MEMORIAL DE INGENIEROS

MEMORIAL

DE INGENIEROS

DEL EJÉRCITO

COLECCIÓN DE MEMORIAS

QUINTA ÉPOCA.—TOMO XXXVIII

(LXXVI DE LA PUBLICACION)

Año 1921

MADRID

IMPRENTA DEL MEMORIAL DE INGENIEROS

1921

INDICE

de las obras sueltas que comprenden las entregas del MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO publicadas en el año de 1921.

Conveniencia de establecer los aparatos de onda continua en las Estaciones Nacionales de Telegrafía sin Hilos, por el capitán de Ingenieros don ENRIQUE GALLEGO VELASCO.=Consta de 24 páginas y 12 fotograbados intercalados en el texto.

Cometas militares. Su aplicación para obtener observatorios elevados, por el coronel de Ingenieros D. FRANCISCO DE P. ROJAS.=Consta de 88 páginas y 51 fotograbados intercalados en el texto.

Acuartelamiento.=Pliegos 3 al 10. (Se continuará).

Ponencia sobre Higiene y Salubridad de las colectividades obreras, por el capitán de Ingenieros D. ANTONIO PARELLADA GARCIA.=Consta de 39 páginas.

La Legislación española ante los grandes problemas de la ingeniería sanitaria, por el teniente coronel de Ingenieros D. EDUARDO GALLEGO RAMOS.= Consta de 26 páginas.

Apuntamiento sobre algunos de los factores que más afectan a nuestra economía nacional, por el teniente coronel de Ingenieros D. FRANCISCO LOZANO. =Consta de 53 páginas.

Ensayos abreviados de «Heladicidad», del Laboratorio del Material de Ingenieros.=Consta de 30 páginas.

Estereofotogrametría con placas horizontales, por el capitán de Ingenieros D. RAMÓN SANCHO.=Consta de 45 páginas y 15 fotograbados intercalados en el texto.

Carreteras y Ferrocarriles, por el teniente coronel de Ingenieros D. EUSEBIO GIMÉNEZ LLUESMA.=Consta de 15 páginas.

Restauración del Alcázar de Toledo, por el comandante de Ingenieros D. CARLOS BARUTELL.=Consta de 26 páginas y 8 fotograbados intercalados en el texto.

Conveniencia de establecer los aparatos de onda continua en las Estaciones Nacionales de Telegrafía sin Hilos.

ENRIQUE GALLEGO VELASCO

* CAPITAN DE INGENIEROS *

CONVENIENCIA DE ESTABLECER LOS APARATOS DE ONDA CONTINUA EN LAS ESTACIONES NACIONALES DE TELEGRAFIA SIN HILOS

COMUNICACION PRESENTADA AL

PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA

CELEBRADO EN MADRID EN NOVIEMBRE DE 1919



IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS». - MADRID. 1921.

DESDE 1896, en que fundándose Marconi en la teoría de Maxwell y experimentos de Hertz realizó los primeros ensayos para la comunicación a distancia valiéndose de las ondas hertzianas, la Telegrafía sin Hilos no ha cesado de hacer grandes y continuos progresos. De la chispa ronca de gran amortiguamiento y poca energía, producida en la primitiva disposición de Marconi, se pasó dos años más tarde a excitar la antena por medio del circuito oscilatorio de Braun, dando origen a la *Telegrafía sintonizada*, por la variación del grado de acoplo entre los circuitos excitador y radiador.

El circuito oscilante, que era al principio excitado por una bobina de Rumkorff, alimentada por corriente continua interrumpida, fué sustituído, siguiendo las indicaciones de Blondel y Fleming por el empleo de un transformador unido a un alternador de 25 a 30 períodos por segundo, en el cual, gracias a la sobretensión lograda por la *resonancia* del circuito total de carga, producía con el empleo de un sencillo transformador industrial, la carga del condensador a muy alta tensión, llegando a obtenerse un número de descargas o chispas por segundo, comprendido entre 15 y 30. Este sistema de chispas ordinarias fué casi el único empleado hasta 1907, en que, por los experimentos de Wien, del empleo de la chispa ahogada o extinguida, que origina la excitación por *choques*, oscilando libremente la antena, y por el aumento hasta 500 períodos de la frecuencia de la corriente producida en el alternador, nació el sistema de chispas frecuentes o *musicales*, explotado por la Compañía Telefunken, en Alemania, mientras en Inglaterra la Compañía Marconi (que desde 1900 empleaba la sintonia por la célebre patente de los cuatro sietes) producía oscilaciones análogas, empleando el excitador de disco giratorio a la velocidad necesaria para producir la nota musical.

Estos sistemas de chispas musicales, que ofrecen sobre los de chispa ronca ventajas tan innegables como la de producir ondas de menor amortiguamiento y, por tanto, más puras, mayor rendimiento o aumento de acción a distancia para igual gasto de energía, mejor sintonización entre las estaciones, lograda ésta no sólo por la frecuencia de las oscilaciones, sino también por la de las descargas o trenes de ondas, y mayor claridad

de las señales que no se confunden con las producidas por las descargas atmosféricas, se extendieron rapidísimamente por todo el mundo, colocando la Telegrafía sin Hilos entre los inventos más útiles y provechosos.

Tanto las grandes estaciones interoceánicas como las de potencias medias y las pequeñas, semifijas o portátiles, empleadas en el Ejército y la Marina, son de este sistema de chispa sonora, en el cual, por las naturales competencias entre las casas constructoras para fabricar e instalar sus aparatos, se ha llegado a un perfeccionamiento y seguridad del servicio, como nunca se había soñado.

De mediados de este período, 1907-1914, data la construcción en nuestro país, primeramente de una red militar a base de sistema Telefunken, y poco después de una red concesionaria de servicio público, construída y explotada por la Compañía Marconi a principios del año de 1912. Mientras tanto, gran número de estaciones flotantes eran instaladas en la Marina mercante, exclusivamente del sistema Marconi, mientras que la Marina de guerra equipaba con estaciones Telefunken las pequeñas unidades y con Marconi las de la nueva escuadra.

La onda continua. Su comparación con la onda amortiguada.

En el afán de perfeccionar los sistemas de chispa amortiguada por la disminución de su amortiguamiento, alcanzando decrementos logarítmicos de 0,02 y aun inferiores, se llegó a la generación de un gran número de trenes de onda por segundo, compuesto cada tren de una ondulación de frecuencia y amplitud prácticamente constante, obteniéndose de este modo una verdadera emisión de onda no amortiguada o *entretenida*, interrumpida regularmente por los intervalos existentes entre las descargas o chispas del transmisor, pausas cuya duración depende del tiempo en que el condensador es de nuevo cargado.

