Llenar el depósito de refrigeración de agua fría.
- 2.^a Colocar la botella de acetileno debajo del aparato. Atornillar la parte *ii* del tubo *M*.
- 3.^a Colocar los acumuladores pequeños en los estribos 4; si no se ocuparan todos los estribos, los sobrantes permanecerán con los tapones colocados y los tornillos 7 apretados.
- 4.^a Abrir los tornillos, 3, de los acumuladores; la llave *C* de la botella y la *G* del manómetro *H*. La llave *C* debe abrirse lentamente y cuidando de que la manivela grande ocupe su posición inferior.

5.^a Maniobrar el volante hasta que el manómetro marque una presión de 17 atmósferas.

6.^a Cerrar los tornillos 3, la llave *G* y la llave *C*.

Como la acetona no absorbe el gas inmediatamente, al poco tiempo, cuando ya se ha verificado la absorción, la presión baja y hay que cargar nuevamente varias veces, hasta mantener una presión constante de 15 atmósferas.



QUINTA PARTE

ESTACIONES OPTICAS. SU COMPOSICION Y EMPLEO

CAPITULO PRIMERO

Descripción de la estación óptica a lomo.

Una estación óptica a lomo está constituida por el siguiente material:

A.—Material óptico.

Dos heliógrafos de 20 centímetros.

Dos aparatos de luces A. G. A. de 9 centímetros.

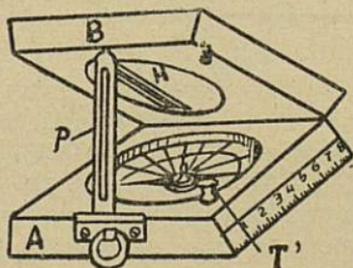
Tres juegos de banderas.

B.—Material auxiliar.

119. *Prismáticos.*—Para facilitar la recepción de señales y la exploración del horizonte se usan gemelos prismáticos.

120. *Gafas ahumadas.*—Para la recepción con heliógrafo, cuando los destellos sean de luz muy viva y moleste el sol, hay tres gafas ahumadas, guardadas en sus correspondientes fundas.

121. *Reloj.*—Cada estación está dotada de uno, preciso para poder llevar las indicaciones horarias reglamentarias en la transmisión y recepción de despachos.



(Fig. 126.)

122. *Brújula Peigné.*—La brújula Peigné sirve para medir ángulos horizontales, ángulos de pendiente y diferencias de nivel.

Descripción.—Se compone (fig. 126) de una caja de

aquella fija o móvil, respectivamente. Flojo el tornillo *T*, el extremo azul de la aguja imantada marcará siempre (independientemente de la posición del aparato) el Norte magnético y si se hace coincidir dicho extremo con el radio *N* (que corresponde a la división *O* del limbo), la brújula quedará orientada, es decir, que los radios *E*, *S* y *O* marcarán, respectivamente, el Este, el Sur y el Oeste, y las divisiones correspondientes del limbo graduado (90, 180 y 270) indicarán los grados que miden los ángulos que las tres rectas forman con la recta *N*, dirigida hacia el Norte.

En la parte superior de la tapa existe una *pínula*, *P* (fig. 126), que está abatida cuando la caja va cerrada, y cuando ésta se abre se levanta, apoyando su punta en el agujerito que a ese efecto tiene la otra tapa. El interior de ésta es un espejo con un rectángulo sin azogar, cuyo eje es el diámetro que queda frente a la pínula, y paralelas a él y equidistantes del centro del círculo existen dos cerdas muy próximas, *H*.

Medida de ángulos horizontales (acimuts).—Abierta la caja, colocada la pínula en la forma explicada y flojo el tornillo *T*, se emplea la brújula de la manera siguiente:

Se coge el aparato con la mano izquierda, procurando que quede el limbo graduado horizontal; la mano derecha queda libre para atender al freno, *T*; se dirige una visual por la pínula y cerdas, *H*, al punto cuyo acimut se quiere conocer; en el espejo se verá oscilar la aguja, y cuando ésta se pare, o, se la detenga en la mitad de sus oscilaciones con el tornillo *T*, se lee en el espejo con qué división coincide el extremo *N* de la aguja, y cómo la visual que se lanza al punto coincide con la división *O*, la división leída indicará el ángulo que forma la visual con la línea Norte-Sur.

Si el problema que se quiere resolver es *buscar sobre una línea del terreno un punto de acimut determinado* se procede de manera parecida, moviendo ahora el aparato hasta que la aguja marque el acimut dado, y entonces la intersección de la visual con la línea del terreno dará el punto que se busca.

Si se quiere *determinar sobre el plano el acimut de una línea dada, A B*, se procede del siguiente modo:

1.º Colocar el plano sobre una plataforma horizontal.

2.º Colocar el aparato sobre el plano de modo que uno de sus bordes pase por el punto *A*.

3.º Girar el aparato alrededor del punto *A* hasta que el polo *N* de la aguja coincida con la división *O* del limbo.

4.º Girar el plano alrededor del punto *A* hasta que la línea *NS* del plano sea paralela a la línea *NS* del aparato.

5.º Girar el aparato alrededor del punto *A* hasta que el borde pase por el punto *B*, y entonces el polo Norte de la aguja marcará sobre el limbo el acimut que se busca.

Trazar por un punto del plano, A, una recta del acimut determinado (1).—Se hacen las operaciones indicadas en el problema anterior con los números 1.º, 2.º, 3.º y 4.º

5.º Se hace girar el aparato alrededor del punto *A* hasta que el polo Norte de la aguja marque el acimut dado, y conseguido esto, por el borde del mismo se traza una recta, que es la que se busca.

Medida de ángulos de pendiente.—Hasta aquí se ha descrito el aparato y explicado su manejo en lo que tiene de brújula y, por lo tanto, en su facultad de medir ángulos horizontales; se verá ahora su aplicación como *eslómetro*, que permitiera medir ángulos de pendiente y también, si se conocen las distancias, diferencias de nivel.

Aprovechando el mismo pivote de la aguja imantada, existe una perpendicular, *P*, que, debido a su propio peso, se conservará constantemente vertical cuando la tapa también lo esté.

Aprovechando el mismo limbo que el de las lecturas de acimuts, existe en el aparato una graduación de ángulos de pendiente cuyo *O* está en el radio Oeste.

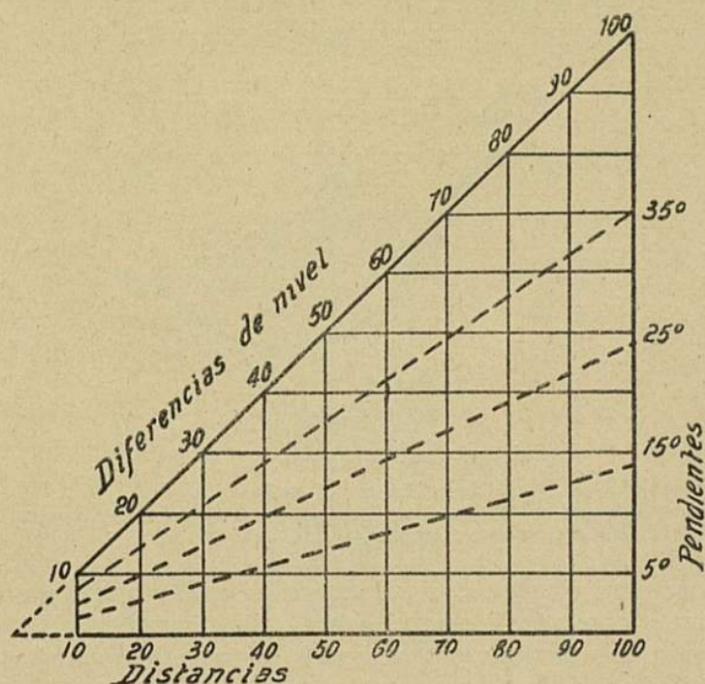
Este ángulo *O* corresponde a la visual horizontal dirigida por la pínula y las cerdas. La graduación sigue a un lado y a otro del *O* hasta 50 grados, para medir ángulos de pendiente hasta dicho valor. Al dirigir las visuales ha de cuidarse siempre de conservar vertical el plano del limbo.

Para calcular diferencias de nivel.—Existe, pegado a la caja, un gráfico (fig. 128), en el que las magnitudes horizontales representan distancias; las angulares, ángulos de pendiente, y las verticales, diferencias de nivel.

Así, por ejemplo, a una distancia de 70 metros y un

(1) Este problema y el anterior, se resuelven más cómodamente con un transportador.

ángulo de pendiente de 30 grados corresponde una diferencia de nivel entre el ojo y el punto observado de 40 metros.



(Fig. 128.)

Si la visual es ascendente (fig. 129), la diferencia de nivel debe aumentarse en la altura del ojo sobre

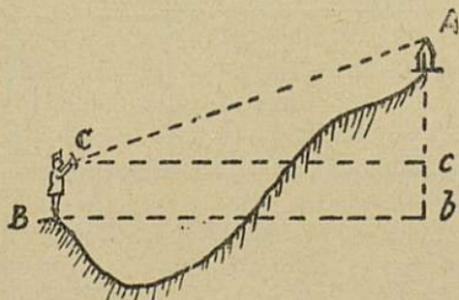


Figura 129.
Visual ascendente C A.

- Diferencia de nivel deducida en el gráfico..... A C.
 Diferencia de nivel que se busca..... $A b = A c + c b$
 Altura del ojo sobre el suelo..... c b.

el suelo, y si es descendente, disminuirse en la misma cantidad (fig. 130).

123. *Curvímetero*.—El curvímetero es un instrumento

que tiene por objeto medir sobre el plano la longitud de un camino, siguiendo todas las sinuosidades del mismo.

El fundamento de estos aparatos se reduce a emplear una ruedecita de perímetro conocido, que se hace

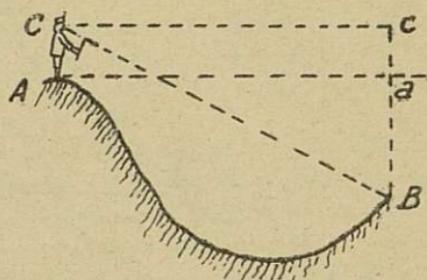
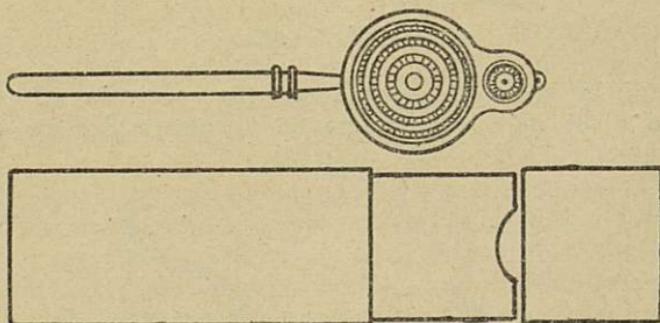


Figura 130

Visual ascendente. C B.

Diferencia de nivel deducida en el gráfico.....	Bc.
Diferencia de nivel que se busca.....	Ba. = Bc - ca.
Altura del ojo sobre el suelo.....	ca.

rodar por el plano, siguiendo el camino que debe medirse; una aguja marca sobre una circunferencia graduada las vueltas y fracciones de vuelta que ha dado



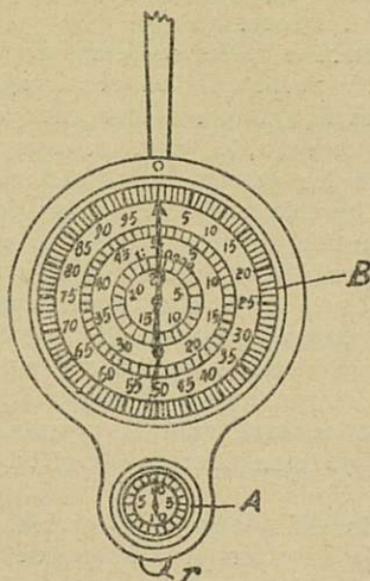
(Fig. 131.)

la ruedecita, mejor dicho, la longitud del recorrido. Conocida la escala del plano, basta multiplicar la longitud recorrida por el denominador de aquélla, para saber la longitud del camino sobre el terreno.

El modelo de curvómetro empleado en las estaciones ópticas es el representado en la figura 131, y con más detalle en la figura 132.

La ruedecilla r tiene de perímetro 20 milímetros, de modo que a cada vuelta completa recorre dicha lon-

gitud; la aguja del disco *A* gira con la ruedecilla y da una vuelta cuando la rueda la dá. Por eso la circunferencia *A* está dividida en veinte divisiones, y cada una representa un milímetro; están marcadas también



(Fig. 132.)

por puntos las medias divisiones, que valen medio milímetro.

El disco grande, *B*, es, en realidad, un cuenta-vueltas, pero sus graduaciones están hechas para evitarse la multiplicación de la longitud recorrida sobre el plano por el denominador de la escala, cuando dicha escala es $1/25.000$, $1/50.000$ y $1/100.000$ (1).

En la escala $1/100.000$, 20 milímetros significan un recorrido de dos kilómetros; por eso en la circunferencia exterior (escala $1/100.000$) mientras la aguja pequeña da una vuelta completa, la aguja grande recorre dos divisiones, o sea que cada división representa un kilómetro.

En la escala $1/50.000$, 20 milímetros significan un recorrido de un kilómetro; por eso en la circunferencia intermedia (escala $1/50.000$), mientras la aguja pequeña da una vuelta completa, la aguja grande recorre una división que representará un kilómetro.

(1) Estas escalas son muy usadas en los planos Militares.

De la misma manera, en la escala $1/25.000$ la aguja grande sólo recorre media división, mientras la pequeña da una vuelta completa, para que cuando sobre el plano se haya recorrido 20 milímetros la aguja grande marque 500 metros, que es el valor de 20 milímetros en la escala $1/25.000$.

Manejo.—Para emplear el curvímeter se hace girar la ruedecilla *r* hasta que las dos agujas queden en la posición de la figura (o sea marcando el *O* de sus graduaciones); conseguido esto, se apoya la ruedecilla sobre uno de los extremos del camino a recorrer (es preciso para que la rueda, al rodar por el camino, se mueva en sentido inverso al de las agujas de un reloj (1), y después basta hacer rodar la rueda a lo largo del camino hasta el otro extremo, empujando el aparato con el mango, cuidando de seguir correctamente todas las sinuosidades y evitando que la rueda resbale, para lo cual se conservará el curvímeter próximamente vertical y no se exagerará la presión sobre el plano.

No queda ya sino leer la longitud del camino recorrido:

Si la escala del plano es $1/100.000$, se lee sobre la circunferencia exterior el número de divisiones recorridas por la aguja grande, que serán los kilómetros, y el número de divisiones (menor que 10) recorrido por la aguja pequeña serán los hectómetros.

Si la escala es $1/50.000$, se lee sobre la circunferencia intermedia el número de divisiones recorridas por la aguja grande, que serán los kilómetros, y el número de divisiones recorridas (menor de 20) por la aguja pequeña serán los medios hectómetros (50 metros).

Si la escala es $1/25.000$, se lee sobre la circunferencia interior el número de divisiones y medias divisiones recorridas por la aguja grande, que serán los kilómetros y medios kilómetros, respectivamente, y el número de divisiones (menor de 20) recorridas por la aguja pequeña serán las fracciones de 25 metros.

Cuando el plano está en escala distinta de las señaladas en el curvímeter se opera haciendo la lectura en la circunferencia exterior, o sea, en la de $1/100.000$; cada división vale un centímetro y cada una de las que marca la aguja pequeña, un milímetro.

Sea un plano en escala de $1/80.000$. Se hace correr la rueda del curvímeter sobre la línea que ha de me-

(1) Con objeto de que las agujas se muevan en la dirección en que avanzan las numeraciones de los limbos.

dirse, y terminado el recorrido se lee el número de divisiones que señala la aguja grande y se apunta (por ejemplo, 23); se mira la aguja pequeña, contando a partir del 10 superior o del inferior, y supongamos sea un 7; escribiéndolo a la derecha del 23 dará 237, que serán milímetros; estos 237 milímetros se multiplican por el denominador de la escala y se tendrá la distancia en el terreno.

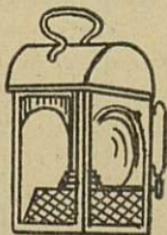
Observación.—No precisa empezar la operación de medida de una distancia colocando siempre las agujas con las puntas hacia arriba y en frente de las divisiones 100, 50 y 25, según se trate de la escala de 1/100.000, 1/50.000 y 1/25.000, respectivamente, porque si se empieza desde otra posición de la aguja (por ejemplo, señalando 12 kilómetros), se efectuará la lectura exactamente igual que si se hubiera partido de la posición debida; pero habrá que descontar al resultado los 12 kilómetros con que se empezó.

La aguja pequeña sí conviene que parta siempre del origen, porque, si no, complicaría la lectura, y sería dado a equivocaciones.

124. *Sello de la estación.*—Para estamparlo en los telegramas recibidos.

125. *Carpetas de telegramas.*—Son dos: Una para telegramas recibidos y otra para los expedidos.

126. *Linterna* (fig. 133).—Para trabajar de noche. Consume aceite común.



(Fig. 133.)

127. *Carpeta de escritorio.*

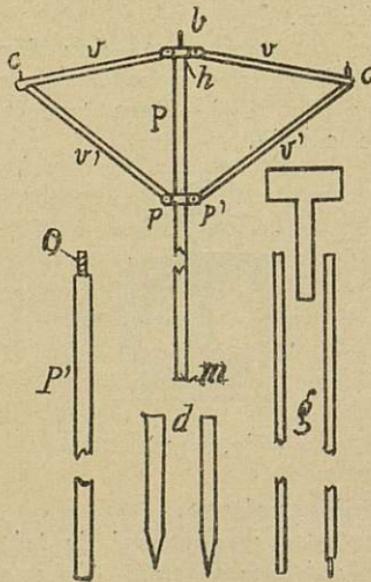
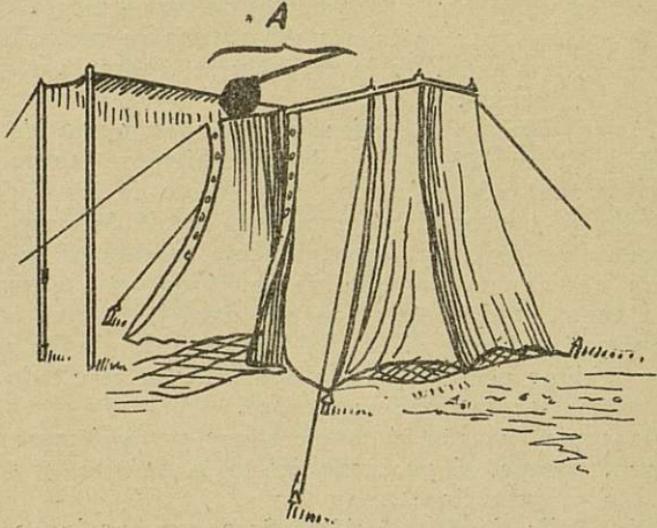
128. *Transportador sexagesimal de talco.*

129. *Cartera de documentación.*—En esta cartera van las medias filiaciones y hojas de prendas del personal y la reseña del mulo. Deben llevarse también impresos de vales de suministros, bajas de hospital, listas de embarque, etc.