Mientras la Telegrafía de chispa hacía tales progresos, un grupo de sabios, entre los que figuraban Thomson, Tesla, Simon y Dudell, trataban de perfeccionar prácticamente el experimento que el físico últimamente citado descubrió el año 1900 con el nombre de *arco cantante*—llamado así por la nota musical que emite un arco voltaico introducido en un circuito oscilante—, fenómeno que no pudo a principios utilizarse prácticamente por las grandes capacidades y auto-inducciones, que era preciso emplear para obtener las longitudes de onda usadas en la práctica de la Telegrafía sin Hilos. Al ingeniero danés Waldemar Poulsen le era reservado en 1903 obtener un arco de empleo práctico, haciéndole

saltar en una atmósfera de hidrógeno, refrigerando enérgicamente sus eléctrodos y sometiendo la llama del arco a la acción de un potente electroimán.

A raíz de estos felices experimentos se constituyó en Dinamarca la Sociedad «Amalgamated Radiotelegraph», explotando las patentes de Poulsen y Forest, la que construyó estaciones en Lyngby, cerca de Copenhague; Cullercoats, próxima a Newcastle; Knockre, en Irlanda; San Francisco de California y Honolulu, en el Pacífico, etc.; con potencias variables entre 20 y 40 kilovatios, útiles en el arco. A pesar de esto, las grandes naciones continuaban construyendo estaciones de chispa, de nueva planta, como las de Clifden (Irlanda) y la reciente de Glace-Bay (Terranova), la moderna de la torre Eiffel, de 150 kilovatios (inaugurada al empezar la guerra) y las grandiosas de Coltano, en Italia, y Stavanger, en Noruega, ambas de 300 kilovatios de energía efectiva, comunicando Coltano con la República Argentina y Massaua (Africa Oriental), y la segunda, no terminada aún en 1914, para comunicar con Boston.

Aunque hoy día no ha decrecido lo más mínimo la importancia y valor técnico de estas grandes estaciones, es lo cierto que el empleo tan amplio que de la onda continua se ha hecho durante la pasada guerra, ha dado lugar a que en tiempo relativamente corto estas nuevas ondas hayan sufrido intensas pruebas que han puesto de manifiesto sus excelentes cualidades, por lo que hoy día son cada vez más empleadas, tanto en estaciones fijas de grande y media potencia, como en las móviles de pequeña potencia para uso de los ejércitos y de las naves aéreas.

Comparadas con las débilmente amortiguadas, no existe entre unas y otras separación sensible, ya que, como al principio decimos, los modernos sistemas de chispa generadas en el descargador Marconi a gran velocidad, producen ondas prácticamente de amplitud constante, separadas por cortísimos intervalos de silencio. La diferencia entre unas y otras consiste más bien en el modo de emplearlas, ya que las continuas no sólo son una oscilación no interrumpida de amplitud y frecuencia invariable, sino que la antena transmisora las irradia de un modo constante, tanto en el período del trabajo como en el de reposo, mientras las amortiguadas sólo irradian cuando el manipulador está bajo; esto representaría un 40 por 100 de beneficio de energía consumida a favor de las amortiguadas a igualdad de coste de producción del kilovatio.

A propósito de las excelentes cualidades atribuídas a las ondas continuas, no podemos por menos de traducir textualmente lo que se dice en una obra alemana, dedicada en gran parte al estudio de estas nuevas ondas.

«Las ondas continuas, como tales ondas eléctricas de todo sistema radiotelegráfico, sufren pérdidas en su camino; pero de la práctica se deduce que con igual energía oscilatoria en la antena transmisora, el alcance con onda continua es *considerablemente mayor que con la amortiguada,* y además la *sintonia es mucho más aguda,* siendo las pérdidas (debidas a obstáculos topográficos y por influencia del día y de la noche, época del año, etc.), considerablemente menores.

»La primera propiedad puede explicarse por el hecho de que la acción sobre los relevadores de onda generalmonte usados (de los que el detector de cristal es el tipo) es proporcional a la energía de la radiación y no a la tensión máxima, teniendo las ondas continuas mayor producto, tensión por intensidad, por tiempo, que las amortiguadas, de gran valor inicial, pero que decrecen para dar lugar a intervalos inactivos de silencio. En cuanto a la notable propiedad de la disminución de pérdida al chocar las ondas con los obstáculos, podría explicarse comparándola al conocido fenómeno mecánico, de que es más fácil poner en movimiento un vagón de ferrocarril, por la acción de sucesivos y prolongados pequeños impulsos que no por un golpe fuerte, pero aislado. Análogamente, la oscilación detenida por el obstáculo puede ser más fácilmente puesta de nuevo en movimiento por la sucesión de los pequeños y continuos esfuerzos que traen las ondas posteriores si son continuas, que no, si se envía una fuerza de gran intensidad, pero repentina, ya que entonces es mucho más difícil vencer la inercia de la oscilación interrumpida.

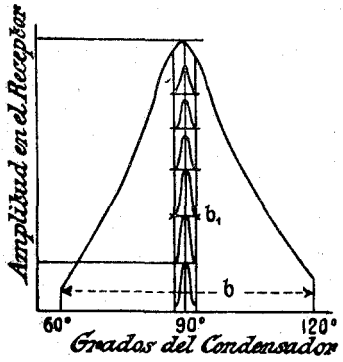


Fig. 1.

Esta pequeña amplitud de la oscilación continua es también la causa de la notable precisión lograda en la sintonia. En efecto; la energía oscilatoria es absorbida al llegar al aparato receptor; en el sistema de chispa de gran amplitud inicial, la anchura *b* (fig. 1) puede marcar en cierta escala (por ejemplo, en grados de condensador de la antena receptora) el espacio en que son perceptibles las señales (60° en nuestro caso): si se trata de oscilaciones continuas, por el contrario, como tiene muy pequeña amplitud, la base es mucho menor con la misma energía obtenida en un período, ya que con ayuda del tikker o con otras disposiciones que mencionaremos más tarde, estas pequeñas amplitudes pueden llegar a sumarse sin que la pequeña base se modifique, base que, referida a grados de condensador, resultará comprendida entre límites mucho más estrechos que anteriormente.

Consecuencia de esta agudeza es la posibilidad de emplear acoplamientos lo suficientemente débiles para que pongan al receptor a cubierto de los trastornos atmosféricos y la posibilidad de que varios pares de estaciones puedan trabajar simultáneamente sin la menor interferencia, con una ligera diferencia entre sus longitudes de onda inferior a 3 por 100, y esto sin tener en cuenta el empleo de los modernos métodos de recepción por *pulsación* o interferencia entre las ondas que llegan y las artificiales generadas en la antena por la válvula de tres eléctrodos, por cuyo medio la selección es tan extrema, que basta una variación de 5 por 1.000 de la longitud de onda, para la que ha sido calibrado el receptor, para que las señales sean completamente inconfundibles, y aun dentro de estos límites las diferentes ondas producen toda la gama de tonos acústicos.