130. *Destornillador.*

131. *Gamuzas.*—Para limpieza de los aparatos.

132. *Material de inmediato consumo*.—Lapiceros, plumas, mangos de pluma, gomas de borrar, cortaplumas, papel de barba, papel secante, papel polígrafo, partes de transmitir, partes de recibir, sobres con



(Fig. 134.)

recibo, cuaderno de registro de despachos expedidos y cuaderno de registro de despachos recibidos.

133 *Material de cocina*.—Depósitos para agua y aceite, cajas de especias, calderetas y hacha de mano.

134. *Tienda de campaña.*—Cada estación lleva una tienda de campaña (fig. 134) de rápido y sencillo montaje.

Se compone la tienda de armadura de madera y una cubierta de lona impermeable, que se sujeta por medio de unos vientos, unidos a piquetes clavados en tierra.

La armadura consta de dos pies de madera exactamente iguales, estando cada uno dispuesto del modo siguiente: un poste cilíndrico, *P*, terminado en una punta de hierro, *b*, que se introduce en el agujero correspondiente abierto en la lona de la tienda; en su extremidad superior lleva un herraje, *h*, con dos orejas, donde se hallan unidas, a movimiento libre, dos varillas, *v*, *v'*, articuladas en *c* y libres en su otro extremo, *p*, donde presentan un pequeño orificio circular; al pie, *P*, hay sujeta otra abrazadera a la tercera parte, aproximadamente, de su extremidad superior, con dos orejas de igual forma que las citadas anteriormente, presentando también dos pequeños agujeritos circulares; los extremos, *p*, de las dos varillas articuladas se colocan a la altura de las dos orejitas de la abrazadera, y por medio de una clavija de hierro se sujetan a ellas, quedando en la disposición que se ve en la figura; un pie de madera, *P'*, sirve de suplemento o alargadera al anteriormente descrito, empalmándose ambos con la tuerca *m* y el tornillo *o*. Próxima a la articulación, *c*, llevan las varillas, *v*, unas puntas de hierro que encajan en la lona de la tienda, igualmente que la citada *b*.

Los piquetes son de la forma representada en *d*, con punta aguzada para su fácil introducción en el terreno. Cada tienda lleva veinte piquetes y un mazo de madera.

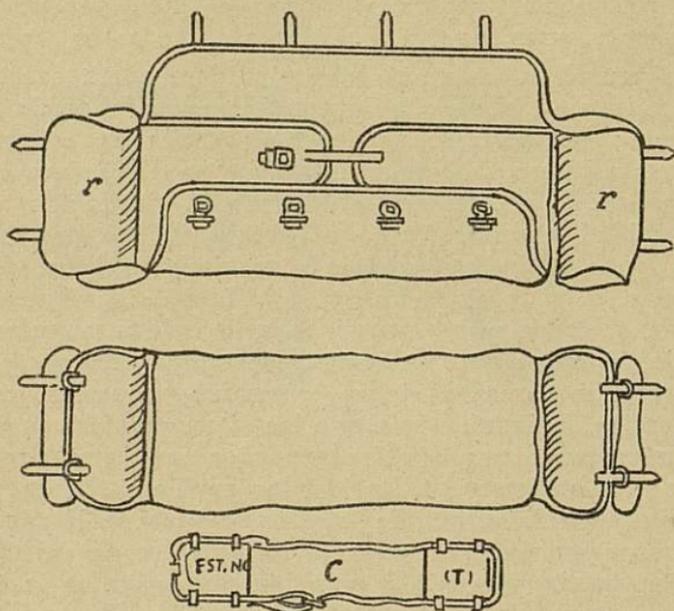
Hay además dos varillas en dos trozos, *g*, empalmados a rosca, que sirven para formar la cubierta de la puerta de la tienda.

La lona afecta la forma indicada en la figura de conjunto *A*, llevando los agujeros correspondientes para su unión a la armadura, reforzados con cuero y terminando por sus faldones en una cuerda para sujetar las cabezas de los piquetes.

Los vientos son ocho y se unen a las puntas de la armadura que asoman por la lona después de armada la tienda; y a los piquetes clavados en el suelo, pudiéndose apretar o aflojar mediante los tensores de madera que llevan en su extremo.

La figura indica la forma de conjunto, con la puerta abierta.

Para el transporte va colocada la tienda en una funda (fig. 135), que se cierra mediante las hebillas que



(Fig. 135.)

indica la figura; en sus extremidades termina en dos bolsas, *rr*, donde se alojan el mazo y los piquetes. Un conterón, *C*, sirve para colocar la armadura de la tienda.

C.—Material de repuesto.

135. Para la pronta reparación de las averías más corrientes, a cada heliógrafo corresponde:

Una luna de heliógrafo.

Tres tornillos de presión.	}	1 de tamaño grande, para los collares de las alargaderas. 1 de tamaño mediano, para los orificios de las alargaderas. 1 de tamaño pequeño, para las articulaciones de la mira.
------------------------------------	---	--

Cuatro tornillos de sujeción del espejo.

Una varilla de movimiento vertical.

136. A cada aparato de luces A. G. A. corresponde de material de repuesto :

Dos boquillas para el mechero.

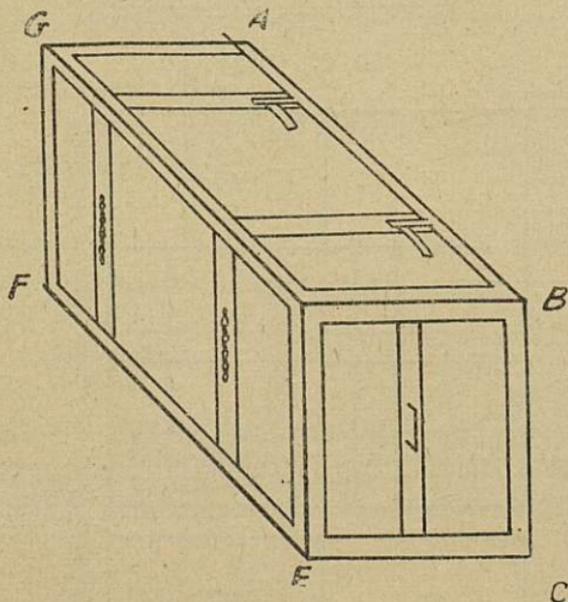
Cuatro acumuladores de acetileno.

Cuatro arandelas de ebonita para hacer estanca la unión del acumulador a la linterna.

D.—*Bastes y cajas para el transporte de la estación.*

Todo el material de la estación óptica a lomo es transportado por un mulo, que soporta un *baste*, del que cuelgan *dos cajas* iguales de duraluminio, denominadas caja núm. 1 y caja núm. 2. Encima del baste también se coloca algún material, que constituye la *sobrecarga*. Por último, el jefe de la estación lleva en bandolera una *cartera* que contiene el material topográfico que necesita emplear durante las marchas.

137. *Baste*.—El baste está constituido por una armadura de tubo metálico, algo elástica, para poder ajustarse a la distinta corpulencia de los mulos, y dos almohadillados o *cortezones* unidos a las caras laterales de la armadura por puntas de cuero ; se coloca el baste



(Fig. 136.)

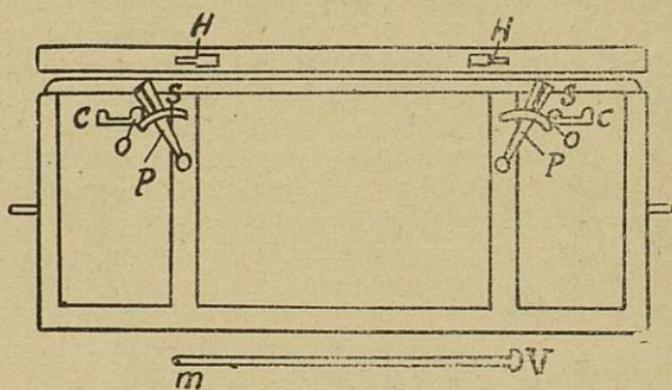
sobre el lomo de la acémila y los cortezones descansan en ambos costillares de la misma.

La unión del baste al mulo se hace con una cincha, un ataharre y un pecho pretal.

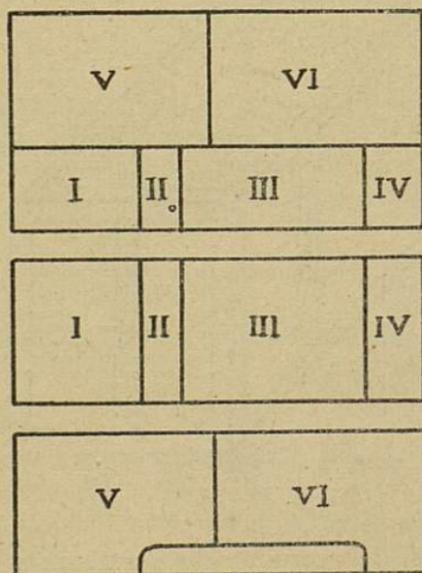
138. *Cajas*.—Las cajas del material, núm. 1 y nú-



(Fig. 137.)



(Fig. 138.)



(Plante del 2º piso) (Planta del 1º piso) (Sección vertical)

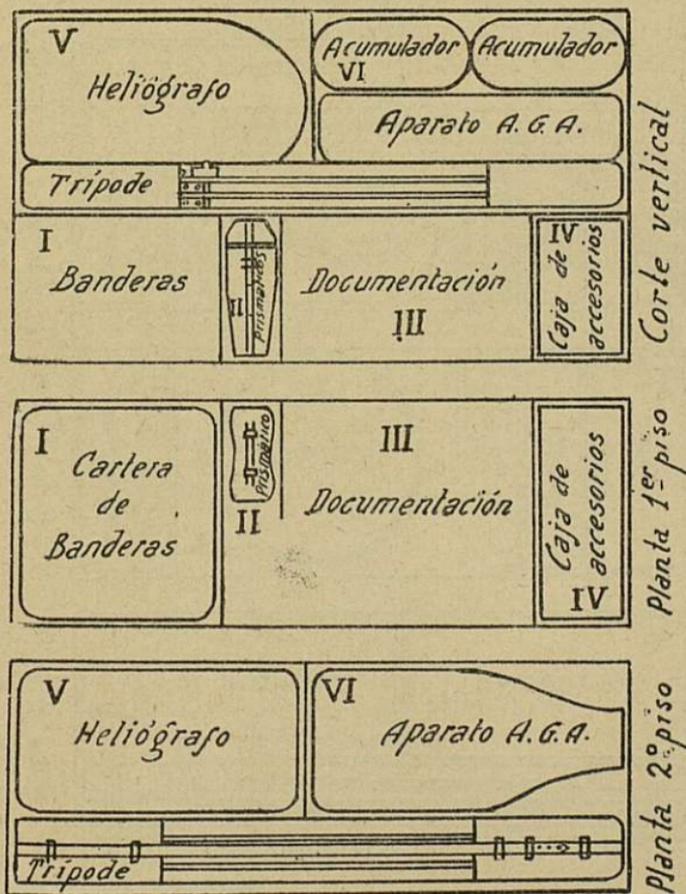
Distribución interior de las 2 cajas de la carga óptica a lomo

(Fig. 139.)

mero 2, son iguales, de duraluminio. La figura 136 representa una de ellas. La cara *ABC* es la tapa (figura 137), que gira mediante tres bisagras, *V*, que hay en la arista *C*.

Para cerrar la caja existen en la cara *GAB* (figura 138) dos pestillos, *P*, que encajan en las hembrillas, *H*, del reborde de la tapa y se inmovilizan en dicha

CAJA N° 1



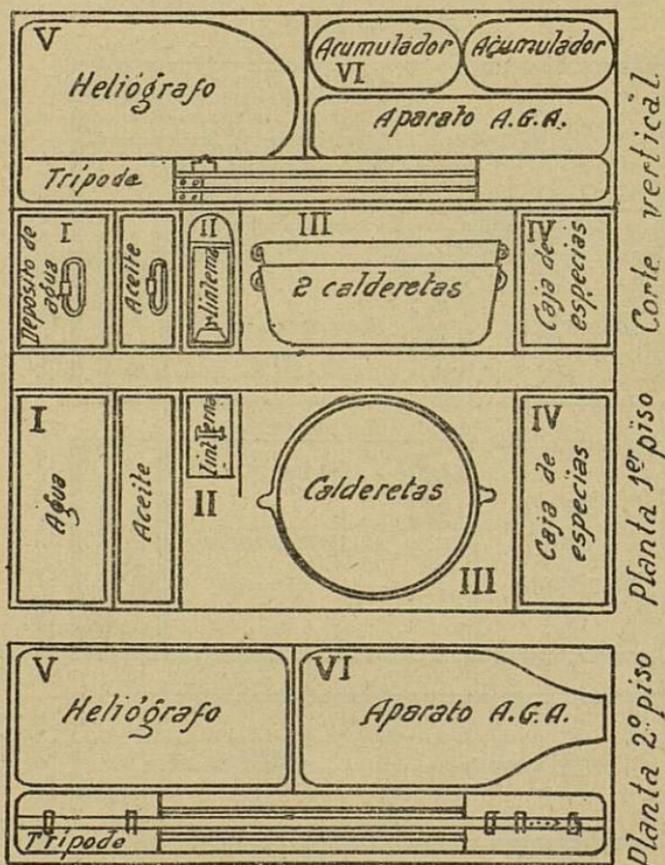
(Fig. 140.)

posición con dos cerrojos, *C*, que giran alrededor de los puntos *o*; además, una varilla, *V*, atraviesa los dos pestillos por unos orificios que tienen las manecillas, *S*, y se coloca un candado en *m*, cuya llave queda en poder del jefe de la carga.

Para colocar la caja sobre el baste van unidas a la

cara *GFE* (fig. 136) dos cadenas que se cuelgan de dos ganchos que a cada lado posee la armadura del baste. En la cara *FEC*, cerca de la arista *FE* y de su punto medio, existe un asa metálica, por la que pasa la punta de un francalete que va unido a la cincha del baste.

CAJA N° 2



(Fig. 141.)

Para levantar las cajas del suelo hay dos asas en las caras *BCE* y *AGF*.

La figura 139 detalla la distribución interior de las cajas.

E.—Colocación del material (figs. 140 y 141).

Todo el material descrito va distribuído en la siguiente forma:

Departamento.	Baste y atalaje del mulo.	Peso en kilos
	Cabezada y riendas..... Pretal..... Ataharre con caídas..... Cincha con dos francaletes..... Baste.....	26,000
Caja número 1 (figura 149).		
	Caja vacía.....	16,500
I	Un estuche de cuero con nueve banderas (tres juegos de tres banderas cada uno)..... Una luna de heliógrafo de repuesto, protegida por las banderas..... Un hacha de mano desmangada.....	1,500
II	Unos gemelos prismáticos.....	0,800
III	Una cartera de escritorio..... Dos cuadernillos de papel de barba..... Dos hojas de papel secante..... Tres hojas de papel polígrafo..... Quinientos partes de transmitir..... Quinientos partes de recibir..... Quinientos sobres con recibo..... Un cuaderno registro de despachos expedidos..... Un cuaderno registro de despachos recibidos..... Una cartera para despachos expedidos..... Una cartera para despachos recibidos..... Una cartera para la documentación.....	3,500
IV	<i>Una caja de accesorios que contiene:</i> Tres gafas ahumadas en su funda..... Un reloj de bolsillo..... Un estuche con plumas..... Un tintero de campaña..... Tres lapiceros..... Tres mangos de pluma..... Un sello de la estación..... Un cortaplumas.....	1,300
V	<i>Una cartera de heliógrafo que contiene:</i> Una mesilla de trípode..... Un heliógrafo completo..... Una llave de tuercas (para apretar los pies del trípode)..... Una varilla de movimiento vertical de repuesto..... Tres tornillos de presión de repuesto..... Cuatro tornillos de sujeción del espejo de repuesto..... Un destornillador..... Una gamuza.....	6,800

Departamento		Peso en kilos
VI	<i>Una cartera del A. G. A. que contiene:</i>	
	Un aparato de luces A. G. A.....	} 5,50
	Una pieza suplementaria para unión del aparato al tripode.....	
	<i>Dos carteras de acumuladores A. G. A. que contienen:</i>	
	Cuatro acumuladores de repuesto.....	} 6,600
Ocho arandelas para la unión acumulador-linterna de repuesto.....		
Dos boquillas para mechero de repuesto.....		
V y VI	<i>Conterón para el tripode del heliógrafo que contiene:</i>	} 3,600
	Tripode del heliógrafo.....	
	Mango del hacha de mano.....	
	<i>Peso total de la caja número I.....</i>	46,100
Caja número II (figura 141).		
	Caja vacía	16,500
I	Depósito para agua lleno.....	} 7,000
	Depósito para aceite lleno.....	
II	Linterna de aceite.....	
III	Dos calderetas.....	
	Menestra.....	
IV	Caja de especias.....	
V y VI	Igual que en la caja número I.....	22,500
	<i>Peso total de la caja número II.....</i>	46,000
S O B R E C A R G A		
	Colocación.	Material.
	Va longitudinalmente sobre el baste, encajada en dos horquillas que tiene aquél en los extremos superiores de su armadura y sujeta con puntas de cuero.....	Un asta para las banderas en su conterón Una armadura de tienda de campaña, en su conterón.
	La tienda en su funda se coloca sobre el baste, antes de colocar las cajas y sin sujeción alguna, puesto que al colocar las cajas queda inmovilizada.....	Una funda para la tela. Un mazo de madera. Veinte piquetes para los vientos. Una tela de tienda con ocho vientos.
	<i>Peso total de la sobrecarga.....</i>	21,000
	<i>Peso total que carga sobre el mulo....</i>	139,000

CARTERA DE JEFE DE ESTACION (A Fig. 83).

Una brújula Peigné.	Un block de cuartillas.
Un curvometro.	Un lápiz y una goma de borrar.
Un transportador sexagesimal.	

CAPITULO II

Descripción de la estación óptica ligera.

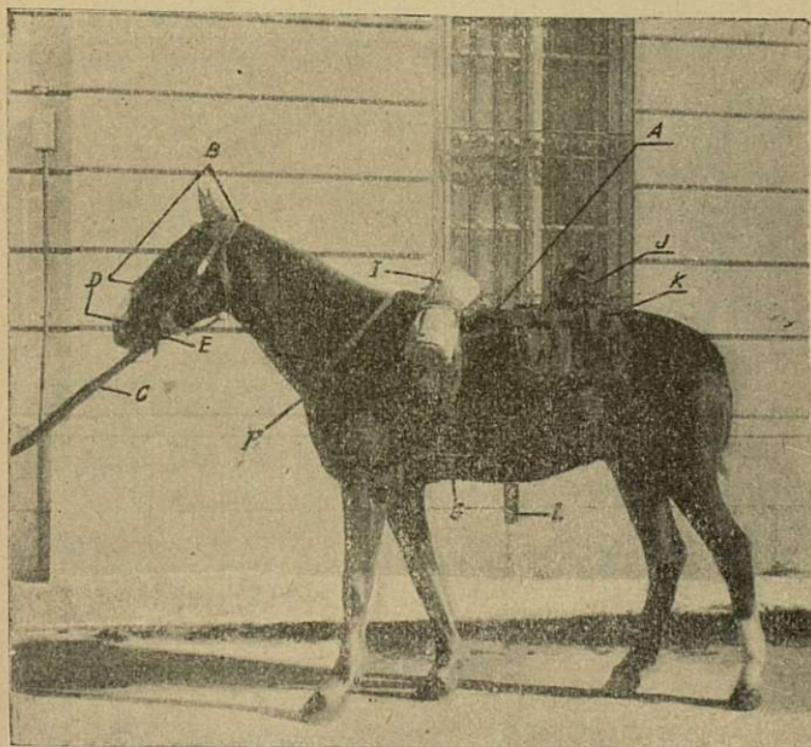
La estación óptica ligera está constituida por el siguiente material:

139.—*Material óptico.*—Un heliógrafo de 15 centímetros.

Un aparato de luces A. G. A. de 9 centímetros.

Un juego de banderas.

140. *Material auxiliar.*—La estación ligera lleva prismáticos, reloj, brújula Peigné, cartera de documen-



(Fig. 142.)

tación, destornillador y gamuzas, ya descritos en el capítulo primero de esta parte.

La cartera de documentación va provista del siguiente material de inmediato consumo: lapiceros corrientes, lapiceros de tinta, partes de transmitir, partes de recibir, paquetes de sobres, gomas de borrar, papel polígrafo, papel de barba y libros de registro.

Lleva además la estación (fig. 83) una linterna de acetileno, *I*, una cacerola para rancho, *H*, y un cubo de lona, *J*.

Forman parte de la estación cuatro monturas completas, constituidas cada una por (fig. 142):

Una silla, *A*.

Una cabezada, *B*.

Un par de falsa-riendas } *C*

Un par de riendas

Un bocado, *D*.

Una cadenilla de barbada.

Un filete, *E*.

Un pecho petral, *F*.

Una cincha, *G*.

Un par de acciones de estribo, *H*.

Un cubre-capote con tres correas para su unión a la silla, *I*.

Un maletín de grupa con dos correas para su unión a la silla, *J*.

Un par de alforjillas de cuero, *K*.

Una funda de carabina, *L*.

141. Material de repuesto.—La cartera del heliógrafo lleva de material de repuesto:

Dos lunas para el heliógrafo.

Una varilla de movimiento vertical.

T e- tornillos de presión.	}	1 de tamaño grande	}	Para sujetar el aparato al tripode y para unir las alargaderas a la espiga del espejo principal.
		1 de tamaño medio.....		Para fijar el espejo auxiliar en su alargadera.
		1 de tamaño pequeño...		Para inmovilizar la mira en sus articulaciones.

Al aparato de luces A. G. A. corresponde de material de repuesto:

Dos acumuladores de acetileno...	}	Van en un estuche de cuero <i>G</i> (fig. 83).
Dos arandela de ebonita, para hacer estanca la unión del acumulador a la linterna		
Dos b quillas para el mechero. . .		

142. Colocación y transporte del material.—El material de una estación ligera se reparte entre cuatro caballos de la manera siguiente:

DISTRIBUCION DE MATERIAL

Distribución	MATERIAL	Colocac'ón
Primer caballo (Fig. 83)	Una montura completa. Una cartera de documentación, A, que contiene: tres lapiceros corrientes, [dos de tinta, un block de partes de transmitir, un block de partes de recibir, un paquete de sobres, dos gomas de borrar, dos hojas de papel polígrafo, un cuadernillo de papel de barba y dos libros de registro..... Prismáticos, B.....	Los lleva el jinete en bandolera.
Segundo caballo (Fig. 142).	Una montura completa..... Heliógrafo y su material de repuesto en cartera de cuero M. Trípode con su funda N.	Colgado de dos anillas que hay a la izquierda de la silla Sujeto con las mismas correas del maletín de grupa
Tercer caballo (Fig. 83).	Una montura completa..... Aparato A. G. A. en su funda E.. Asta y banderas en su funda F....	Colocado T análogamente al heliógrafo en la carga anterior Colocado análogamente al trípode en la carga anterior.
Cuarto caballo (Fig. 83).	Una montura completa..... Dos bombonas de repuesto en su funda G. Una cacerola con su funda de cuero H..... Una linterna de acetileno I..... Un cubo de lona J.....	Colocadas análogamente al heliógrafo de la carga segunda Colocada análogamente al lado derecho de la silla. En una de las alforjillas de costado. Colgado de una anilla de la silla.

La brújula Peigné y el reloj lo lleva el jefe de la estación (caballo núm. 1). El destornillador y las gamuzas para limpieza de aparatos van en la cartera del heliógrafo (caballo núm. 2).

Los efectos de limpieza del ganado, herraduras y clavos de repuesto los lleva cada plaza montada en su equipo.

CAPITULO III

Empleo de las estaciones ópticas a lomo y ligeras.

143. *Personal, material y ganado.—Funcionamiento.*
La plantilla de una estación óptica a lomo es la siguiente :

Personal.	{	Cabo, jefe de estación	1	} Total: 5
		Telegrafistas	3	
		Conductor	1	
Ganado...		Mulo.....	1	Total: 1
Material..	{	Banderas: tres juegos.		
		Heliógrafos de veinte centímetros: 2.		
		Aparatos de luces A. G. A.: 2.		

La plantilla de una estación a caballo, es la siguiente :

Personal.	{	Cabo, jefe de estación	1	} Total: 4
		Telegrafista	2	
		Conductor	1	
Ganado ..		Caballos de silla	4	Total: 4
Material..	{	Banderas: un juego.		
		Heliógrafos de quince: 1.		
		Aparatos de luces A. G. A.: 1.		

Del funcionamiento de las estaciones nada se dice, por estar explicado en el Reglamento para el Servicio Telegráfico.

144. *Alcance de los diversos aparatos y zona en que son visibles las señales.—Banderas.*—A simple vista, el alcance de las banderas es de tres a cuatro kilómetros. Con los prismáticos se llega a recibir hasta a nueve kilómetros.

Heliógrafo de 20 cms.—En buenas condiciones se consigue un alcance de 60 kilómetros.

El haz de luz que emite el heliógrafo forma un cono y no un haz cilíndrico de rayos luminosos (1); de aquí resulta que el observador colocado fuera del eje percibe el destello luminoso en una zona que se estima por el cálculo en 1 por 100 de la distancia. Esto quiere decir que a cien metros del heliógrafo se ven sus señales fuera de la alineación en una extensión de un metro, o sea medio metro a derecha e izquierda de la alineación exacta; a mil metros la zona es de diez

(1) Tiene una abertura de medio grado, que es el diámetro aparente del sol.

metros, y así sucesivamente, aumentando con la distancia en la misma proporción.

Heliógrafo de 15 cms.—Alcance de 45 kilómetros y zona en que es visible la señal, la misma que en el heliógrafo de 20.

Aparatos de luces A. G. A.—Con tiempo nublado, de día, el alcance a simple vista es de cinco kilómetros; con prismáticos se eleva a 11 kilómetros.

De noche, a simple vista, alcanza 35 kilómetros.

La zona en que es visible la señal varía con la posición del bastidor de la lente. Con el bastidor completamente metido en la linterna la dispersión es máxima y cuanto más se saque el bastidor más disminuye la dispersión.

145. Capacidad de las estaciones ópticas.—Se llama capacidad de un aparato telegráfico cualquiera el número máximo de palabras que puede transmitir o recibir, con telegrafistas corrientes, en un tiempo dado: el minuto, por ejemplo.

La velocidad de transmisión con banderas es de dos palabras por minuto.

La velocidad de transmisión con heliógrafo (de 20 o de 15) es de ocho palabras por minuto.

Con el aparato de luces se transmite a la misma velocidad que con el heliógrafo.

Conocida la capacidad de los aparatos se puede estudiar la de una estación óptica a lomo.

Ya se sabe que ésta consta de una bandera (aunque existen tres juegos, sólo se puede emplear una en cada momento, por no disponer nada más que de un asta), dos heliografos y dos aparatos de luces. A los efectos de la capacidad, cada una de esta clase de elementos hay que considerarla aisladamente, por ser entre sí heterogéneas telegráficamente, es decir, que, por sus distintos alcances y condiciones de empleo, no pueden sumar sus capacidades en todos los casos.

Empleando, pues, las banderas, la capacidad de la estación es de dos palabras por minuto.

Empleando heliografos, la capacidad que se puede garantizar es la de un heliógrafo, ocho palabras por minuto, pues aunque, en ocasiones, estén los dos simultáneamente transmitiendo o recibiendo, uno de ellos tendrá que atender cuantas veces sea necesario a las llamadas de las corresponsales (1); lo mismo ocurre con el aparato de luces.

(1) Véase el Reglamento para el servicio telegráfico.

La estación óptica ligera no tiene adecuado empleo en estaciones con muchas corresponsales transmisoras y receptoras, pues como no posee sino un aparato durante el día y otro durante la noche, disminuye mucho su capacidad cuando tiene que interrumpir el servicio para atender las llamadas.

146. Condiciones a que debe satisfacer el asentamiento de una estación óptica.—Para elegir el punto exacto que debe ocupar una estación óptica que ha de enlazar con otras varias, se han de tener en cuenta diversas condiciones que dichos asentamientos deben cumplir, y que, por orden de importancia relativa, pueden enumerarse así:

- 1.º Condiciones ópticas.
- 2.º Protección contra el fuego enemigo.
- 3.º Ocultación a las vistas del enemigo de la situación de la estación.
- 4.º Defensa contra la intemperie.

El compaginar en cada caso estas condiciones, a veces contradictorias, con arreglo a las circunstancias, es labor en la que ha de manifestarse la iniciativa del jefe de estación, guiándose por las normas siguientes:

1.º *Condiciones ópticas.*—Se refieren a la posibilidad de obtener contacto con las corresponsales; evidentemente, esta es la condición esencial, a la que hay que sacrificar siempre todas las demás.

a) Atendiendo a ellas exclusivamente, las cimas de las alturas son buenos asentamientos, aunque con dos inconvenientes: el primero es la posibilidad de que estos lugares estén invadidos por la niebla; el segundo, que el fondo sobre el que se proyectan las señales propias puede no ser el más indicado; dicho fondo, debe formar el mayor contraste posible con los destellos propios, y por lo tanto, mejor que el horizonte será un fondo obscuro, como la ladera de un monte.

Las alturas oponen graves inconvenientes a las demás condiciones que hay que llenar, como luego se verá.

b) Las torres de iglesia, tejados de casas, observatorios, etc., tienen la ventaja de ser fácilmente descubiertas por los corresponsales.

c) La proximidad de carreteras, humo, polvo y otras luces que las del aparato propio, restan visibilidad a las señales.

d) Durante el avance, los puestos de observación del enemigo y nidos de ametralladoras serán a menudo buenos emplazamientos para enlazar con retaguardia.

e) En el capítulo IV de esta parte se explica la manera de estudiar sobre el plano si dos puntos son o no visibles entre sí.

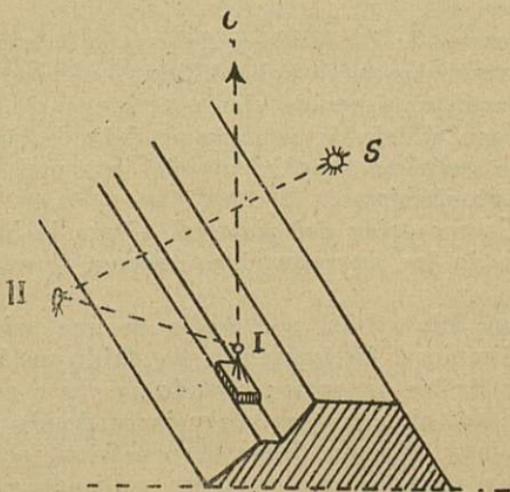
2.º *Protección contra el fuego enemigo.*

a) Evitar puentes, asentamientos de baterías y otros lugares que atraen el fuego enemigo.

b) Si para buscar contacto con las corresponsales ha convenido establecerse en la línea de horizonte, una vez hecho el contacto se puede descender un poco, con lo que se conseguirá destacarse menos y un mejor fondo para las señales.

c) Cuando ha de trabajarse con el aparato de luces, toda protección natural o artificial debe aprovecharse.

d) En el combate, para no exponer al telegrafista al fuego enemigo, pueden emplearse para transmitir dos heliógrafos; uno colocado en el lugar de transmisión normal y otro lo más cerca posible del primero, pero a cubierto; desde este último hará el telegrafista las emisiones al otro, el cual a su vez reflejará los rayos en dirección del corresponsal. La manera de proceder es la siguiente (fig. 143):



(Fig. 143.)

1.º Teniendo en cuenta la posición del sol, *S*, y de la corresponsal *C*, elegir la posición de los heliógrafos *I* y *II*.

2.º Alinear el heliógrafo (*I*) con la estación corresponsal, por el procedimiento normal.

3.º Alinear con toda precisión el heliógrafo (II) con el punto sin azogar del (I).

4.º Emitir la luz del heliógrafo (II) al heliógrafo (I).

5.º Operar con el heliógrafo (I) como si el sol estuviese en (II) y se quisiera emitir la luz a la estación correspondiente *C*.

6.º Transmitir desde el heliógrafo (II).

3.º *Ocultación al enemigo del asentamiento de la estación.*

Los tres apartados *a)* *b)* y *c)* de la segunda condición, convienen también a ésta. La que se estudia ahora toma especial importancia en la guerra estabilizada.

a) Emplear la intensidad mínima de luz compatible con la buena transmisión y recepción.

b) No dar los enterados durante la recepción.

c) Usar periscopio para transmisión y recepción, cuando sea posible.

4.º *Defensa contra la intemperie.*

Preservarse de la lluvia y del viento, conseguir las mejores condiciones de habitabilidad cuando el asentamiento tenga carácter de cierta permanencia, son condiciones que el jefe de estación no debe descuidar para obtener el máximo rendimiento del personal a sus órdenes y de sí mismo.

147. *Conservación del material.*—Para la buena conservación de los aparatos debe tenerse presente lo siguiente :

1.º Hay que evitar, por medio de una asidua y esmerada limpieza, la formación de óxido en las partes metálicas de los aparatos; cuando se opere en estaciones próximas al mar o en elevaciones donde la atmósfera sea muy húmeda deben secarse bien, al terminar el día, los aparatos que se hayan utilizado y guardarlos durante la noche, mientras no se usan.

Como preservativo puede recurrirse a cubrir ligeramente los metales con una substancia grasa, siendo muy recomendable, para conseguir esta protección, la vaselina, que aplicada con cuidado, dando una capa sumamente tenue, deja los metales protegidos con más limpieza que estando engrasados con aceite o manteca.

2.º No debe nunca guardarse en las cajas o estuches ninguna pieza del material forzando su entrada o a rozamiento duro, porque esto ocasiona un deterioro prematuro y en muchas circunstancias roturas; antes de cerrar las cajas, hay que asegurarse de que no queda olvidado ningún objeto.

3.º Para evitar las caídas de los aparatos montados en estación deben abrirse los pies del trípode, lo que se entienda suficiente, apretándolos contra el suelo para que penetren en él las puntas de sus herrajes; cuando esto no se considere bastante, se cuelgan piedras de la mesilla, que tiene un gancho dispuesto para ello.

4.º Cuando se quiera trasladar el heliógrafo o el aparato A. G. A. de un punto a otro cercano, se reúnen los pies del trípode por su parte inferior, se coge después próximo a la mesilla, y se conduce delante del cuerpo.

5.º Es esencial conservar libres de polvo todos los tornillos; cuando sea necesario se les podrá engrasar con aceite a propósito, pero sin que quede en exceso, para evitar que se mezcle el polvo con él.

6.º La limpieza de lentes y espejos ha de ser muy cuidadosa y hay que hacerla cuantas veces se considere necesario, aun dentro de un mismo día; se limpia perfectamente el polvo y después puede echarse sobre los espejos o lentes el vaho del aliento, frotando en seguida con una gamuza o con un paño blanco, que sólo estará destinado a este uso, o también humedeciendo ligeramente las lentes o espejos con un paño impregnado de alcohol y secando después las superficies con el paño blanco o gamuza que sirve para este objeto.

CAPITULO IV

Contacto de corresponsales.

148. *Nociones de topografía necesarias para este estudio.*—La operación más delicada de las que competen al jefe de estación es, sin duda, el contacto rápido con las estaciones corresponsales; su sólida instrucción en este punto será índice de su valer y condición esencial para merecer la categoría de jefe de destacamento. Como instrucción preliminar los telegrafistas aspi-

rantes a jefes de estación practicarán en los siguientes ejercicios de topografía.

- 1.º Empleo de la brújula Peigné (1).
- 2.º Empleo del curvímetro. (1).
- 3.º Apreciación de distancias sobre el terreno. (2).
- 4.º Conocimiento de las escalas numéricas y gráficas de los planos. (2).
- 5.º Determinar la dirección Norte sobre el plano. (2).
- 6.º Conocimiento de los signos convencionales de los Mapas Itinerario Militar de España y del Instituto Geográfico y Estadístico (2).
- 7.º Medida de distancias, ángulos acimutales y de pendiente, sobre el plano (2).
- 8.º Formarse idea clara de un terreno por la lectura del plano que lo representa (2).
- 9.º Construcción de perfiles (2).
10. Levantamiento de itinerarios (2).
11. Levantamientos de vueltas de horizonte (2).

Una vez poseídos los conocimientos anteriores, la instrucción del jefe de estación en lo que se refiere a buscar corresponsales, no ofrece dificultad. Se consideran los tres casos siguientes :

149. Caso primero : *Se dispone de cuadro-guía.*—Cada cuadro-guía va en una hoja de papel y lleva las indicaciones numéricas y gráficas que pueden verse en el modelo (lámina I).

En el reverso está indicado el camino que se ha de seguir para llegar al emplazamiento. Puede suceder que el itinerario que señala el cuadro-guía no sea el mejor para llegar al sitio deseado, y esto no es extraño, porque los datos para el mismo se toman de planos que pueden estar anticuados, y en tal caso, durante la marcha, los naturales del país pueden hacer indicaciones útiles, que deben aprovecharse.

Una vez que se ha llegado al punto que marca el cuadro-guía, es necesario elegir el asentamiento preciso de la estación, teniendo muy presente todo lo indicado en el número 146 del capítulo anterior.