Refiriéndonos a la comparación desde el punto de vista de acción a distancia, supongamos que se emplean en las dos estaciones antenas de igual altura y energía y que sea ésta, por ejemplo, de 9 amperios, estando las estaciones separadas unos cientos de kilómetros, transmitiendo, una, ondas amortiguadas, y la otra, ondas continuas.

Construyamos (fig. 2) las curvas que se obtienen en cada receptor, llevando en abscisas la distancia y en ordenadas las intensidades obtenidas en el receptor. Vemos que a unos 220 kilómetros ambas curvas se

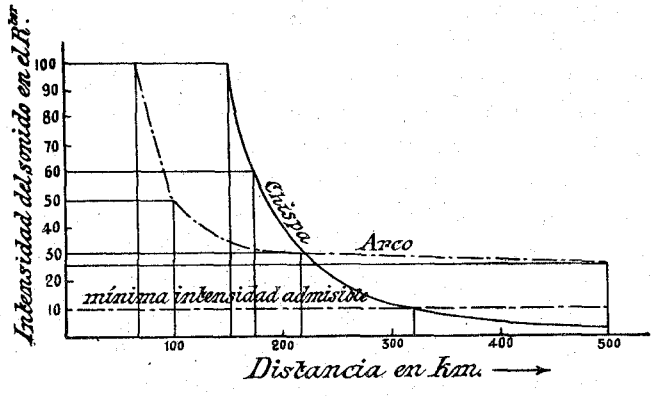


Fig. 2.

cortan, cayendo rápidamente la correspondiente a oscilaciones amortiguadas, mientras la curva de oscilaciones continuas se conserva sensiblemente paralela al eje de las *Xs*. Esto nos dice que a muy cortas distancias la intensidad en la recepción es mayor con oscilación amortiguada; pero a medida que la distancia aumenta, el fenómeno se invierte.

Esto puede también explicarse por la inercia y elasticidad de que

toda oscilación está dotada. Con oscilación continua, trabajando con amplitud pequeña y constante, ponen al éter en oscilación ininterrumpida, que fácilmente se extiende, mientras una impulsión de gran amplitud, pero intermitente, es en parte absorbida por la inercia del medio, que necesitará relativamente mayor cantidad de energía para mantener al éter en oscilación; análogamente a como ocurre en el ya mencionado ejemplo de vagón de ferrocarril.

Consecuencia de este fenómeno es que, empleando el detector de contacto para las oscilaciones amortiguadas y el tikker para las continuas, el alcance logrado con estas últimas es considereblemente mayor que con las amortiguadas para igual número de amperios en la antena transmisora. Sin embargo, con el empleo actual de la válvula amplificadora del detector de cristal para onda amortiguada y simplemente detectora para la continua, esta diferencia es hoy día menos sensible.

Por último, la ventaja más principal y decisiva a favor de la onda continua es la posibilidad de aplicar perfectamente con ellas la telefonía sin hilos, que requiere una oscilación no amortiguada, cuya frecuencia sea superior a la del sonido de mayor altura, perceptible por el oído humano. Pasamos a continuación a indicar someramente los medios actuales de generación de esta clase de onda.

Medios de generación de la onda continua.

Aunque las Compañías Marconi y Telefunken emplean, en general, generador de chispas productoras de grupos de oscilaciones, ambas han aplicado también generadores propios que producen oscilaciones no amortiguadas. El generador continuo Marconi, de alta frecuencia, empleado en Clifden, se fundamenta en las rapidísimas rupturas producidas en un circuito de corriente contínua por medio de un disco rotatorio a gran velocidad, produciendo así corrientes onduladas asombrosamente grandes y de frecuencia muy alta. También ensayó Marconi el empleo del alternador de alta frecuencia, de cuyo uso desistió, adoptando para producir las nuevas oscilaciones el sencillo medio mecánico antes bosquejado, que, dicho sea de paso, le valió el premio Nobel en 1908.

La Compañía Telefunken, en cambio, emplea un alternador construído de modo que produzca una frecuencia fundamental en principio tan alta como sea posible, la cual se amplía a su vez en un transformador polarizado. Sin embargo, los medios clásicos que producen ondas continuas puras y que nacieron con ellas pueden dividirse en tres grandes grupos:

1.° Generación por la válvula de vacío de tres eléctrodos.

2.° Idem por el nuevo alternador Goldschmidt; y

3.° Idem por el arco Poulsen.

a) Por el primer medio se utiliza la válvula de vacío de tres eléctrodos o de doble ánodo, fundada en el mismo principio que las empleadas hoy día como detectoras y amplificadoras para toda clase de ondas, las cuales son una perfección de la antigua válvula de Fleming, fundada en el conocido efecto Edison. Estas válvulas, de las que existen muchos tipos para la recepción (como las «Q», «V-24», «Moorhead», «Round», «Marconi», «Americanas Roome», etc.), son para transmisión algo modificada en lo que a la robustez y tamaño se refiere. Creemos que la válvula será el futuro generador de onda continua para uso de naves, aeronaves estaciones transportables del Ejército y Armada y en general para potencias medias y bajas.

b) Generación por alternador de alta frecuencia.—Donde más se ha extendido esta clase de generación es en Alemania, donde la casa Goldschmidt construye un alternador basado en las propiedades del motor polifásico, produciendo corrientes de una frecuencia comprendida entre 10.000 y 40.000 períodos por segundo, obtenida gracias al empleo de palastros ultradelgados (0,05 milímetros), de gran número de polos (cerca de 400) y de grandes velocidades (3 a 5.000 vueltas por segundo), frecuencia que aún puede elevarse empleando varios circuitos oscilatorios sintonizados adecuadamente, que elevan de modo sucesivo la frecuencia fundamental. De este mismo sistema, que genera ondas muy puras, existen otras variantes, como el alternador Alexanderson, empleado por Fessenden, de hierro giratorio, a la vertiginosa velocidad de 20.000 vueltas por minuto, construído de acero al cromo-níquel y montado sobre un árbol flexible, análogo al de las turbinas Laval. Otro tipo es el Bethenod, explotado por la Sociedad francesa Radioeléctrica, que consta en esencia de varios alternadores en cascada, excitado cada uno por la corriente del precedente.

Sin embargo, el alternador de alta frecuencia tiene el inconveniente de la dificultad de regulación por las variaciones de velocidad debidas a las alteraciones de la carga, aun suponiendo que realmente fueran vencidas las dificultades prácticas de construcción para la moderna industria eléctrica, que pudiera suministrar máquinas tan dificilísimas en pequeñas potencias. Contrariamente al de la válvula el empleo del alternador está, pues, únicamente indicado para las estaciones ultrapotentes. Estación modelo de alternador Goldschmidt es la alemana de Neustad, cerca de Hannover, que, recién terminada la guerra, inauguró su servicio con las españolas de Aranjuez y Carabanchel.

c) Generación por arco.—Llegamos, por último, a la generación por medio del arco Poulsen, objeto principal de esta comunicación.

El arco llena, por decirlo así, la laguna existente entre la válvula y el alternador, pues aunque también es apto para pequeñas potencias (como lo prueba el haber usado los Imperios Centrales durante la pasada guerra gran número de pequeñas estaciones de arco, no sólo transportadas en carros, sino también a lomo, de 1 $^1/_2$ kilovatio), creemos que el arco está más indicado para estaciones de potencias medias.

Como la primera estación española de onda continua, inaugurada con gran éxito en julio de 1919, es de arco Poulsen, y de arco son también muchas de las nuevas que a raíz de la guerra construyen las grandes naciones, pasamos a describir este sistema, poco conocido aún, que ha sido también aceptado por algunas Compañías Marconi.

Fundamento del sistema de arco Poulsen.

Para explicar la generación de ondas cóntinuas por medio del arco, nos valdremos del sencillo esquema dibujado en la figura 3. El circuito de alimentación del arco está formado por una dínamo de corriente continua, una resistencia variable *W* y una bobina de reacción *D r*. El arco no actúa como un sencillo conductor metálico, en que la intensidad aumenta proporcionalmente a la tensión, sino que los polos producen una especie de contrapresión que se opone al paso de la corriente, contrapresión que disminuye a medida que la corriente aumenta, según indica la «curva de

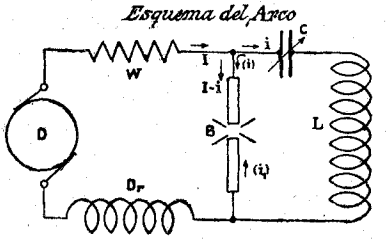


Fig. 3.

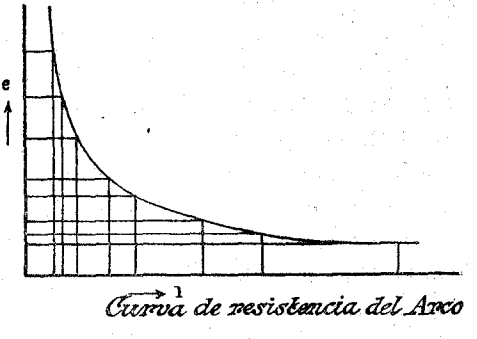


Fig. 4.

resistencia» del arco (fig. 4) obtenida, llevando en ordenadas las tensiones variables a que se le somete y en abscisas las intensidades de corriente que pasan a través del erco. Debido a esto, para lograr que el suministro de energía dado por la dínamo sea lo más constante posible, se coloca en derivación con el arco un circuito oscilante, formado por el condensador *C* y la inductancia *L*, con lo que el proceso de las oscilaciones ocurre del modo que sigue: primeramente, el arco es alimentado por la corriente to-

tal Y, graduada por la resistencia variable W; una parte muy pequeña y de esta corriente total se dirige hacia el condensador, disminuyendo, por lo tanto, la corriente que pasa por el arco, que será únicamente $Y - i$; esta disminución de corriente dará lugar a un incremento en la contrapresión de que antes hablamos, con lo que el condensador se cargará más todavía hasta el momento en que, dada su pequeña capacidad, la carga terminará, descargándose rápidamente a través del arco, con lo que por éste fluirá nuevamente la corriente total Y. Por la curva de resistencia de la figura 4, vemos que este aumento de corriente producirá una disminución en la tensión, es decir, la resistencia del arco, y, por tanto, el amortiguamiento del circuito oscilante habrá también disminuído, lo que será causa de un aumento en la amplitud de la oscilación. Como al mismo tiempo ha disminuído también la resistencia del circuito de alimentación (de que el arco forma parte), correrá sobre el arco una nueva corriente total $(Y + d\,i)$ cuando se haya cambiado de nuevo la dirección de la corriente en el circuito cerrado. La nueva corriente i_1, absorbida por el circuito oscilante, aumentará aparentemente la resistencia del arco $(Y - i_1)$, que, no obstante, seguirá la misma en valor absoluto, gracias a la corriente adicional $d\,i$, suministrada por la dínamo.

Vemos, pues, que tanto la corriente de la dínamo como la oscilatoria, sufriendo una serie de aumentos sucesivos, llegarán a un valor máximo a causa del amortiguamiento del circuito y de la corriente fijada al manantial por la resistencia W, máximo que se conservará ilimitadamente a expensas de la energía suministrada por la dínamo. La oscilación del arco tiene, pues, la forma de la figura 5, y es de notar que así como en el sistema de chispas se obtiene la energía oscilatoria en el circuito oscilante por la carga y descarga de un condensador, cuya capacidad es proporcional a la energía suministrada, en este sistema de arco, el condensador (de capacidad mucho más pequeña) no sirve más que para provocar la producción de energía oscilatoria, a expensas de un manantial exterior.

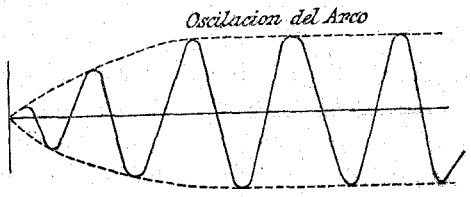


Fig. 5.

La curva característica, que en el primitivo arco Dudell era muy poco pronunciada, lo que obligaba al empleo de un circuito oscilante, de muy gran capacidad y autoinducción con los graves inconvenientes de la dificultad de construir condensadores tan enormes y el de generar oscilaciones de frecuencia excesivamente baja, impropia para telefonía,

fué muy mejorada por Poulsen, que lo encerró en una atmósfera de hidrógeno, con lo que el desgaste de los eléctrodos era el menor posible y el enfriamiento del arco muy rápido, debido no solamente a una enérgica refrigeración de los eléctrodos, sino también a la gran conductibilidad calorífica de dicho gas; éste apagamiento rápido del arco hace más marcada la curva característica, permitiendo el empleo de un circuito oscilante de muy pequeñas capacidad y autoinducción, obteniendo así la suficiente frecuencia necesaria para el uso de la telefonía.

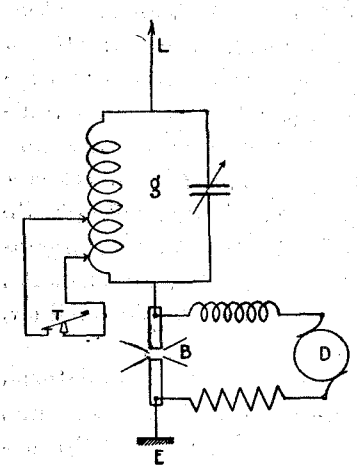


Fig. 6.