Elegido el asentamiento e instalados los aparatos, se explorará el horizonte para ver si alguna de las corresponsales indicadas en el cuadro-guía está haciendo llamadas a la estación propia; en dicho caso, se atenderán inmediatamente. Por el orden de preferencia que marque el cuadro se buscarán después las

(1) Explicado en el capítulo primero de esta parte.

(2) Explicado en los Manuales de las Clases de Tropa.

restantes, pero interrumpiendo siempre que sea preciso para atender a las que llamen. Estas reglas se refieren, como es natural, al caso de no tener aún ningún servicio para transmitir, pues en cuanto este exista hay que ceñirse a lo que el Reglamento del Servicio Telegráfico ordena o a las instrucciones recibidas sobre el particular.

Para buscar una estación, se ve en el cuadro-guía su acimut, y por medio de la brújula Peigné se determina la dirección en que debe hallarse; como el cuadro da también la distancia a la otra estación, este dato permitirá disminuir los tanteos de altura. Enviando, pues, destellos en la dirección en que se supone la correspondencia y en las próximas, aquélla debe percibirlos y alinear en dirección del destello que percibe, quedando ya reducida la operación a rectificar ambas la alineación hasta conseguir un perfecto contacto. De día puede facilitarse éste agitando banderas o cogiendo un telegrafista el espejo auxiliar con ambas manos y moviéndolo de abajo a arriba y de izquierda a derecha para llamar la atención de las demás estaciones.

150. *Caso segundo: Se dispone de un plano acotado.*—Si el jefe de estación dispusiese siempre de un cuadro-guía para buscar sus correspondientes, ya se ha visto cuán fácil sería su misión. Pero en la práctica, esto ocurrirá raras veces, por falta de tiempo para la redacción de dichos cuadros.

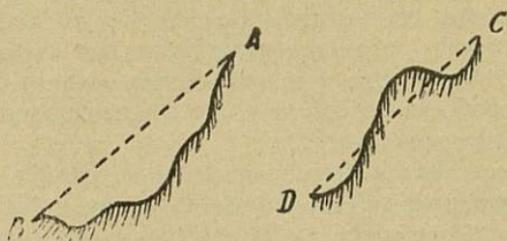
Un caso más corriente será que el jefe de una estación reciba los siguientes datos:

a) Hojas del plano del Instituto Geográfico y Catastral (escala 1/50.000) que comprenden la zona sobre la que se opera.

b) Posiciones aproximadas que en la siguiente jornada ha de ocupar la estación y contactos que en cada una han de establecerse.

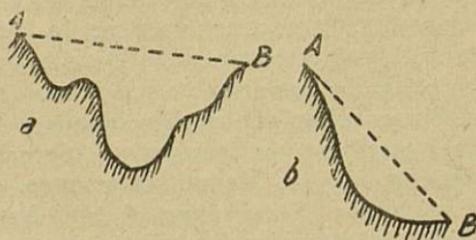
Con estos datos, el jefe de estación debe estudiar sobre el plano el terreno en el que se va a operar, para hacerse una idea clara del mismo y poder apreciar las dificultades que en cada posición se presentarán para establecer los contactos que se le ordenan. Como sobre el plano puede tomar todos los datos que le da el cuadro-guía, la dificultad en el caso presente estriba en elegir la situación de la estación para establecer el mayor número de contactos posibles y, aun cuando en esta operación ha de ser dirigido por sus jefes naturales, el jefe de estación bien instruido debe cooperar cuanto pueda en este estudio. Para apreciar so-

bre el plano si los puntos son o no visibles entre sí, hay que tener presentes las siguientes reglas :



(Fig. 144.)

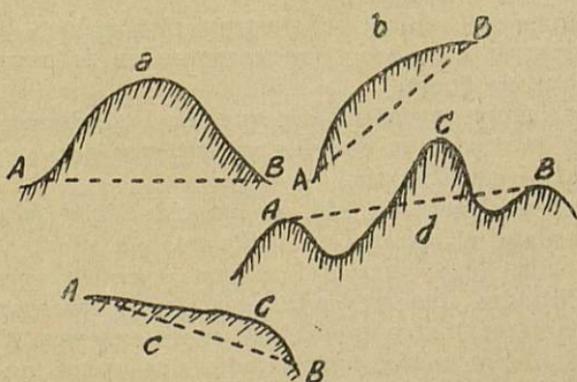
1.º Dos puntos son visibles entre sí cuando ninguna altura intercepta la recta que los une (o sea la



(Fig. 145.)

visual de uno a otro). A y B (fig. 144) son visibles entre sí; C y D no lo son.

2.º Cuando la forma del terreno entre los dos pun-



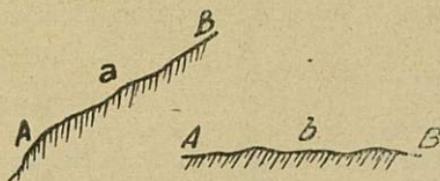
(Fig. 146.)

tos A y B sea una de las de la figura 145, a) y b), los puntos serán visibles entre sí.

3.º Cuando la forma general del terreno entre los

dos puntos A y B sea una de las de la figura 146, a), b,) c) y d), la visibilidad no es posible.

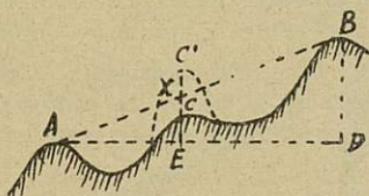
4.º Cuando la forma general del terreno es la de la figura 147 a) y b) debe ser posible el contacto en-



(Fig. 147.)

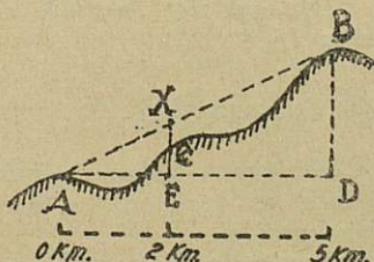
tre A y B si el terreno no abunda en árboles o construcciones. En terreno de bosque y poblaciones habrá que elegir, para enlazar, torres de iglesia o pequeñas elevaciones.

5.º En el caso de la figura 148, el contacto podrá establecerse o no, según sea la altura de C y su



(Fig. 148.)

mayor o menor distancia a los puntos A y B. Para cerciorarse podría trazarse el perfil, pero esta operación es laboriosa y generalmente lo que se hará es lo siguiente :



(Fig. 149.)

- a) Medir A D, sobre el plano.
- b) Medir A E, sobre el plano.
- c) Hallar la diferencia de nivel entre A y B (B D), sobre el plano.

d) Establecer la proporción $A D/A E=BD/EX$ (1) y deducir el valor de EX.

e) Hallar la diferencia de cota entre C y A (CE), sobre el plano.

Si EX es mayor que CE, hay contacto; en caso contrario, no.

Ejemplo: (Fig. 149.)

$$\left. \begin{array}{l} AD = 5 \text{ kilómetros} \\ AE = 2 \text{ kilómetros} \\ BD = 100 \text{ metros.} \\ CE = 30 \text{ metros.} \end{array} \right\} EX = 100 \times \frac{2}{5} = 64 \text{ ma; or que } 30; \\ \text{luego hay contacto.}$$

Como el plano del Instituto Geográfico da las curvas de nivel de 20 en 20 metros, en realidad no se puede asegurar la visualidad entre dos estaciones de no ir la visual 20 metros más alta que los puntos que podían interceptarla. Aun en este caso, casas, arbolados y otros accidentes no representados en el plano, también pueden hacer contradictorios los resultados obtenidos sobre el plano y sobre el terreno.

El estudio sobre el plano de la visibilidad entre dos puntos, no da garantías absolutas, pero sí indicaciones de gran valor.

151. *Ejemplo del caso segundo.*—El jefe de una estación, durante un avance desde El Pardo a Colmenar Viejo, sabe que el primer emplazamiento de su estación será Valdeleganar, y que desde este punto, ha de establecer contacto con Casablanca, Barrancón, El Pardo y Puente del Camino de Colmenar, sobre el Arroyo Tejada (Hoja 534 del Instituto Geográfico y Estadístico, lámina II).

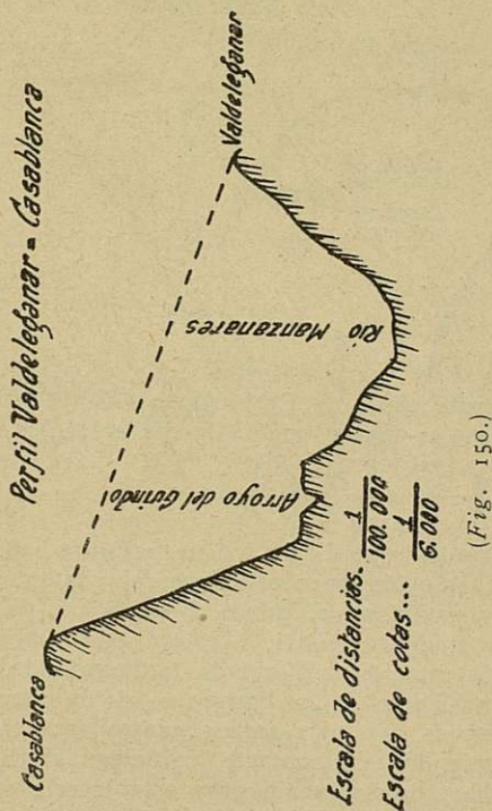
Hacer el estudio del contacto de los correspondientes.

Contacto con Casablanca.—Véase si el contacto Valdeleganar-Casablanca es posible; es decir, si estos puntos son visibles entre sí.

Trazando mentalmente la recta que los une se observa que, partiendo de Valdeleganar, la línea va bajando hasta el Manzanares y desde este punto, subiendo hasta Casablanca, teniendo que remontar insignifi-

(1) En esta proporción, AD y AE, pueden expresarse por su valor en el terreno o en el plano, pues en ambos casos, la relación AD/AE será la misma.

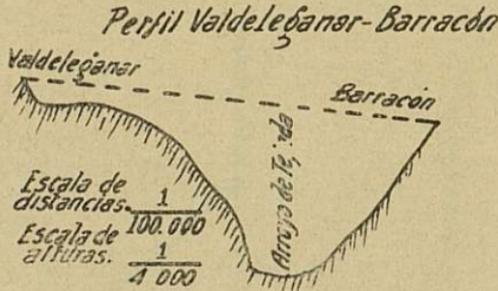
cantes estribaciones transversales de cota muy inferior a las de los puntos extremos. La forma general del perfil es, por tanto, la de la figura 145 a); luego Casablanca es, seguramente, visible desde Valdeleganar (perfil fig. 150).



Contacto con Barrancón.—Es el mismo caso que el anterior (fig. 145 a). La línea Valdeleganar-Barrancón, recorre las dos vertientes del arroyo Tejada; luego Barrancón es seguramente visible desde Valdeleganar (perfil fig. 151).

Contacto con El Pardo.—Trazando, como siempre, la recta Valdeleganar-El Pardo se ve que el terreno va descendiendo hasta el arroyo Tejada; después sube casi todo lo que había bajado (para atravesar la divisoria entre el arroyo de Tejada y el arroyo de La Nava) y vuelve a bajar rápidamente hasta El Pardo. La forma general del perfil es la *BC'A* de la figura 148 y, por tanto, no hay contacto. No es necesario en este ejemplo práctico hacer el cálculo que se indicó para convencerse

de que se está en el caso de C' y no en el del punto C , porque, de la manera de hacer aquel cálculo se deduce que siempre que C esté más cerca de A que de B y tenga una cota mayor que la media entre los puntos B y A ,



la línea BA corta al terreno. En el plano se ve que C está más cerca de El Pardo que Valdeleganar y su cota (700) es mayor que la media entre los puntos ex-

tremos $\left(\frac{740 + 610}{2} = 685 \right)$.

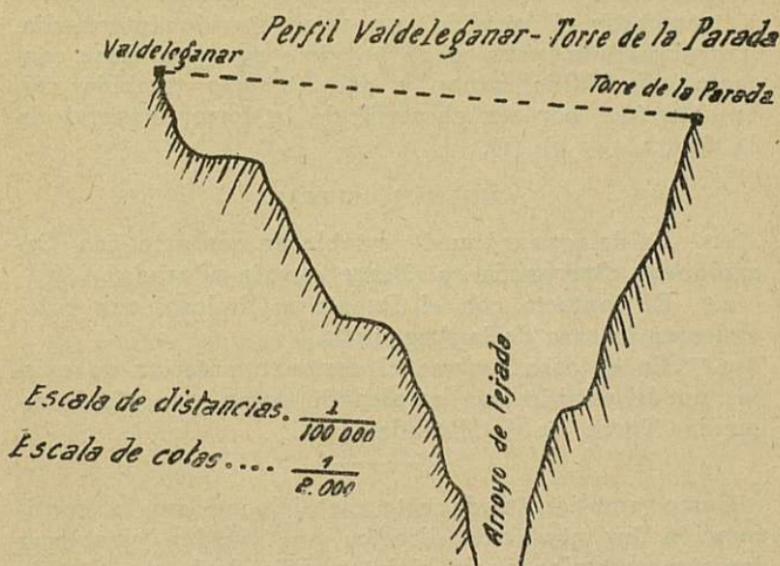
En el mismo perfil $BC'A$ de la figura 148 se encuentra una solución para establecer el contacto: Es trasladar la estación del punto A hacia C' , ya que en el ejemplo que se estudia, C' , está cerca de A . Traslado la estación a Torre de la Parada, la línea Valdeleganar-Torre de la Parada es de la forma general de la figura 145 a) y ambos puntos serán visibles.

Resumiendo: El contacto Valdeleganar-El Pardo no es posible; una solución para establecerlo es trasladar la estación desde El Pardo a Torre de la Parada (perfil fig. 152).

Contacto con el puente sobre el arroyo Tejada.—Una primera ojeada sobre la línea Valdeleganar-Puente, hace ver que el terreno, al partir desde Valdeleganar, va bajando lentamente, por cerca de la divisoria entre el Manzanares y el Tejada, y que al final baja rápidamente hasta el puente; así es que la forma general del perfil será la de la fig. 146 c) y no habrá contacto; hay que trasladar el punto B hacia el C para que lo haya.

Trasládese la estación del Puente a la cota 680, por ejemplo, cerca de la casa de la Angorrilla, sobre el camino. Estudiando el nuevo perfil, se ve que no tiene ninguna de las formas claras que permitan asegurar,

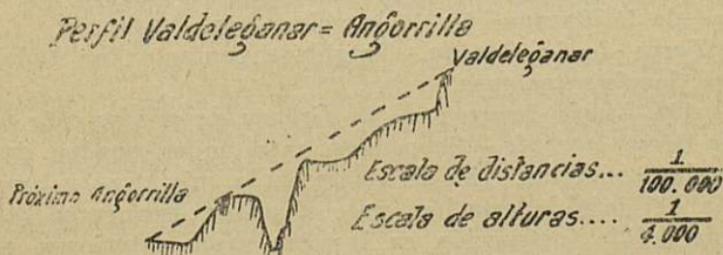
desde el primer momento, si dos puntos son visibles o no; se observa, en efecto, que la recta Valdeleganar cota 680 corta las estribaciones de los distintos arroyuelos que se dirigen al Manzanares en puntos ya próximos a



(Fig. 152.)

la divisoria y que ésta, en general, va perdiendo cota uniformemente, y, por lo tanto, cualquier elevación pequeña puede interrumpir la visual.

Trácese el perfil (fig. 153), que comprueba lo du-



(Fig. 153.)

doso del contacto; la visual pasa rasante la primera altura y se eleva muy poco sobre la segunda (dos metros; menos de lo que aprecia el plano).

Es posible, por consiguiente, que no haya contacto; el desviarse ligeramente a derecha o izquierda de Val-

deleganar, no cambia sensiblemente las probabilidades ; alejar más las estaciones de los puntos que ocupa el Mando, tampoco es solución, dado lo reducido de la distancia a salvar (cinco kilómetros en línea recta).

Caso de que no hubiese contacto, podría recurrirse a transmitir el servicio con una estación intermedia, Torrelaparada, pues ya se ha visto que ésta tiene contacto con Valdeleganar y debe tenerlo también con la cota 680, por ser el perfil de la forma general de la figura 145 a) (1).

RESUMEN GENERAL

1.º Valdeleganar puede establecer contacto con Casablanca, Barrancón y Torre de la Parada.

2.º El contacto con el Puente es dudoso, aun colocados en la casa de la Angorrilla.

3.º En el caso de que el contacto anterior no exista, puede establecerse empleando como estación intermedia Torre de la Parada.

Como ampliación de este ejercicio se dan a continuación los contactos directos que pueden establecer las otras estaciones, sin el intermedio de la estación de Valdeleganar.

Casablanca.—Debe establecer contacto con Barrancón, Torre de la Parada y casa de la Angorrilla.

Barrancón.—Debe establecer contacto con Casablanca y Torre de la Parada. El contacto con la Angorrilla no debe ser posible por ser el perfil de la forma general del AC'B de la figura 148 (2).

Angorrilla.—Establece contacto con Casablanca y Torre de la Parada. No lo establece con Barrancón.

Torre de la Parada.—Establece contacto con todas las demás estaciones.

152.—*Caso tercero ; no se dispone de cuadro-guía ni de plano acotado.*—Sobre este caso no se pueden dar reglas concretas y ha de fiarse en la iniciativa y pericia del jefe de estación, pero sí puede asegurarse que una sólida instrucción en los dos casos anteriores, es la mejor preparación para conseguir, en el tercer caso, el máximo rendimiento de una estación óptica.

(1) Haciendo este ejercicio sobre el terreno, no se establece el contacto de no colocarse encima de la tapia que pasa junto a Valdeleganar. Así colocados no es preciso separarse en la Angorrilla hasta la cota 680; se establece desde la Casa.

(2) Comprobado sobre el terreno. Puede comunicarse por intermedio de Torre de la Parada.

APENDICES

I

Descripción de algunos modelos de aparatos ópticos.

Se dan a conocer en este apéndice tres aparatos de luces probados en el Regimiento de Telégrafos: el Mangín, de petróleo; el Berdala, de acetileno; y el Goerz, eléctrico.

CAPITULO PRIMERO

Aparato de luces Mangín.

153. *Constitución general.*—El generador de luz de este aparato es un quinqué de petróleo (fig. 154), de mecha plana, formado de un depósito metálico, *H*, y de un tubo, *I*, de palastro. Consume 40 mililitros por hora y tiene de cabida 370; conviene cargarlo cada ocho horas de funcionamiento.

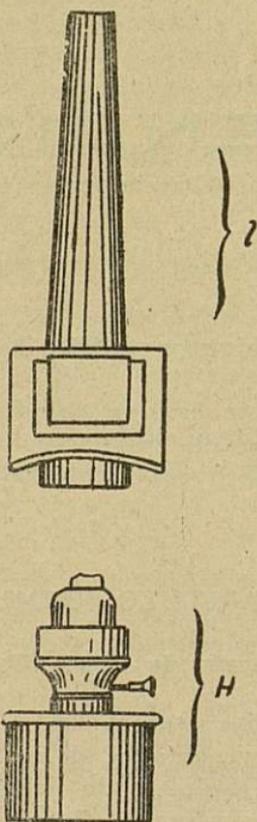
El sistema de lentes y espejos que concentran la luz (fig. 155) se reduce a:

1.º Una lente convergente, *B*, de 14 centímetros de diámetro (lente de emisiones), en cuyo foco posterior, *A*, se pone la llama del quinqué, con lo cual los rayos de luz salen paralelos del aparato.

2.º Un espejo cóncavo, *C* (fig. 155), que se coloca detrás del quinqué de modo que su centro de curvatura coincida con la llama, con lo cual los rayos que llegan al espejo son reflejados en la dirección que traían y enviados hacia la lente.

Para hacer las señales, un manipulador coloca alternativamente el disco, *D* (fig. 155), en el camino de la luz o fuera de él, produciendo las consiguientes emisiones intermitentes que, por su duración corta o larga, constituyen los puntos y rayas del alfabeto Morse.

Para dirigir el haz paralelo de luz en dirección de la corresponsal existe un anteojo terrestre, *E* (fig. 155),



(Fig. 154.)

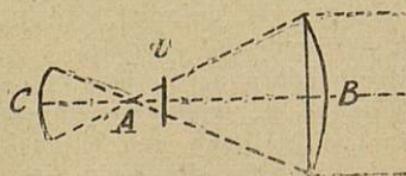
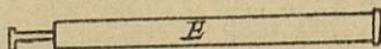
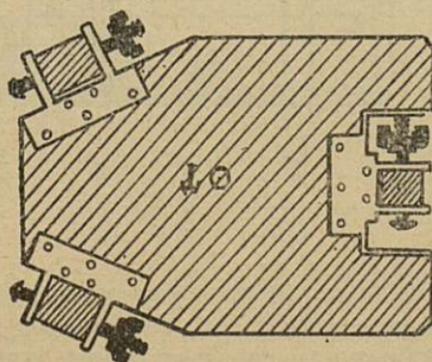
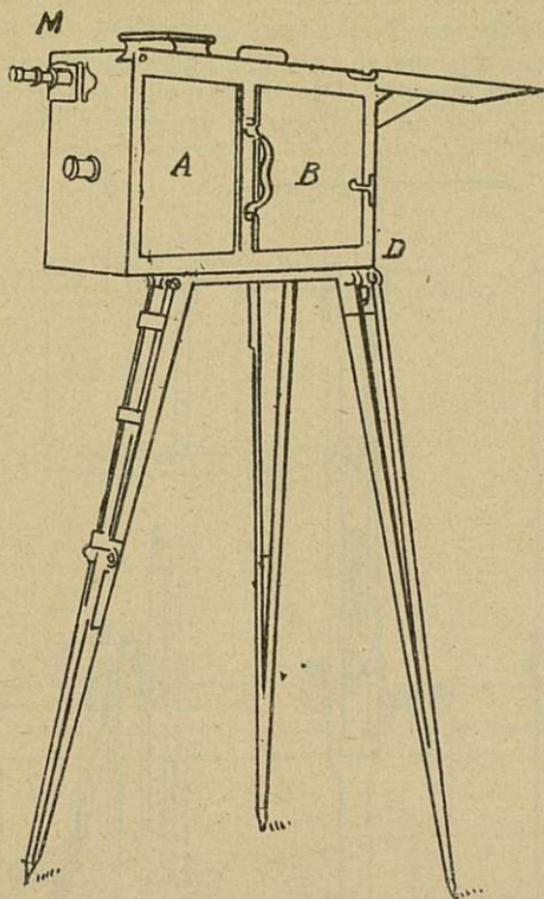


Figura 155.

- A.—Fuente de luz.
- B.—Lente de emisiones.
- C.—Reflector.
- D.—Pantalla que intercepta los rayos cuando el manipulador está levantado.
- E.—Anteojo terrestre de alineación.

cuyo eje se pone paralelo al eje óptico del aparato, y de esta forma, buscada la estación correspondiente con el anteojo, el haz de luz, que es paralelo a aquella vi-

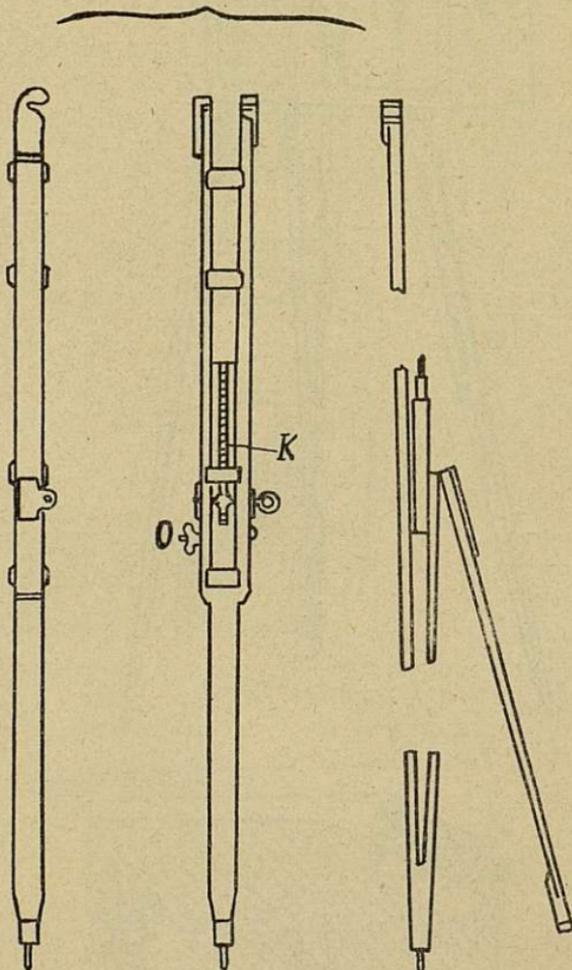


(Fig. 156.)

sual, irá también a la correspondal, con despreciable error.

Véase ahora cómo estos elementos esenciales van dispuestos :

154. Linterna.—Todos van en una caja de palastro, *M D* (fig. 156), que se coloca en un trípode con su correspondiente mesilla. Dos de los pies del trípode son análogos a los del heliografo de 20 centímetros; el



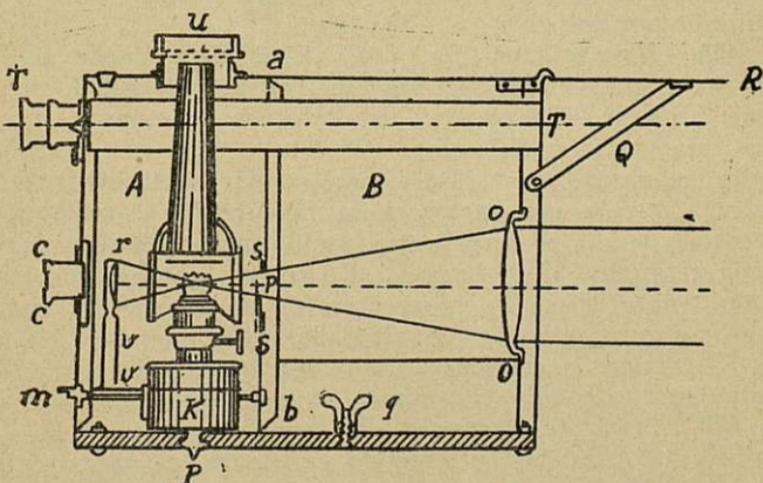
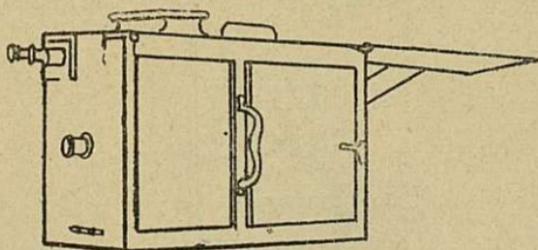
(Fig. 157.)

tercero está formado de dos partes, que se enchufan una en otra, con movimiento rápido, con sólo el esfuerzo de las manos y con movimiento lento, por medio de una cremallera, *K*, dotada de tornillo de pre-

sión, *O* (fig. 157). La mesilla (fig. 156) tiene en su centro un tornillo, *T*.

En una de las caras laterales de la caja hay dos portezuelas, *A*, *B* (fig. 156), que abiertas, dejan ver la caja dividida en dos compartimientos por un tabique, *a b* (fig. 158).

En el compartimiento *A* se coloca la lámpara sobre

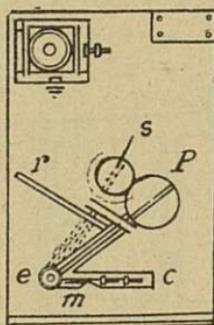


(Fig. 158.)

un soporte, *K*, que puede moverse en un plano vertical paralelo a la lente, corriendo el tornillo *P* por la ranura que se ve en la figura. La varilla *v v* sirve para enchufar en ella el reflector *r*.

En la parte superior del compartimiento *A* existe una chimenea, *u*, para la salida del humo del quinqué; en la cara lateral del mismo (que no se ve) hay una portezuela que, al abrirse, deja al descubierto un orificio, protegido por un cristal, que sirve para vigilar la llama sin que el aire la agite.

En el tabique *a b* existe el orificio *s*, cuyo centro



(Fig. 159.)

coincide con el eje óptico del aparato, y que está obturado por un disco, *P* (fig. 159).

155. Manipulador (fig. 159).—Este disco puede separarse, permitiendo el paso de luz por el orificio *s*, mediante un manipulador, *m*, colocado al exterior de la cara posterior del compartimiento *A* (fig. 156); para ello, el eje de giro, *e*, del manipulador, va conectado a una varilla que atraviesa la caja hasta el tabique central, y allí se une a otra varilla perpendicular, *p*, que termina en el disco *P*. El resorte antagonista *r* mantiene el disco *P* en su situación de obturación, en tanto que no se baja el manipulador *m*.

El cerrojo, *c*, corriéndolo a la izquierda, baja el manipulador, dejando el aparato en continua.

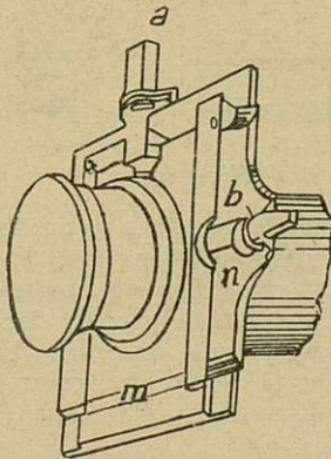
156. Lente de emisiones.—El compartimiento *B* (figura 158) contiene la lente de emisiones, *O*, y en su interior, durante el transporte, va una caja de accesorios, cuyo contenido se detalla después. En la parte superior de este compartimiento va un asa para el transporte del aparato.

En la cara inferior, una llave de tuerca, *q* (fig. 158), sirve para enroscarse al tornillo *T* de la mesilla (figura 156), quedando de esta manera unido el aparato al trípode.

La tapa, *R* (fig. 158), protege la lente en el trans-

porte y se mantiene levantada con el marco-tornapunta, *Q*, durante el funcionamiento del aparato.

157. *El anteojo de alineación y recepción, T* (figura 158), atraviesa la caja longitudinalmente y es móvil en su extremo posterior (para ponerlo paralelo al eje óptico del aparato) mediante dos bastidores, *m* y *n* (fig. 160), que permiten movimientos verticales y horizontales por medio de los tornillos *a* y *b*, que se gobiernan con una llave especial.



(Fig. 160.)

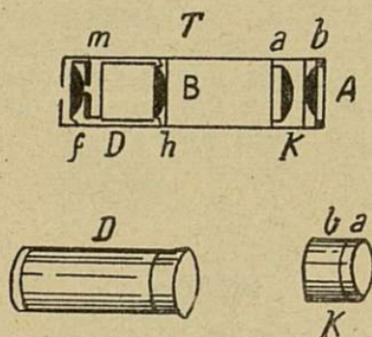
158. *Oculares de corrección.*—Para colocar el eje de este anteojo paralelo al eje óptico del aparato, bastará conseguir que las visuales trazadas por un eje y otro vayan a parar a un mismo punto lejano, puesto que si dichos dos ejes (separados tan sólo unos centímetros) se encuentran a uno o dos kilómetros de distancia, prácticamente se pueden considerar paralelos.

Para dirigir la visual por el eje óptico del aparato se pone el manipulador en continua, se retira a un lado la lámpara y se enchufa en el tubo *CC* (fig. 158), que existe en la cara posterior de la caja, otro tubo, *T* (fig. 161), llamado *ocular de corrección*, que contiene un sistema de lentes que, junto con la lente de emisiones, constituyen un anteojo terrestre cuyo eje óptico es el del aparato.

En el extremo *A* del ocular de corrección se enchufa el tubo *K*, que contiene dos lentes de la forma que se ve en la figura, y que tienen por objeto enderezar

la imagen reducida e invertida que del objeto observado produce la lente de emisiones.

En el otro extremo, *B*, se enchufa el tubo *D*, que tiene dos lentes, *f* y *h*, separadas por un tabique, *m*



(Fig. 161.)

(*diafragma*), horadado con una pequeña abertura circular y provisto de dos cerdas (*retículo*) que se cortan perpendicularmente. Las dos lentes, *f* y *h*, amplían la imagen enderezada por las del tubo *K* y suprimen la aberración que resultaría empleando una sola. El tubo *D* es el verdadero ocular (pues en él se sitúa el ojo del observador), y se llama *ocular de diafragma*.

Ocular de cristal deslustrado.—Para que el punto más brillante de la llama coincida con el foco de la lente, habrá que corregir la posición del quinqué, y esto se consigue con lo que se llama *ocular de cristal deslustrado*, que es un tubo que contiene únicamente un cristal deslustrado, en el que hay pintados dos diámetros perpendiculares. El ocular que nos ocupa se enchufa en el tubo *C C* (fig. 158); de tal modo, queda el punto de intersección de los diámetros en el eje óptico del Mangín.

159. Montaje del aparato.—Para montar el aparato se procede de la siguiente manera:

1.º Armar el trípode, colocando el pie que lleva cremallera y tornillo del lado del operador y dejando la mesilla próximamente horizontal.

2.º Colocar el Mangín sobre la mesilla, de forma que el tornillo de ésta pase por el agujero de la cara inferior del aparato, pero sin apretar la llave de tuerca *q* (fig. 158).

3.º *Rectificar el antejo.* *a)* Colocar en el tubo *C C* (fig. 158) el ocular de corrección y dirigir por él una visual a un punto lejano, moviendo la cremallera

y haciendo girar el aparato alrededor del tornillo *T* de la mesilla hasta que el punto observado coincida con el centro del retículo. Esto conseguido, apretar la llave *q*.

b) Sin mover el aparato, dirigir por el anteojo de alineación una visual al mismo punto elegido en *a*), moviendo los tornillos *a* y *b* (fig. 160) con la llave especial que contiene la caja de accesorios, hasta que el punto observado esté en medio del campo del anteojo. Hecho lo dicho, el anteojo queda rectificado y se quita el ocular de corrección (1).

4.º *Colocar la lámpara.*—Se coloca en el tubo *CC* el ocular de cristal deslustrado, se quita el reflector, se enciende la mecha, bien arreglada, y se mueve la lámpara y la mecha hasta que el punto más brillante coincida con el centro del retículo. Retirar el ocular de cristal deslustrado.

5.º *Colocación del reflector.*—Ha de estar, como se sabe, con su centro de curvatura en el punto más brillante de la llama. Se coloca un telegrafista frente

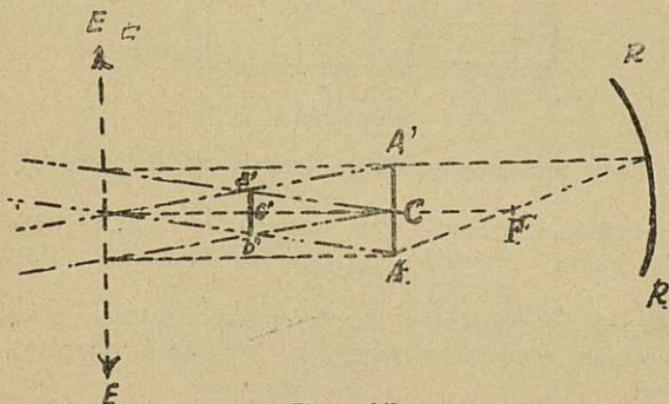


Figura 162.

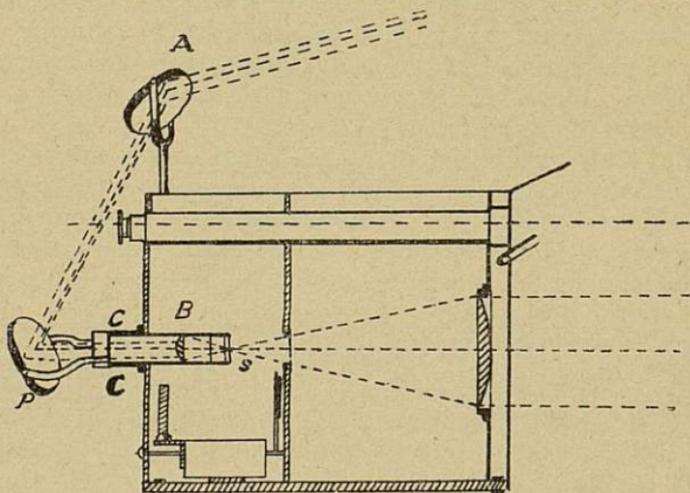
- E.*—Objetivo de emisiones.
- R.*—Reflector.
- C.*—Punto más brillante de la llama.
- A C.*—Mecha del quinqué.
- A' C.*—Imagen real de *AC* producida por *R*.
- a' c'.*—Imagen virtual de *A' C* producida por *E*.
- b' c'.*—Imagen virtual de *AC* producida por *E*.

a la lente de emisiones mirando al interior del aparato, y otro individuo saca o mete el reflector en el tubo *v* (fig. 158), según las indicaciones del primero, hasta que éste vea dos imágenes de la llama, una dere-

(1) La rectificación del anteojo, sólo habrá que hacerla cuando haya algún indicio de que está descorregido pues, hecha la operación una vez, no hay motivo, en el empleo normal del aparato, para que se descorrija.

cha y otra invertida y prolongación la una de la otra; esto será prueba de que el reflector ocupa la posición deseada, como se demuestra en la figura 162.

160. Alineación del aparato. — Encontrar, mirando por el antejo de alineación, la estación correspondiente, mediante giros del aparato alrededor del tornillo de la



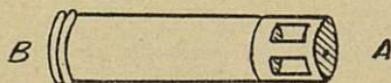
(Fig. 163.)

mesilla y movimiento de la cremallera del pie del trípode.

Habrà que proceder por tanteos, análogamente a lo dicho en la alineación del aparato de luces reglamentario.