Con lo dicho basta para comprender el funcionamiento del transmisor sencillo (fig. 6), en el que *L* es la antena; *G*, el circuito oscilante cerrado, y *B*, el arco alimentado por la dínamo *D*, de 500 voltios; uno de los eléctrodos del arco se une a tierra y el otro a la antena, con lo que el arco se descargará directamente sobre ésta. Como aquí no existen los motivos que precisaban en los sistemas de chispa, el empleo de débiles acoplos, se efectúan éstos tan fuertemente como sea posible (30 a 40 por 100), con lo que la antena recibe la mayor cantidad de energía.

Con este esquema se consigue una sencilla sintonización, pues basta variar la self o capacidad del circuito cerrado introducido en la antena para variar su oscilación propia; todas las manipulaciones son, pues, sencillísimas, pues la pequeña capacidad del condensador (de 3 a 4.000 centímetros) solamente en estaciones de 4 kilovatios hace indicadísimos el empleo de sencillos condensadores de placas. Además, siendo la máxima tensión de la instalación alrededor de 500 voltios, las precauciones a tomar para el aislamiento son relativamente pequeñas. La instalación trabaja además en completo silencio, por la ausencia de excitador de chispas.

Antes de indicar los esquemas generales de transmisores de este sistema, consideramos será de utilidad dar a conocer algunos detalles constructivos referentes al arco, máxime cuando, hasta hoy, no existe ninguna descripción española de este nuevo sistema.

Descripción general de sus aparatos.

Hubo que vencer repetidas dificultades para hacer práctico el empleo del arco, ya que es un hecho, generalmente conocido, el que la lámpara

de arco no siempre arde como debe, observándose a menudo que sufre oscilaciones desagradables que acaban por apagarle para resplandecer con gran brillo a los pocos momentos. El encendido de la lámpara de arco dura siempre cierto tiempo, hasta que arde tranquila, y la tensión en el arco cambia continuamente. Estas malas cualidades debían vencerse antes de nada para hacer posible su empleo en la Radiotelegrafía.

El esfuerzo primordial fué dirigido a aprovechar todo lo posible la propia energía del arco, ya de por sí notablemente aumentada; la extraordinaria radiación de calor debía en lo posible ser disminuída, para evitar tales pérdidas de energía; era preciso, pues, refrigerar enérgicamente el arco, haciendo su eléctrodo positivo de cobre y el negativo de un carbón tan homogéneo como fuera posible, cubriéndolos con una hermética cámara de fuego, llena a su vez de hidrógeno, cuya gran conductibilidad calorífica (a causa de ser el hidrógeno el metal de menor peso atómico y mayor velocidad atómica, por tanto) transportará el calor a la envuelta metálica, la cual a su vez lo cederá a la corriente de aire que exteriormente la rodea, producida por un enérgico ventilador. El hidrógeno y gases quemados son sencillamente repuestos, gracias a la alimentación continua de dicho gas, producida (fig. 7) por un depósito de alcohol *Sp*, que deja caer éste gota a gota sobre la pequeña superficie ahuecada en

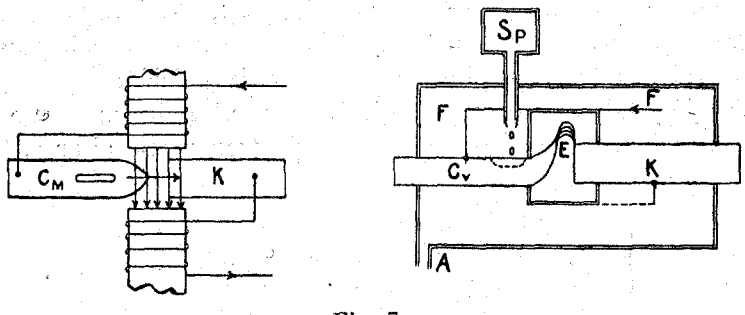


Fig. 7.

la parte superior del eléctrodo de cobre; al caer el alcohol en el eléctrodo caliente se volatiliza rápidamente, constituyendo una envoltura gaseosa continuamente renovada; los gases quemados caen al fondo y son expulsados por el tubo de escape *A*.

Para evitar que el alcohol inunde la cámara del arco se regula automáticamente su caída, gracias a la unión de la llave de alimentación con un contrapeso, que, al ser atraído por el electro cuando pasa corriente por el arco, produce la apertura de dicha llave. Además, para evitar la explosión, que podría formarse al producirse el hidrógeno en el primer encendido, la cámara de fuego está provista de una pequeña válvula de

seguridad. Para el enfriamiento del agua de circunvalación, a través del eléctrodo de cobre, existe un serpentín refrigerado por un ventilador.

Para graduar la separación de los eléctrodos e iniciar el encendido del arco, el carbón va fuertemente roscado a un eje de fibra, terminado exteriormente en un volante, estando el eléctrodo de tal modo fijo, que puede ser apretado para el encendido; pero, una vez libre, tiende a separarse por la acción de dos resortes, tan lejos como lo permitan la posición de la placa de fibra. Para compensar el desgaste de carbón existe un punzón que gradúa el alejamiento entre los eléctrodos. Bajo la manivela del eléctrodo de carbón existe un pequeño motor que actúa directamente el ventilador, y mediante la conveniente reducción de velocidad, pone al carbón en movimiento lento de rotación.

Una vez encendido, es preciso que el arco queme tranquilo, por lo que ha de mantenerse su longitud, evitando el desgaste que continuamente sufre el eléctrodo negativo de carbón; debe, pues, cuidarse que se presente al arco una superficie fresca, y esto se logra por el lento movimiento de giro que antes indicamos.

Pero una nueva condición es necesaria para hacer práctico el empleo del arco, y es obtener *una sufficiente longitud de arco con pequeña distancia de eléctrodos*, lo que, por una parte, precisa gran longitud de arco para que la energía producida sea suficiente, y, por otro lado, no puede ser grande esta distancia, pues si el arco se apagase casualmente, no se podría volver a encender, interrumpiéndose la emisión.