161. Transmisión y recepción. — No ofrece ninguna diferencia esencial respecto a los otros aparatos de luces.

162. Empleo del Mangín de día. — El aparato Mangín se emplea también de día, utilizando la luz solar. A este fin, se recoge el haz paralelo de rayos solares

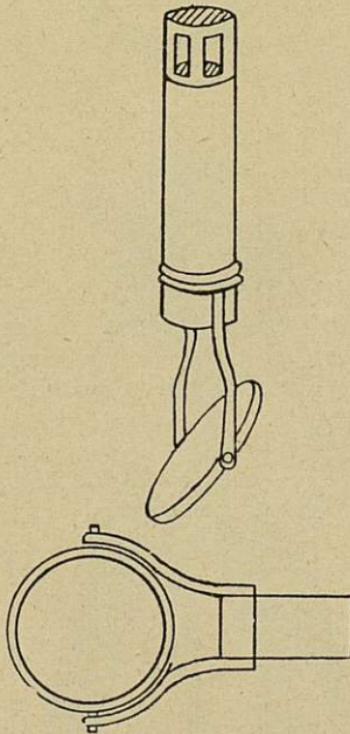


(Fig. 164.)

reflejados en un espejo, por medio de una lente que los hace converger en un punto que coincide con el foco de la lente de emisiones. Los rayos reflejados por el espejo saldrán, por tanto, paralelos al atravesar la lente de emisiones, y se pueden ocultar momentáneamente con el mismo manipulador empleado en el tra-

bajo de noche. La alineación se hace con el anteojo ya descrito.

En la figura 163 se ve el aparato dispuesto para funcionar de día; la figura 164 representa el tubo que se enchufa en el tubo *C C* del aparato, estando en el centro del disco *A* el orificio que coincide con el foco de la lente de emisiones; en la figura 165 se ve el espejo de 10 centímetros que se enchufa en el extremo *B* del tubo de la figura 164. El tubo *B A* se llama de



(Fig. 165.)

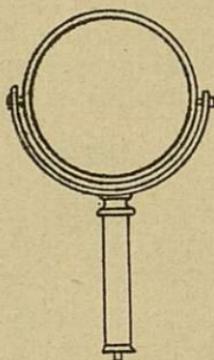
soporte del espejo principal y dirección de la luz. Los rayos reflejados por el espejo van paralelos al eje de este tubo y se encuentran con una lente convergente cerca de *A* que los hace dirigirse al centro de dicho disco.

La figura 166 representa un espejo auxiliar que se coloca en *A* (fig. 163) cuando no se pueden recoger directamente los rayos en el tubo *B* con el espejo *P*.

Para emplear el aparato habrá (fig. 163) que mover el espejo *P* o el *P* y *A* combinadamente hasta que en *s* se observe un punto brillante producido por la reunión

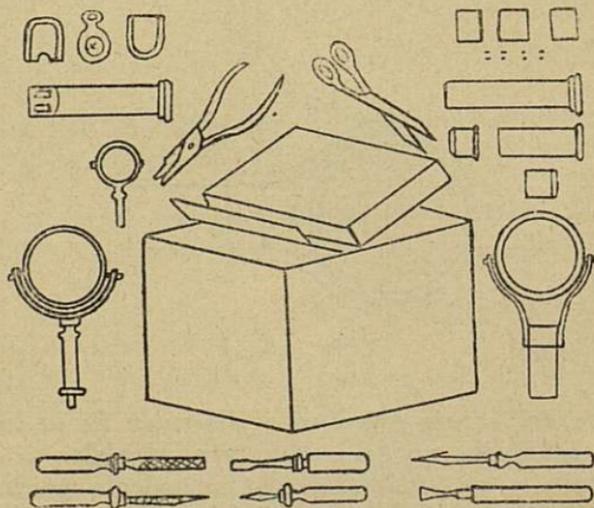
de rayos solares en dicho punto; durante la transmisión hay que cuidar de mantener dicho punto brillante.

163. *Caja de accesorios.*—Dentro de la caja de ac-



(Fig. 166.)

cesorios (fig. 167) van colocados: el espejo principal, el espejo auxiliar, el reflector, los oculares de corrección, el tubo de dirección de la luz solar, una brújula,



(Fig. 167.)

limas planas y triangulares, escofina, destornillador, punzón, llave correctora del antejo, alicates, tijeras, cristales del tubo del quinqué y una gamuza para limpiar.

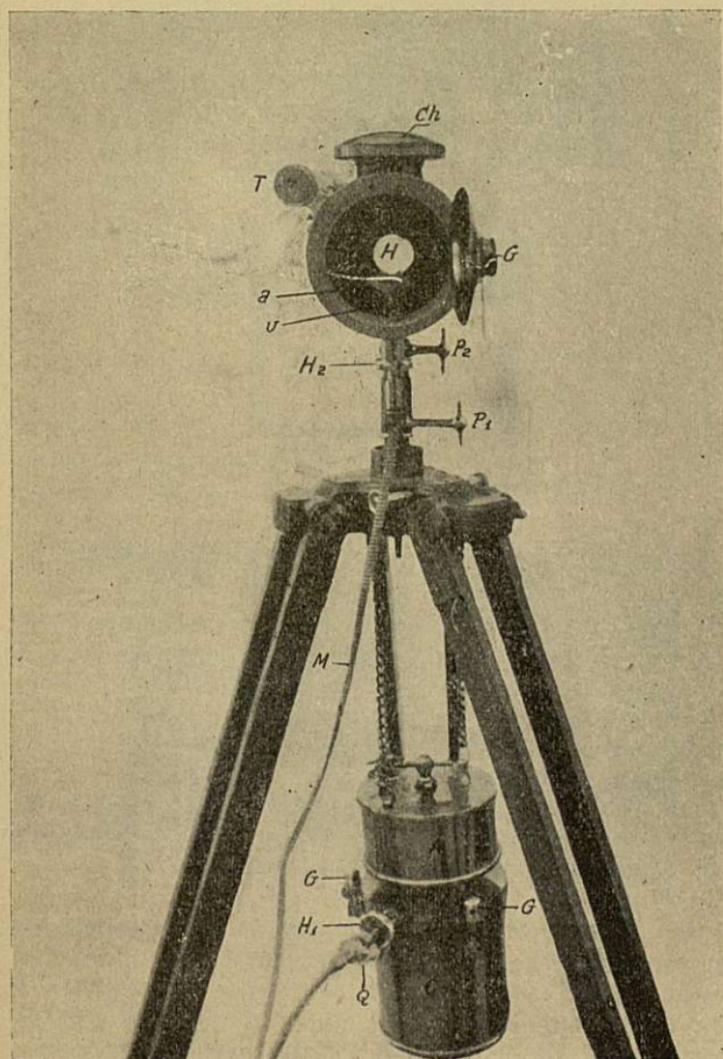
164. *Alcance práctico.*—El alcance del aparato, de

noche, es de 30 kilómetros, a simple vista. De día, empleando la luz de petróleo, el alcance es de cuatro kilómetros a simple vista y de siete kilómetros con prismáticos (tiempo nublado).

CAPITULO II

Aparato de luces Berdala.

165. *El generador de luz de este aparato consta de*

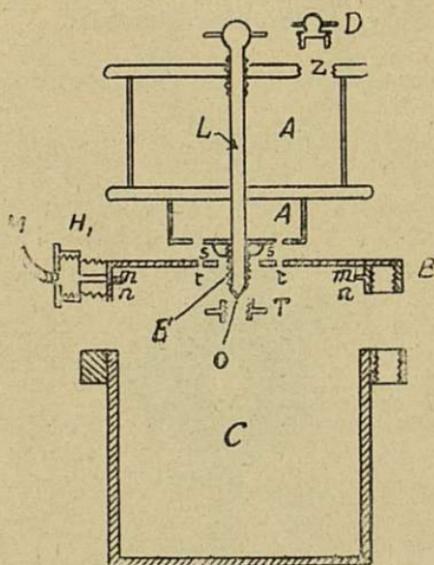


(Fig. 168.)

tres partes, que son (fig. 168) : un generador de acetileno, *A B C* ; un mechero, *a*, y un tubo metálico elástico, *M*, que conduce el gas del generador al mechero.

El generador de acetileno se ve más detalladamente en la figura 169.

El compartimiento *C* tiene en su interior un depósito



(Fig. 169.)

metálico con cabida para 500 gramos de carburo de calcio.

El depósito *A*, de medio litro de capacidad, se llena de agua por el orificio *Z*, protegido por el tapón *D*.

La pieza *B* va unida fuertemente a la *A* por medio de cuatro tornillos, *t*, tomados con mastic, la tuerca *T*, que se enrosca en la espiga *E*, y una soldadura en *s*. En el rebajo *m* va un disco de algodón para filtrar el gas que se produce en *C*, y en el *n*, una arandela de goma y otra metálica, agujereadas para permitir el paso del gas.

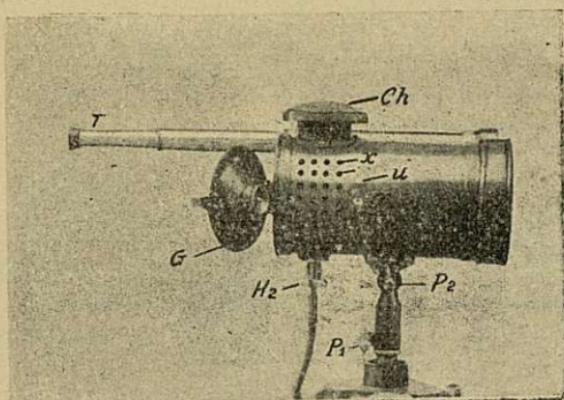
A B se une a *C* por medio de tres tornillos *G* (figura 168), que se maniobran con un punzón colgado de un bramante que se ata en el rebajo *A* (fig. 169).

Afrojando el tornillo-punzón *L*, el agua del depósito *A* pasa gota a gota por el orificio *O* al depósito *C* y se combina con el carburo de calcio que éste contiene, produciéndose gas acetileno, que asciende atravesando las arandelas alojadas en *n*, por los orificios que po-

seen, y llega al rebajo *m*, y de aquí al tubo metálico *M*, que lo conduce al mechero, donde se quema.

El tubo metálico *M* (fig. 168) está provisto en sus extremos de enchufes de rosca *H1* y *H2*, para unirlo al generador y al mechero; tiene, además, en *Q*, una llave de paso para regular el del gas.

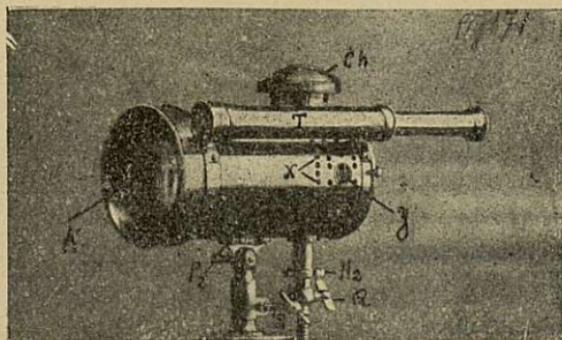
El mechero es análogo al del aparato A. G. A. y va



(Fig. 170.)

roscado en el vástago *v* para poderlo cambiar por otro cuando queda fuera de uso.

La chimenea *Ch* permite la salida del humo.



(Fig. 171.)

Los orificios *x* (fig. 170) tratan de evitar un calentamiento excesivo del aparato.

La ventanilla *y* sirve para vigilar la llama sin necesidad de abrir la portezuela *G* (fig. 171).

166. *El sistema de lente y espejo que concentra la luz consta :*

1.º De una lente de emisiones *K* (fig. 171), biconvexa, de 11 centímetros de diámetro y 16 centímetros de distancia focal; su foco posterior coincide con el mechero y, por tanto, los rayos de luz que éste despiden salen paralelos después de atravesar la lente.

2.º De un espejo cóncavo (la cara interna de la portezuela *G*, fig. 168), cuyo centro de curvatura coincide con el mechero, con objeto de que los rayos que a él lleguen, salgan reflejados en la misma dirección que traían y atraviesen la lente.

167. *Manipulador.*—Para hacer las señales, un manipulador, *m* (fig. 170), con muelle antagonista manobra un disco que tapa o descubre el orificio circular *H* (figura 168), produciéndose las consiguientes emisiones intermitentes que por su duración corta o larga constituyen los puntos y rayas del alfabeto Morse.

El manipulador puede abatirse sobre el aparato y mediante la uña *u* (fig. 170) ponerse en continua.

168. *Para dirigir el haz paralelo de luz en dirección de la correspondencia* existe un anteojo astronómico de 12 aumentos, *T* (figs. 168 y 170), invariablemente unido al aparato y cuyo eje es paralelo al eje óptico del mismo.

169. *Tripode.*—En el regimiento de Telégrafos se emplea el Berdala, montado sobre el mismo trípode que el heliógrafo de 20 centímetros, de la misma manera que se monta el A. G. A., pues, como éste, termina inferiormente en un manguito que se introduce en la pieza suplementaria representada en la figura 124.

El tornillo *P*₁ permite movimientos grandes de la linterna alrededor de un eje vertical, y el *P*₂, alrededor de un eje horizontal (fig. 171).

170. *Empleo y alcance.*—Sobre el empleo de este aparato nada se dice, por su semejanza con los otros aparatos de luces ya descritos detalladamente; tiene el inconveniente de calentarse con exceso en una transmisión algo continuada; consume 14 litros de gas por hora, y el depósito de carburo produce 140 litros.

Alcanza este aparato, de noche y a simple vista, 33 kilómetros.

De día, a simple vista y con tiempo nublado: 5 kilómetros.

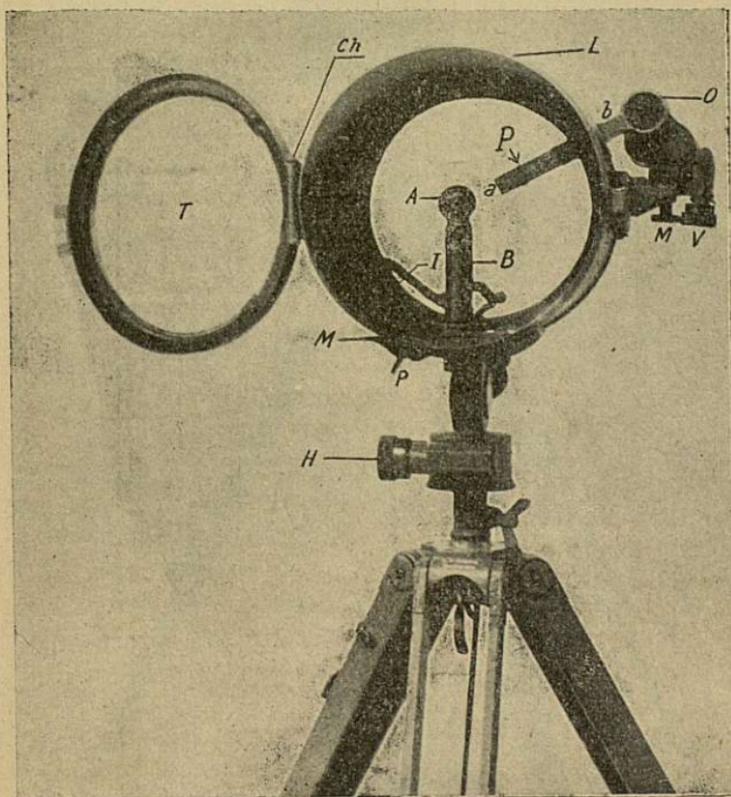
Con prismáticos, de día y con tiempo nublado: 10 kilómetros.

CAPITULO III

Aparato de luces Goerz.

171. *El generador de luz consta :*

- 1.º De una lámpara de incandescencia, *A* (fig. 172), de medio vatio de consumo por bujía, aproximadamente, que se enchufa a bayoneta en el portalámparas *B*. La lámpara está pintada de negro interior y exte-



(Fig. 172.)

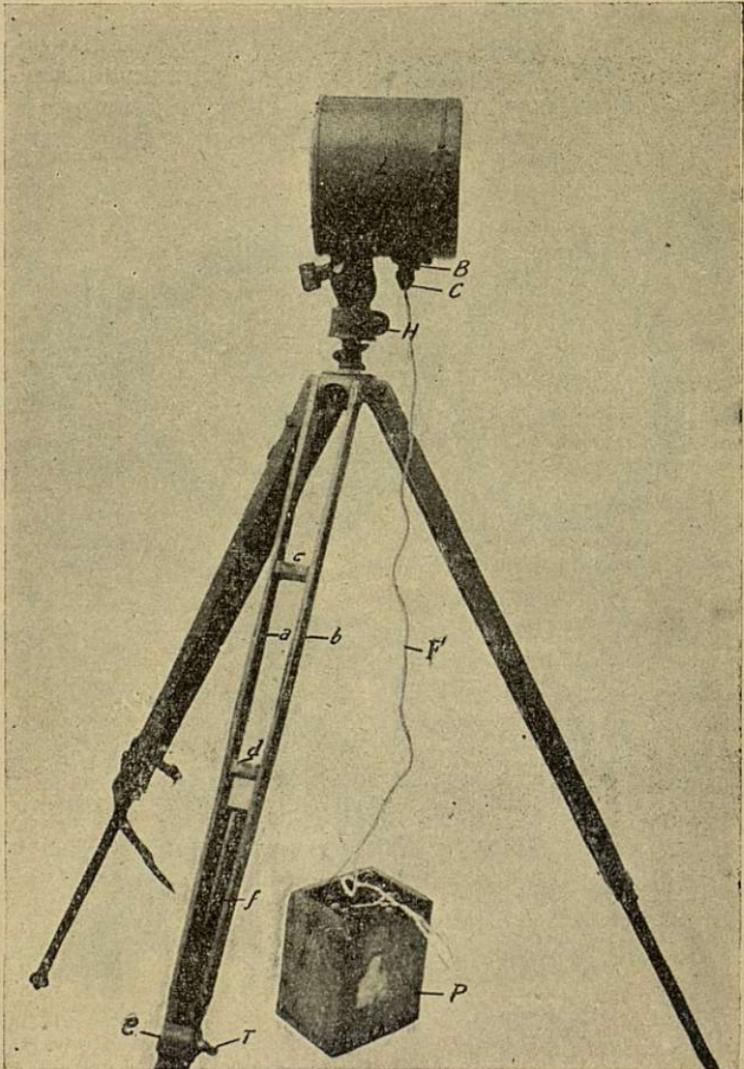
riormente y tiene un orificio circular de centímetro y medio diámetro, de cristal al descubierto, por el cual sale la luz emitida por el filamento incandescente.

- 2.º Una caja de pilas, *P* (fig. 173), provista de bornas, para emplear el total o sólo parte de ellas; se consiguen tensiones de cuatro a ocho voltios.

- 3.º Un flexible, *F* (fig. 173), que se une por un extremo a las bornas de la caja de pilas y que termina

en el otro con un enchufe a bayoneta, *C*, que se une al portalámparas *B*.

172. *Sistema de espejos que concentra la luz.*—Se reduce a un espejo parabólico (el fondo blanco de la



(Fig. 173.)

figura 172) de 16 centímetros de diámetro, en cuyo foco se coloca la lámpara *A*. El orificio de la lámpara, de cristal al descubierto, da frente al espejo, y los rayos de luz emitidos por aquélla son reflejados por el espejo, formando un haz de rayos paralelos.

173. Manipulador.—El circuito constituido por las pilas, el flexible y el filamento de la lámpara está cortado por un interruptor, *I* (fig. 172), que consiste en dos láminas elásticas superpuestas en forma de *T*, la superior va sujeta por los dos extremos y la inferior por uno solo, y ambas láminas quedan aisladas una de otra. Para cerrar el circuito hay que bajar el manipulador *M* (fig. 172); éste empuja un botón que lleva la lámina inferior en su extremo libre y obliga a ponerse en contacto las dos láminas.

Cada vez que se cierra el circuito (bajando el manipulador), una corriente atraviesa el filamento de la lámpara, produciendo luz que refleja el espejo en forma de haz paralelo; y al dejar suelto el manipulador vuelve a su primitiva posición por la acción de un resorte, y se abre el circuito, cesando la emisión de luz. Las emisiones cortas y largas, que corresponden a los puntos y rayas que se hacen con el manipulador, constituyen las señales.

Para poner el aparato en continua, basta maniobrar hacia abajo la palanca *p*, montada sobre el mismo eje que el manipulador *M*, para que éste quede fijo en su posición baja.

174. Para dirigir el haz hacia la correspondiente.—Lleva el aparato un anteojo, *O* (fig. 172), que, una vez colocado paralelo al eje óptico del aparato, permite buscar y apuntar a la correspondiente, con lo que el aparato quedará alineado.

Para conseguir el paralelismo de los dos ejes citados, lleva el aparato un prisma, *P* (fig. 172), llamado *de triple reflexión*, que recoge, por el extremo *a*, los rayos reflejados por el espejo parabólico, los cuales salen por el extremo *b* en dirección paralela y de sentido contrario a la que traían; tiene un movimiento normal a la linterna que permite poner el extremo *b* frente al centro del anteojo o fuera de su campo.

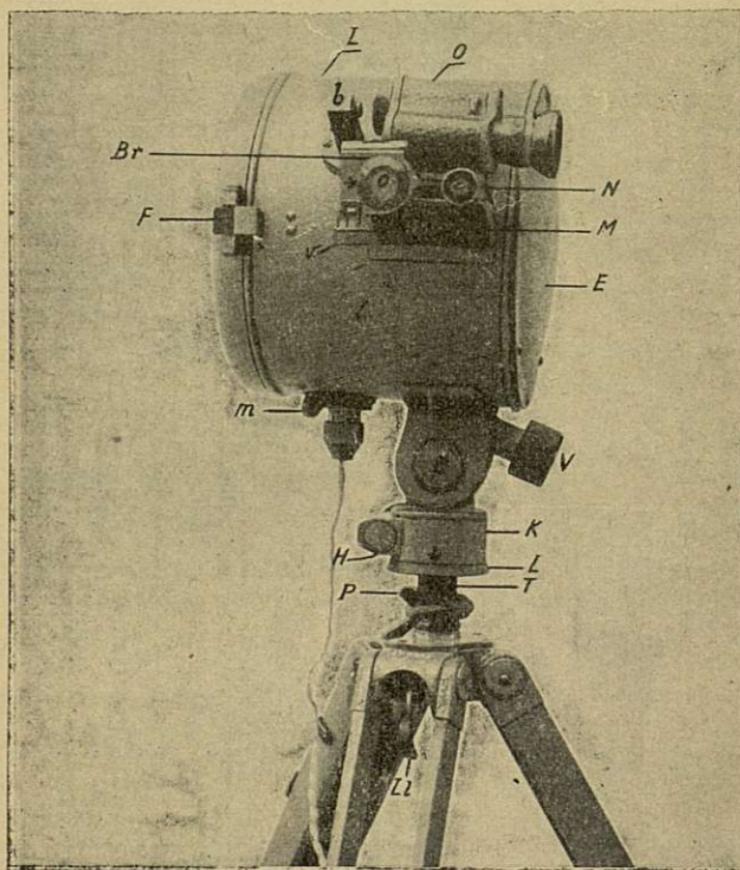
El extremo posterior del anteojo *O* (fig. 174) puede moverse verticalmente con el tornillo *M* y horizontalmente con el tornillo *N*.

Poniendo el aparato en continua, colocando el extremo *b* (figs. 172 y 174) del prisma frente al anteojo y moviendo los tornillos *M* y *N* hasta que el centro de la imagen del filamento incandescente, mirado por el anteojo, coincida con el centro del retículo del mismo, el anteojo queda corregido, es decir, con su eje óptico paralelo al del espejo.

175. Linterna.—La lámpara de incandescencia, el es-

pejo parabólico, el manipulador, el anteojo y el prisma de triple reflexión, van colocados en una caja, *L* (figs. 172 y 174), llamada linterna: es un cilindro de latón de 20 centímetros de diámetro, y lleva en su parte anterior una tapa de cristal, *T*; que se sujeta al cuerpo y gira por medio de la charnela *Ch* y se cierra con el muelle *F* (fig. 174); en la parte posterior va atornillada una chapa, *E*, que sujeta por todo su contorno al espejo parabólico.

El portalámparas *B* (fig. 172), cuyas dos bornas co-



(Fig. 174.)

munican con las láminas elásticas del interruptor *I* por dos flexibles aislados con abalorios, tiene un movimiento de atrás a adelante que se le da con una excéntrica provista de manecilla, *m* (fig. 174), para conseguir una mayor o menor dispersión del haz re-

flejado; se fija en una posición determinada por un freno que sujeta por fricción la excéntrica.

La linterna se une al trípode (fig. 174) introduciendo en la espiga de la mesilla de éste el vástago hueco de aquélla, T , y ambos elementos se hacen solidarios con el tornillo de presión P .

176. Movimiento horizontal (fig. 174).—Apretado el tornillo P , le queda a la linterna un movimiento lento alrededor de la espiga, que se le da con el tornillo de coincidencia H . La cabeza de este tornillo está dividida en cien partes, y a cada vuelta completa de la misma sólo gira el aparato una división, de las 36 en que está dividido el limbo L , y que representan 10 grados sexagesimales cada una. Al maniobrar el tornillo de coincidencia H , el limbo L permanece fijo, no girando de la linterna sino lo que está encima de él; la parte móvil K tiene un índice que recorre durante el giro las divisiones de L .

Esta disposición permite girar el aparato alrededor de un eje vertical un ángulo determinado, y si se quiere que el eje óptico del aparato forme un ángulo dado con cierto rumbo, el norte, por ejemplo, la manera de proceder será:

1.º Hacer coincidir el índice de K con la división cero del limbo L y la división cero de la cabeza del tornillo H con el índice correspondiente.

2.º Aflojar el tornillo P y dirigir una visual por el antejo O (ya corregido) a la dirección Norte.

3.º Apretar de nuevo el tornillo P .

4.º Mover el tornillo H hasta que el índice de K marque en L el rumbo deseado. Si dicho rumbo está representado por una decena exacta de grados (320, por ejemplo), el índice de K debe coincidir exactamente con la división 320 del limbo L ; si el rumbo es otro número cualquiera (32, por ejemplo), el índice de K estará entre las divisiones 30 y 40 del limbo L , y su posición precisa se fijará haciendo coincidir el índice del tornillo H con la división 20 de la cabeza del tornillo, puesto que cada una de estas divisiones representa la centésima parte de 10 grados (una décima de grado) y 20 divisiones valdrán los 2 grados que se desean medir.

177. Movimiento vertical (fig. 174).—El aparato gira alrededor del eje horizontal B mediante el tornillo V ; este giro sólo puede hacerse en un sector de unos 45º por encima y por debajo de la horizontal.

Existe, además, el nivel B , que, mediante la ma-

niobra del tornillo v , gira alrededor del centro del disco O , que permanece fijo. Este disco tiene un sector con cinco divisiones; la central marcada con un cero; las dos superiores con los números 10 y 20, y con estos mismos números las dos divisiones inferiores. La parte móvil del nivel tiene un índice, que coincide (por construcción) con la división cero del limbo O , cuando el nivel está colocado paralelamente al eje óptico del aparato. Si se hace coincidir, por consiguiente, el índice con la división cero y después se mueve V hasta que la burbuja del nivel quede centrada, el eje óptico del aparato estará horizontal.

Cuando el índice coincide con cualquiera de las otras divisiones del limbo, el nivel, con su burbuja centrada, forma con el eje óptico del aparato el ángulo que marca dicha división, y como la cabeza del tornillo v está dividida en cien partes, se podrá apreciar (como en el movimiento horizontal) hasta décimas de grado.

Si se quiere que el eje óptico del aparato forme con la horizontal un ángulo ascendente de 15 grados por ejemplo, se procederá así:

1.º Mover el tornillo v hasta que el índice quede entre las divisiones inferiores 10 y 20 del disco O , y la división 50 de la cabeza del tornillo coincida con el índice del mismo (cuidar en esta operación de no mover los tornillos M y N , porque se descorregirá el antejo).

2.º Mover el tornillo V hasta que la burbuja quede centrada.

Si la visual fuese descendente, el índice del nivel tendría que marcar en las divisiones superiores (por encima del cero).

178. Trípode.—(Fig. 173). Se compone de pies y mesilla.

Los pies están constituidos cada uno de dos partes: la superior formada por dos listones, a y b , unidos entre sí por dos abrazaderas de hierro, c y d , y que terminan en otra abrazadera metálica, e , por la que pasa la mitad inferior, consistente en un tubo metálico, f , cuyo extremo inferior es un regatón. El tubo f se sujeta a la abrazadera con el tornillo de presión T , y puede correr hacia arriba y hacia abajo, consiguiéndose así dar al trípode distintas alturas, y reducir a un mínimo su longitud durante el transporte.

La mesilla, metálica y de una sola pieza, se une a los pies por medio de unos tornillos roscados en

ambos extremos y que sujetan las cabezas de dichos pies. Las llaves *L l* (fig. 174), montadas sobre cada tornillo, permiten inmovilizar los pies una vez colocados en la posición conveniente.

179. Montaje del aparato.—Las operaciones de montaje son :

1.º Colocar la linterna sobre el trípode, introduciendo el vástago hueco *T* (fig. 174) en la espiga del trípode.

2.º Enchufar los extremos del flexible en el portalámparas y en la caja de pilas.

Cuando se emplea el aparato a cortas distancias y de noche, basta que la fuerza electromotriz de la batería sea de cuatro voltios; pero para mayores distancias y en el empleo de día, conviene aumentarla hasta ocho. En la misma caja de pilas va indicada la posición del enchufe para cada tensión.

3.º *Corrección del anteojo.* (Fig. 174).

a) Apretar el tornillo de presión *P*. b) Sacar el prisma de triple reflexión hasta que su extremo *b* quede frente al objetivo del anteojo. c) Mover el portalámparas con la manecilla *m* hasta que quede en su posición más próxima al espejo (dispersión mínima) y fijarle con el freno en esta posición. d) Poner el aparato en continua. e) Mirar por el anteojo y mover los tornillos *M* y *N* hasta que el centro de la imagen del filamento coincida con el centro del retículo del anteojo.

180. Alineación del aparato.—Basta buscar con el anteojo corregido, la estación corresponsal. Para facilitar esta operación se le dará al eje óptico del aparato el rumbo y la inclinación correspondiente al punto donde se supone la corresponsal y se pondrá el portalámparas en la posición de máxima dispersión.

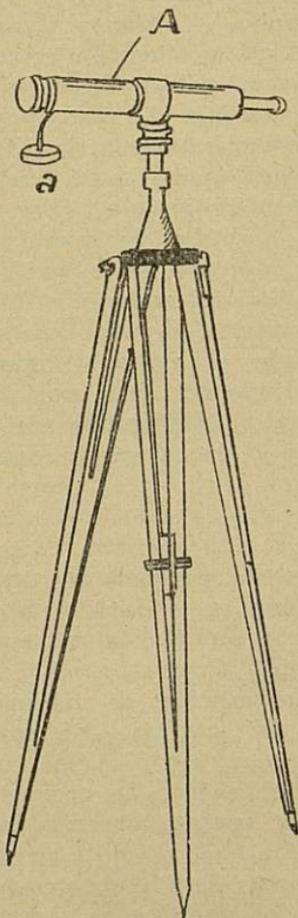
181. Empleo del aparato.—En nada se diferencia la transmisión y recepción de la de cualquier otro aparato de luces con anteojo de recepción.

Se distingue el aparato descrito por el esmero de construcción que lo hace sólido y preciso. Se consiguen con él alcances hasta de 8 kilómetros en días nublados, a simple vista; con gemelos se alcanza 13 kilómetros, y de noche hasta 40 kilómetros. Es, en resumen, un aparato moderno, que satisface muy bien las necesidades actuales de la telegrafía óptica.

II

Descripción de la estación óptica a lomo, antiguo modelo.

182. *Constitución de la carga.*—La carga óptica a lomo, descrita en el capítulo primero de la quinta parte, es de organización reciente; en el Parque del Regimiento de Telégrafos, existe mucho material de la es-



(Fig. 175.)

tación a lomo reglamentaria, antes que aquélla, que se describe a continuación.

El antiguo modelo era de estación sencilla, es decir, constituída por un solo aparato de día y otro

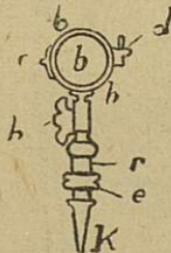
de noche. El aparato de día era el mismo de la carga actual, el heliógrafo de 20 centímetros descrito en la tercera parte, y el aparato de noche, el Mangín, descrito en el Apéndice primero.

Al constituirse la carga doble (de cuyas ventajas ya se ha hablado en el capítulo III de la quinta parte), se sustituyó el Mangín por el A. G. A., mucho menos voluminoso y pesado y con tanto alcance como aquél, y se suprimió el antejo terrestre que se describe a continuación, antejo que, por su mucho campo y alcance, facilitaba grandemente el contacto de correspondientes muy lejanas. Las dificultades de colocación en la nueva carga, el empleo de prismáticos más potentes y la consideración de que el uso normal de la carga pesada está en las transmisiones de la división, donde las distancias a salvar son muy inferiores al máximo alcance del heliógrafo, han decidido la supresión del citado antejo.

183. Antejo.—Se compone de antejo propiamente dicho, soporte y trípode.

El antejo *A* (fig. 175) es de los llamados terrestres, tipo corriente; del extremo posterior pende una tapa metálica, *a*, que sirve para cubrir el objetivo y preservarlo de los golpes.

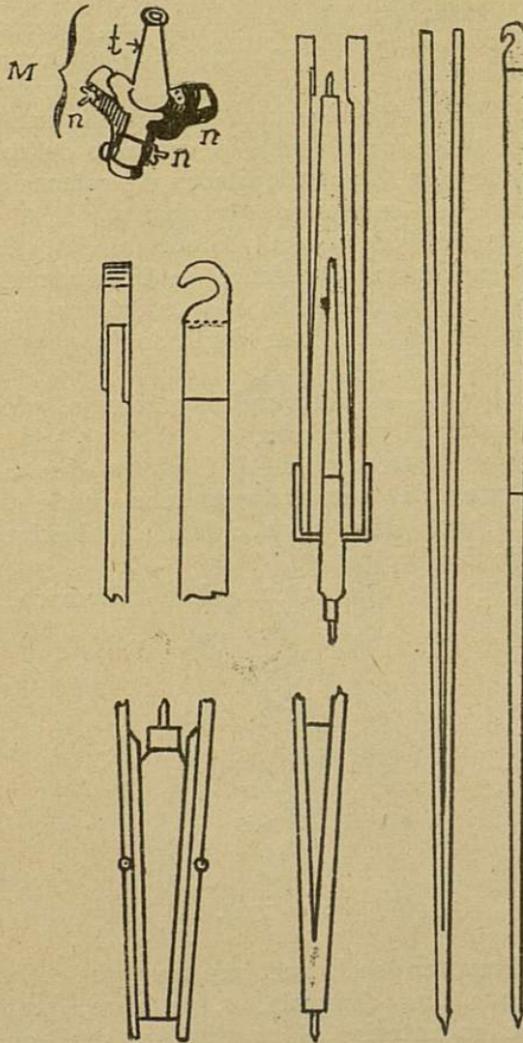
El soporte (fig. 176) es una pieza cilíndrica, de hie-



(Fig. 176).

rrero, que lleva en su parte superior un collar, *b b*, que mediante una charnela, *c*, se abre, permitiendo alojarse en su interior el antejo, el cual queda sujeto por un tornillo, *d*, que cierra el citado collar; este tiene movimiento alrededor de un eje horizontal o queda fijo por medio de un tornillo, *h*, y alrededor de un eje vertical se mueve a frotamiento suave en un enchufe que tiene en *r*. Por su parte inferior el soporte termina en forma de tornillo, *k*; y en su mitad tiene una anilla, *e*, roscada, cuya misión es asegurar la unión al trípode.

El trípode (fig. 177) consta de mesilla y pies. La mesilla es una pieza, *M*, de madera, que lleva unido a ella un tubo de bronce cuyo extremo, *t*, termina en rosca; por el hueco de este tubo entra el soporte hasta cerca de la anilla, *e* (fig. 176), cuya tuerca empalma per-

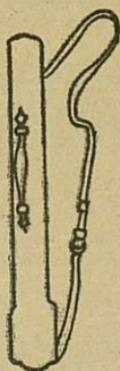


(Fig. 177.)

fectamente la mesilla y el soporte; tres pernos, *n*, con tuerca de presión, permiten la unión a los pies del trípode. Estos son análogos a los del trípode del heliógrafo de 20 centímetros (fig. 177).

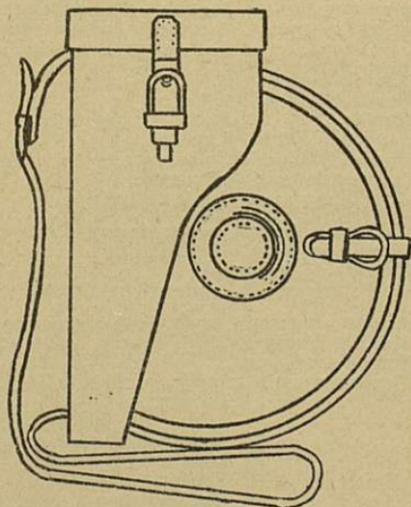
Para mejor conservación y colocación en las cajas

se introduce el antejo en una funda de cuero (figura 178) fuerte, que lo reserva de los golpes; la mesilla y el soporte tienen un estuche (fig. 179), también de



(Fig. 178.)

cuero, donde se alojan con perfecta separación, y los pies del trípode se guardan en un conterón que por

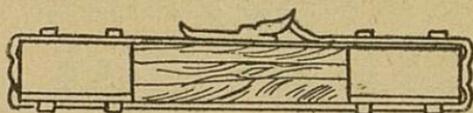


(Fig. 179.)

medio de correas se ajusta a la longitud de aquellos (figura 180).