Venció Poulsen esta nueva dificultad, empleando un campo magnético producido por un potente electroimán transversal al arco. Se com-

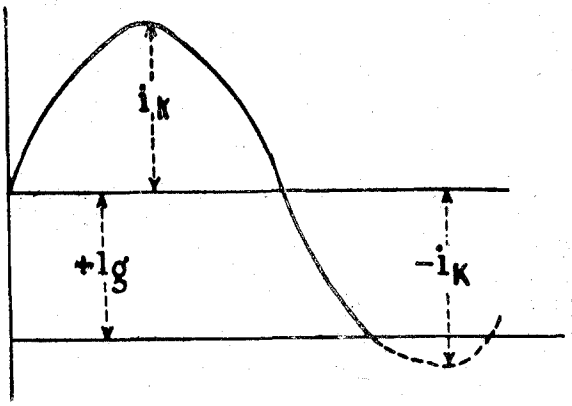


Fig. 8.

prende que el arco se extinguirá en el momento en que la corriente negativa producida en el circuito oscilante del condensador (fig. 8) exceda

en valor absoluto a la de alimentación, puesto que entonces no pasará ninguna corriente por el arco; pero siendo oscilante la corriente del condensador, el arco debe en seguida encenderse, lo que no es posible más que cuando la distancia entre los eléctrodos es pequeña. Se consiguió esta doble propiedad haciendo el eléctrodo de cobre en forma de pico avanzado (fig. 7), con lo que se asegura el cebamiento del arco. Por la acción del electroimán antes explicado, tendremos un conductor movible (el arco) sometido a la acción de un campo magnético, con lo que la llama será alternativamente desviada hacia arriba y hacia abajo, alargándose, por consiguiente, y aumentando la energía generada (mientras la distancia entre eléctrodos en generadores pequeños es sólo de 3 milímetros, se logra por este medio una longitud mínima en la llama del arco de 7 a 8 milímetros).

La acción del electroimán produce además una regulación automática, pues, según se ve en la figura 7, estando el arco en serie con el arrollamiento de los electros, si se aumenta la resistencia del arco disminuirá la intensidad de la corriente, y, por consiguiente, el campo magnético creado por los electros será más débil y el arco menos desviado, con lo que fácilmente se cebará de nuevo; esta dependencia mútua entre la longitud del arco y la fuerza del campo magnético produce una ideal regulación automática, dando lugar a que la caída de tensión en el arco sea muy pequeña y, por consiguiente, los cambios producidos en la longitud de onda emitida sean tan pequeñísimos, que no tengan ninguna influencia en el aparato receptor, aun cuando la sintonia sea muy aguda.

Clases de oscilaciones.

Para comprender mejor la facilidad de disminuir todo lo posible los cambios de longitud de onda, producidos por los apagamientos momentáneos del arco, supongamos (fig. 9) que *i g* es la corriente constante suministrada por la dínamo, e *i k* el máximo de la oscilatoria engendrada por la descarga del condensador. Si la corriente oscilatoria es de la forma indicada en la primera curva, obtendremos entonces una oscilación completamente regular, ya que siempre habrá corriente que pase por el arco, por lo cual éste nunca se apagará; esto es lo que generalmente ocurre en las lámparas de arco en que no existe ningún campo magnético, y sería una oscilación ideal si estuviese dotada de la superficie energía, sólo conseguida introduciendo el campo magnético y aumentando la corriente del circuito oscilante, como indica la segunda curva, en cuyo caso se llega a un punto *a*, en que la corriente de alimentación es igual y contraria a la oscilante, con lo que el arco se apagará, como al mismo tiempo

queda interrumpido el circuito del condensador, la corriente oscilante se anulará igualmente, llegando de nuevo al arco toda la corriente de la dínamo, se volverá a encender después de cierto tiempo, representado por *a b*, en cuyo momento nace otra vez la corriente oscilante. La oscilación que resulta será la marcada de lleno en la figura 9, cuya longitud *L 2*

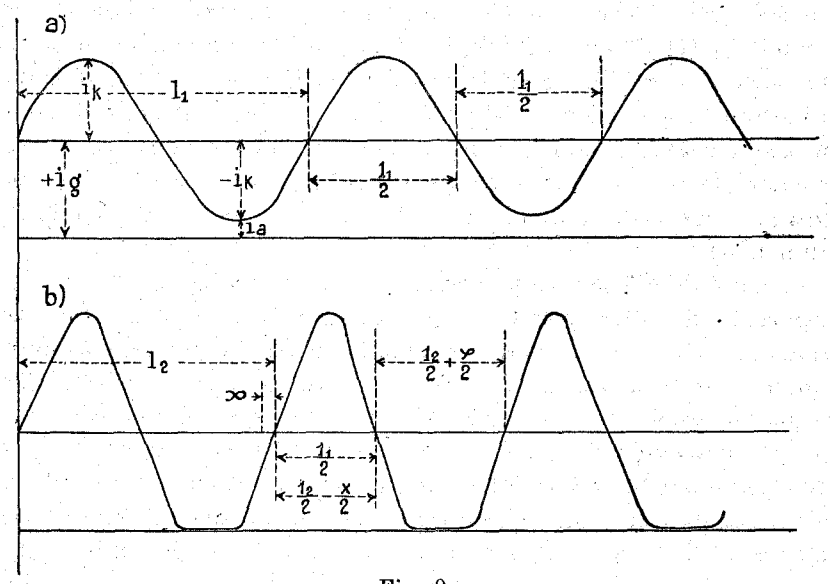


Fig. 9.

será igual a *L 1*, propia del circuito oscilante, más el trozo *X*, correspondiente al tiempo en que el arco estuvo apagado. La semilongitud de onda variará, pues, $^1/_2 L_2 - {}^1/_2 x$ hasta $^1/_2 L_2 + {}^1/_2 x$ diferencia insensible, escogiendo convenientemente la corriente de la dínamo y la del circuito oscilante, haciendo, por ejemplo, que éstas sean de 8 y 9 amperios, respectivamente.

Todavía hay otra tercera clase de oscilaciones, obtenidas cuando la corriente del condensador es considerablemente mayor que la de alimentación, en cuyo caso los lapsos de tiempo hasta el reencendido del arco son tan grandes, que la oscilación obtenida es completamente irregular; como antes dijimos, esto se evita con facilidad, escogiendo convenientemente los valores de la autoinducción y capacidad del circuito oscilante.

Esquemas para Telegrafía.

El montaje más sencillo es el indicado en la figura 6, que goza de la característica de que el arco es directamente introducido en la antena,

con lo que el aprovechamiento de energía es máximo, y segunda, que por medio del circuito de autoinducción y capacidad, montadas en paralelo sobre la antena (llamado montaje en volante), basta graduarlas convenientemente para sintonizar el transmisor a cualquier longitud de onda.

Como indica la figura, el manipulador en situación de reposo pone en corto circuito unas cuantas vueltas de la bobina de antena, con lo cual, al accionarse el manipulador, no se hace más que aumentar un poco la longitud de onda emitida. Esto tiene la ventaja de hacer independiente el encendido del arco del manipulador, una vez que se haya logrado su funcionamiento continuo, gracias al volante de ebonita ya conocido. La antena emitirá continuamente energía, y en el receptor podrán comprobarse dos ondas: una, negativa, correspondiente al período de reposo del manipulador, y otra, positiva (algo mayor en nuestro caso), correspondiente al período de trabajo, dando origen al golpe y contragolpe característicos en la recepción de ondas continuas, que obliga a buscar cuál de las dos ondas es la positiva o verdadera, cosa fácil de lograr en telegramas expresados en lenguaje ordinario, pero muy difícil en despachos cifrados o redactados en idiomas desconocidos.

Una gran ventaja resulta de la emisión de las dos ondas, y es que basta observar el amperímetro de antena para darse cuenta de cualquier defecto o falta de aislamiento, ya que ambas ondas han de producir en el amperímetro desviación casi idéntica, un poco más pequeña para la onda negativa, puesto que, al quedar en corto circuito, varias vueltas consumirán algo de energía, que quedará libre al apretar el manipulador, la intensidad de la corriente en antena ha de oscilar, pues, entre límites muy pequeños, y, por tanto, si el arco no quiere encender o la oscilación del amperímetro no es la ordinaria, será señal de que el arreglo de la antena no es el debido, sufriendo pérdidas por falta de aislamiento, porque la toma de tierra no es franca.

Otra ventaja muy valiosa de la constante emisión es que resulta imposible registrar ambas ondas emitidas en los circuitos aperiódicos (formados por el detector, teléfonos y autoinducción) empleados en las pequeñas estaciones, con lo que éstas no serán molestadas.

Finalmente, siendo continuo y regular el trabajo de la instalación, y variando en tan pequeña cantidad la corriente de la antena, no hay inconveniente que aquélla sea todo lo rápida que exijan los modernos aparatos empleados en la Telegrafía, combinados para la recepción con el registro de las señales por medio del escritor de luz fotográfico (empleadísimo en esta clase de estaciones) o con dictáfono por la impresión de discos sensibles giratorios a gran velocidad, tan empleados en las grandes

estaciones de Marconi, que permiten velocidades de transmisión superiores a 70 palabras por minuto.

La figura 11 indica el esquema completo de una estación de arco, en la que se ve primeramente la dínamo *D* de 500 voltios, con excitación Compound, para que su velocidad no cambie por las probables variaciones repentinas de carga. Una resistencia reguladora *R W I* sirve para que la dínamo suministre la energía precisa. Después de atravesar los aparatos de medida, la corriente va a las barras generales del cuadro, de las que salen tres circuitos independientes:

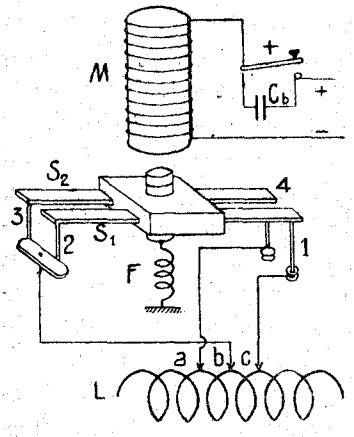


Fig. 10.

a) El de alimentación del arco *1, 1.* La corriente parte de *I*, yendo a la resistencia regulable *R W 2*, va sobre uno de los arrollamientos del electro, sigue al eléctrodo de cobre, arco eléctrodo de carbón, segundo arrollamiento del electro, contactos del relais de seguridad *S R*, volviendo al cuadro. La resistencia *R W 2* sirve para regular la tensión del arco, observada en el voltímetro *W B;* el relais de seguridad interrumpe automáticamente la corriente cuando ésta no sigue el camino debido.

b) Circuito *2, 2*, que comprende el motor *M* (para el ventilador y rotación del eléctrodo de carbón) y arrollamiento del relais de seguridad. Una resistencia *W 1* rebaja la tensión de este circuito a 110 voltios; y, por último,

c) Circuito *3, 3*, que va sobre el manipulador (cuya chispa de ruptura es absorbida por el condensador *C v)*, sigue al relais del manipulador, volviendo al cuadro por la resistencia *W 2*, que regula la tensión del trabajo.

La figura 10 indica el detalle del manipulador relais, constituído por los cuatro contactos de dos flejes unidos a la armadura del electro *M*, que vence la acción del resorte *F*, *L* es la autoinducción de antena y *a c* las tres o cuatro espiras puestas en corto circuito mientras no se actúa el manipulador; el objeto de los cuatro contactos es dividir en cuatro partes la tensión existente entre *a* y *c*, ya que la corriente de la autoinducción, tiene a partir de *b* los dos caminos de la propia self y los *b 21 c*, *b 34 a*. Este relais, es sólo empleado en estaciones superiores a 5 kilovatios.

Volviendo a la figura 11, el circuito de antena se une al arco por el

eléctrodo de cobre, mientras que el carbón se une a tierra por intermedio del amperímetro de antena *A 2*.

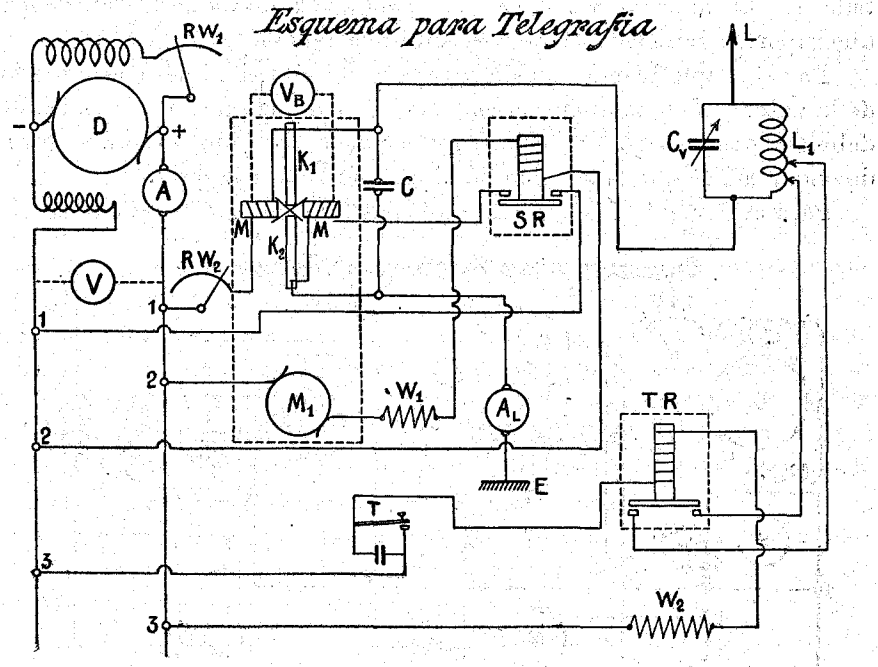


Fig. 11.

B) Esquema para Telefonía.