Para usar el antejo, una vez montado, se mueven los pies del trípode lo suficiente para colocarlo a una

altura cómoda, se quita la tapa *a* (fig. 175) y se saca el tubo del ocular hasta donde lo permita su enchufe; aplicando el ojo a la lente ocular, se moverá con la mano derecha el tubo de este lente hasta conseguir ver de una manera clara los objetos lejanos, y una vez



(Fig. 180.)

conseguido, podrá ya explorarse el terreno en busca del lugar que se desea, para lo cual es necesario aflojar el tornillo *h* (figura 176).

184 Material de una estación.—Ninguna diferencia esencial, aparte de las ya indicadas, existe entre el antiguo y nuevo modelo; a continuación se da la relación completa del material de que consta la estación que se describe:

A.—MATERIAL TELEGRÁFICO

Banderas. 3 juegos a tres banderas: blancas, rojas y negras.	}	9 banderas.	
		1 asta para la bandera.	
		1 conterón para el transporte del asta	
		1 cartera para las banderas.	
Anteojo.....	}	Anteojo terrestre.	
		Funda del anteojo terrestre.	
		Mesilla.	
		Soporte y collar del anteojo.	
		Funda de la mesilla y del soporte del anteojo.	
	}	Trípode del anteojo terrestre.	
		Conterón para el trípode del anteojo.	
Heliógrafo. .	}	Heliógrafo (en una cartera de cuero).	
		Mesilla del trípode del heliógrafo.	
		Trípode del heliógrafo.	
		Conterón para el trípode del heliógrafo.	
Mangín.	}	Aparato de luces Mangín, de 14 centímetros.	
		Mesilla del trípode del Mangín.	
		Trípode del Mangín.	
		Conterón para el trípode del Mangín.	
		}	Lámpara.
			Tubo.
			Espejo para usarlo como heliógrafo.
			Idem auxiliar id. id.
			Reflector.
			Oculares.
	Limas planas.		
Accesorios....	}	Idem triangulares.	
		Escofina.	
		Destornillador.	
		Punzón.	
		Llave reguladora.	
		Alicates.	
	Tijeras.		
	Brújula pequeña con estuche.		
	Gamuzas.		

B.—MATERIAL AUXILIAR

Caja para los accesorios del Mangín.
Gemelos con su funda.
Gafas ahumadas con funda.
Reloj de bolsillo.
Brújula Peigné.
Curvímetro con su funda.
Linterna.
Cartera de escritorio.
Carpeta para despachos expedidos.
Id. id. id. recibidos.
Cartera para la documentación.
Estuche con plumas.
Id. con minas de lápiz.
Tintero de campaña.
Cajita que contiene los efectos de escritorio y objetos varios.
Sello de la estación.
Depósito de petróleo, tamaño grande.
Id. id. id. pequeño.
Hacha de mano.
Marrazo de id.

Tienda de campaña
compuesta de:

1 armadura de madera.
1 conterón para armadura.
1 funda para la tienda.
1 mazo de madera.
20 piquetes para los vientos.
1 tela de tienda con 8 vientos.

C.—MATERIAL DE REPUESTO

3 cristales para el Magín.
1 luna de heliógrafo.
3 muelles antagonistas.
1 llave de tuercas.
2 tornillos (heliógrafo).
1 varilla (heliógrafo).
2 torcidas para el quinqué.

D.—MATERIAL DE INMEDIATO CONSUMO

2 cuadernillos.
3 gomas de borrar.
2 hojas de papel secante.

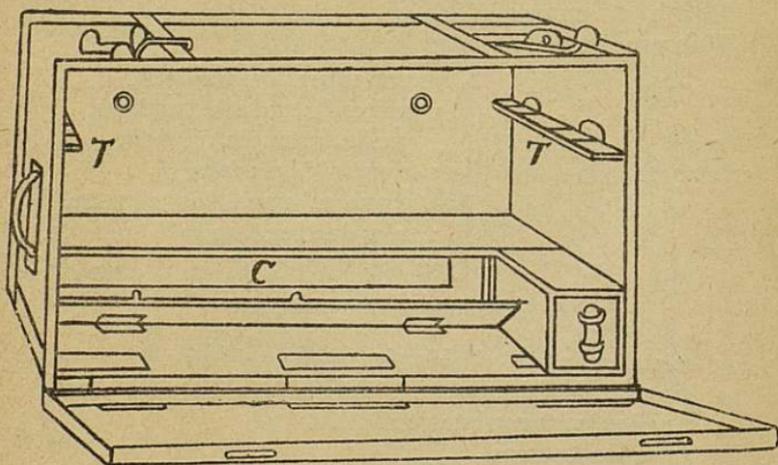
- 3 hojas de papel polígrafo.
- 3 lapiceros.
- 3 mangos de pluma.
- 1 paño blanco para limpieza.
- 500 partes de transmitir.
- 500 íd. de recibir.
- 500 sobres con recibo.
- 1 cuaderno registro de despachos expedidos.
- 1 íd. íd. íd. recibidos.

E.—CAJAS PARA EMBALAJE

- Caja núm. 1.
- Caja núm. 2.

F.—BASTE Y ATALAJE DE MULO

- Bridón.
- Riendas.
- Riendas de mano.
- Pretal.
- Ataharre con caídas.

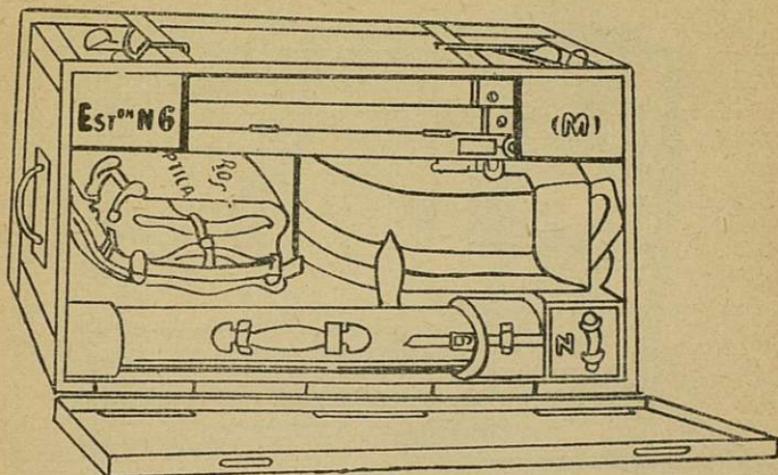


(Fig. 181.)

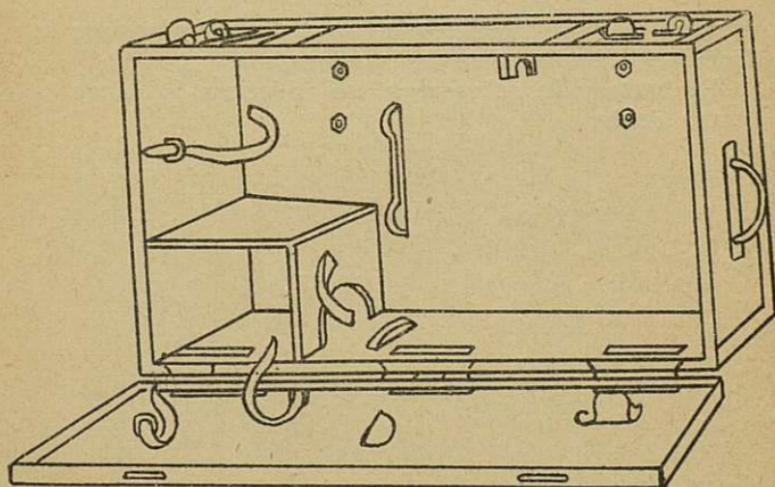
- Cincha.
- Francaletes.
- Baste.

185. *Distribución del material.*—Las cajas para el transporte son análogas a las de la nueva carga, pero de madera reforzada con herraje.

La distribución interior de la caja número 1, se puede apreciar en la figura 181; la documentación va colocada en la caja *C* que se ve en el fondo y parte interior; los trípodes del heliógrafo, Mangín y an-



(Fig. 182.)

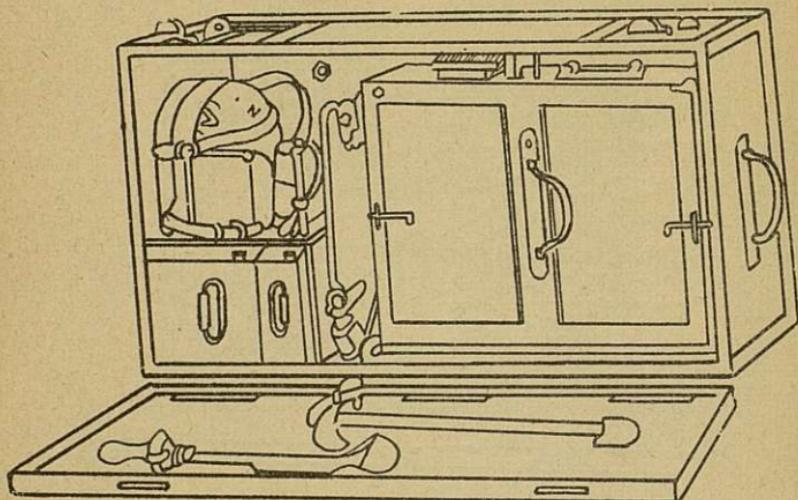


(Fig. 183.)

tejo, en la parte superior, sostenidos por dos listones *TT*; el estuche del heliógrafo debajo y a la derecha; la cartera de las banderas a la izquierda del heliógrafo; el antejo delante de la caja de docu-

mentación y la caja de efectos de escritorio en el ángulo inferior del lado derecho (fig. 182).

La caja número 2 (fig. 183) contiene: el Mangín, su mesilla, depósito de petróleo, el soporte y mesilla



(Fig. 184.)

del antejo, los gemelos, el hacha y el marrazo; la colocación puede verse en la figura 184.

El baste y la sobrecarga son idénticos a los de la carga doble.

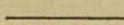
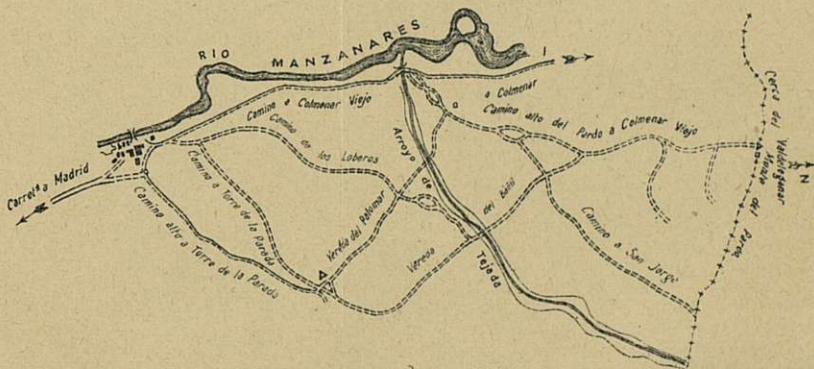
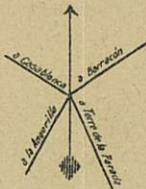


LÁMINA I

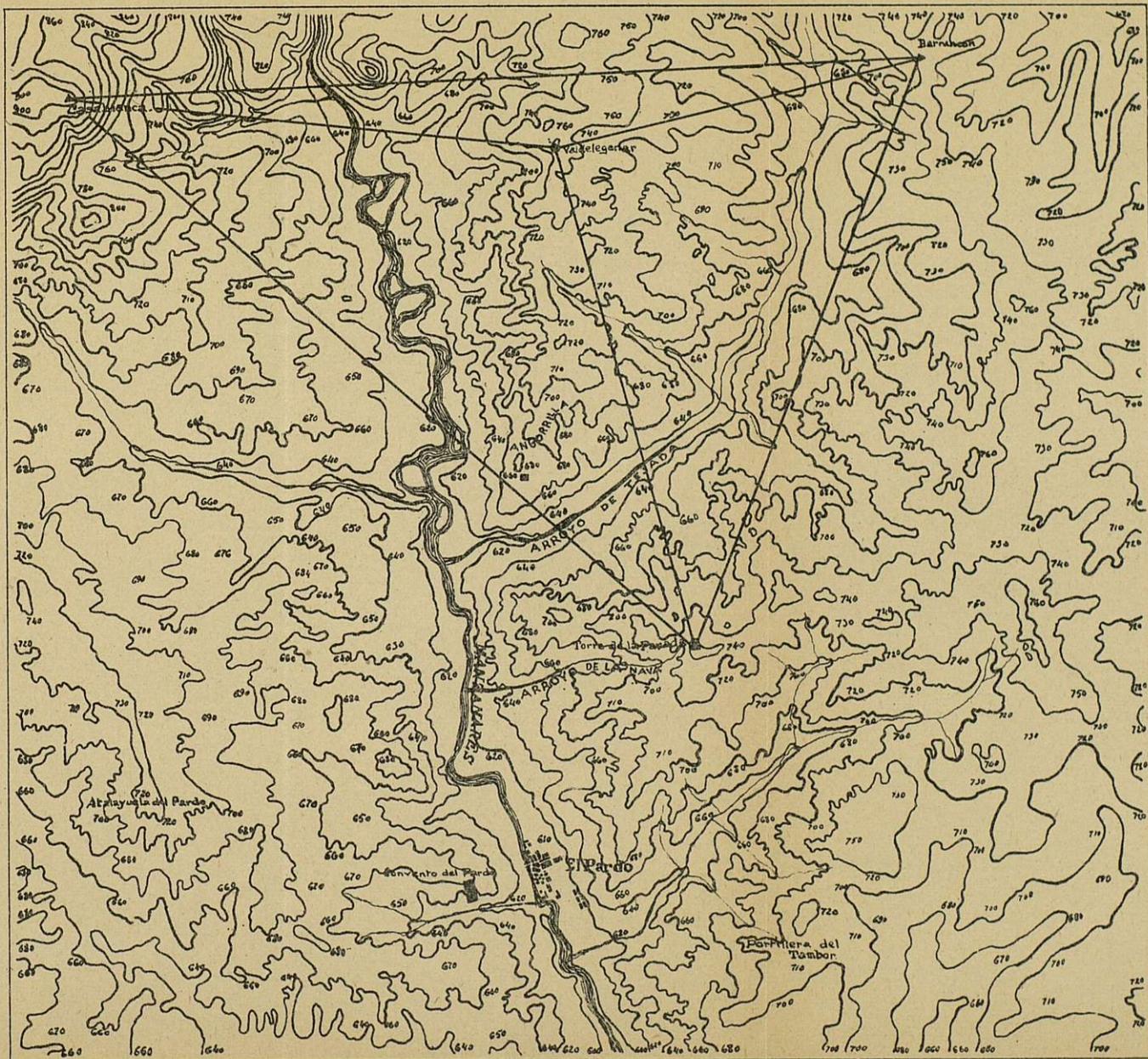
Cuadro guía de la estación n.º

Posiciones que debe ocupar	Estaciones con las que debe establecer contacto	Azmut en Grados	Distancia Kms.	OBSERVACIONES
Debe colocarse la estación en las proximidades de la casa Valdeleguazar ocupando, si es preciso, la hoya del Monte del Puerto o el tejado de la casa	Carabancha (edificio)	85°	6,100	Seguramente hay contacto
	Barracón (edificio)	285°	4,650	Seguramente hay contacto
	Bogorella (edificio)	170°	4,300	El contacto es dudoso; de no existir dar vueltas por Torre de la Tracata. Seguramente hay contacto.
	Eora de la Bodega (edificio)	195°	6,350	



Salir de El Puerto por el Camino de Colmenar Viejo, paralelo al río, de dirección general Sur-Norte, hasta llegar al Puente de la Bogorella que está a unos 4 kms del origen; tomar el camino alto del Puerto a Colmenar Viejo que desvía ligeramente hacia el Este y sigue la divisoria del Manzanares y arroyo de Cojeda; a unos 600 mts del puente, si encuentra la casa de la Bogorella, continuar el camino y un Km después se encuentra un cruce; hay que seguir por la izquierda y en lo sucesivo no hay confusión fácil por que los caminos que deberían a la derecha abandonar rápidamente la divisoria; se llega a Valdeleguazar a las dos horas de marcha a paso ordinario.

LÁMINA II



CABALLERIA

Instrucción táctica. Tomo I.....	1926	1,00
id. id. Tomo II.....	1926	1,00
Equitación militar	1926	2,00
Juego del Polo militar.....	1926	1,50

ARTILLERIA

Instrucción táctica (a pie).....	1926	1,00
id. id. (de carreteo).....	1927	0,50
id. id. de Artillería de montaña	1927	1,25
Reglamento Topográfico Artillero. Tomo I.....	1928	1,75
id. id. id. Tomo II.....	1928	1,50
Empleo de la Aeronáutica en la observación del tiro de la Artillería y reconocimiento de objetivos.....	1926	1,00

INGENIEROS

Señales y circulación.....	1926	1,50
Personal del movimiento de trenes.....	1926	1,50
Capataz y obrero de vía.....	1926	0,60
Instrucción de las tropas de Pontoneros. Tomo I.....	1928	1,50
id. id. id. Tomo II.....	1928	1,50
id. técnica del personal de Telegrafía eléctrica.....	1928	1,75
id. id. id. de id. óptica.....	1928	1,75

INTENDENCIA

Instrucción táctica. Tomo I.....	1926	1,50
id. id. Tomo II	1926	1,50
id. para el suministro de carne por los parques de ganado de Ejército	1928	0,50

SANIDAD

Instrucción de Camilleros.....		0,50
Servicio de Veterinaria en campaña.....	1927	0,25

REGLAMENTOS EN PREPARACION

Anexo II al Reglamento para la Instrucción de Tiro con armas portátiles.—Instrucción de tiro con armas de acompañamiento de la Infantería (morteros).

Anexo VI al Reglamento para la Instrucción de Tiro con armas portátiles.—Nomenclatura, descripción sumaria y entretenimiento de la pistola «Astra» y de sus municiones.

Reglamento de puentes para el uso del Oficial de Zapadores en campaña.

Anexo III al Reglamento para la Instrucción de Tiro de la Artillería de Campaña—Descripción y manejo del material empleado en maniobras de fuerza y transporte.

Anexo IV al Reglamento para la Instrucción de Tiro de la Artillería de Campaña.—Descripción y empleo táctico y técnico de los proyectores.

Anexo V al Reglamento para la Instrucción de Tiro de la Artillería de Campaña.—Nomenclatura, empleo en fuego y conservación de los materiales de Artillería de montaña y ligera.

Anexo X al Reglamento para la Instrucción de Tiro con armas portátiles.—Nomenclatura, descripción sumaria y entretenimiento de los Carros de Tiro Ligeros.

Reglamento para la instrucción teórica y práctica del mecánico automovilista (Libro 1.º).