La figura 12 muestra el esquema para telefonía, el cual se diferencia del anterior, en la introducción del micrófono al pie de la antena y en que el acoplo entre la antena y el arco es inductivo y blando, para que los cambios de resistencia de la antena, motivados al hablar en el micrófono, produzcan una marcada caída de energía que no pueda ser instantáneamente contrarrestada por el manantial, sino al cabo de cierto tiempo, cosa que no ocurriría en el montaje directo, en que por ser muy pequeña la variación, no tendría ninguna influencia en la onda emitida. Además, con acoplo blando se está más a cubierto de las irregularidades en la marcha del arco, evitándose los ruidos extraños a que pudiera dar lugar. Para alcanzar cierto tanto por ciento en el cambio de la resistencia de la antena, pueden emplearse varios micrófonos en serie, que sean igualmente influenciados al hablar. Como los micrófonos ordinarios soportan una corriente máxima de 4 amperios, la energía de la antena queda limitada en la práctica a la correspondiente a una intensidad de 3 y $^1/_2$

amperios (en estaciones de 4 kilovatios) y como la distancia de acción depende de la energía radiada, o sea del cuadrado de la corriente soportada por los micrófonos, se ve la conveniencia de emplear micrófonos que soporten intensidades de corriente relativamente grande.

Por el acoplo blando, puede regularse, no sólo el número de amperios de la antena, sino también la emisión de una onda única, sintonizando debidamente los circuitos abiertos y cerrados, para una exacta longitud de onda, con lo que la emisión de la palabra será más pura.

Para evitar que el micrófono esté constantemente intercalado en cir-

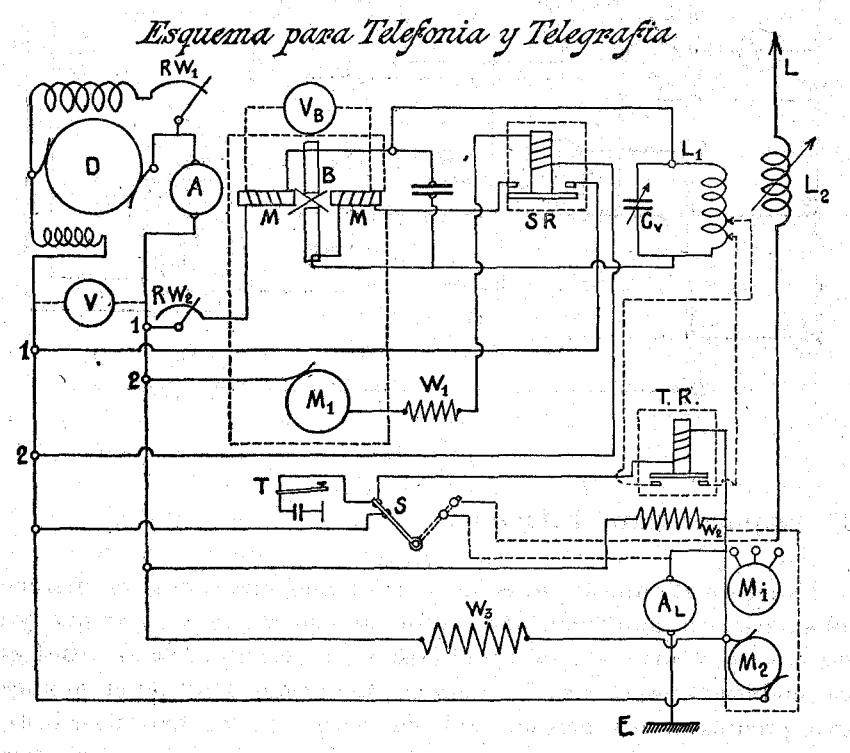


Fig. 12.

cuito, corriendo el riesgo de carbonizarse su membrana por excesiva intensidad, y al mismo tiempo para poder ser empleada la misma instalación con radiotelegrafía, puede fácilmente ser puesto en corto circuito por medio de la llave *S*, en cuyo caso se intercala en la antena el manipulador con su correspondiente relais.

Tanto en este esquema como en el anterior, el relais de seguridad está de tal modo dispuesto, que enclava la instalación, haciendo imposible la alimentación del arco, mientras que por las espiras de su electro

no pasa una parte alícuota de la corriente de la dínamo, lo cual no es posible mientras las palancas de bloqueo de antena y receptor no estén en la disposición de transmisión.

Para el uso del micrófono deben tenerse en cuenta ciertas prescripciones.

Primeramente no se debe gritar demasiado, pues se ha deducido prácticamente que la caída de energía en la antena, motivada por el cambio de intensidad experimentada en el micrófono al hablar, debe ser próximamente la mitad de la total. Es decir, que si ordinariamente la corriente microfónica es de 3 $^1/_2$ amperios, la energía será proporcional a 12,25, y, por tanto, al hablar, el cuadrado de la intensidad debe ser próximamente o sea ésta, de 2 $^1/_2$ amperios. Segundo, el que habla no debe poner la boca sobre la bocina del micrófono, porque entrando ésta en vibración, produciría una voz ronca y confusa. Y, por último, deben ser claramente moduladas las vocales y consonantes, y en la misma frase ninguna palabra debe ser pronunciada más fuerte, bastando con decir que, en general, debe hablarse con voz clara y levantada.

Tanto en las descripciones de los aparatos como en los esquemas posteriores, nos referimos a estaciones cuya potencia está comprendida entre 5 y 15 kilovatios.

Para potencias superiores existen otros tipos de arco empleados prácticamente hasta potencias de 40 kilovatios, por encima de la cual es más conveniente emplear varios arcos acoplados, aunque parece se han construído arcos de 100 kilovatios, y que actualmente se trate en América de construir un potentísimo arco de 1.000 kilovatios, en cuyo caso la instalación va totalmente sumergida en aceite para facilitar el enfriamiento.

Para potencias menores de 5 kilovatios existen otros tipos de arco que, entre otras simplificaciones, llevan las de carecer de relais el manipulador, ejércese el soplado por un electro sencillo, combinado con un anillo de hierro dulce, y tener eléctrodos verticales, estando el de cobre provisto de aletas longitudinales de enfriamiento y siendo fijo el carbón. La alimentación de alcohol se hace automática sin ningún medio mecánico, sino gracias a una hendidura longitudinal que tiene el eléctrodo de cobre, la cual comunica con el depósito alimentador; cuando el arco brota, la diferencia de presiones entre el depósito y la cámara produce una impulsión del alcohol en la cámara, que, al atravesar el eléctrodo de cobre caliente, sale ya volatilizado. Se construyen así estaciones sencillísimas de 1 a 2 kilovatios, con pesos menores de 15 kilos y muy propias para el uso de los ejércitos en marcha y estaciones de desembarco.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que en todas las naciones donde se ha desarrollado la telegrafía sin hilos, van instalándose estaciones de onda continua, para la comunicación a grandes distancias (1), quedando relegadas las de chispa al servicio de las distancias medias y tráfico de barcos.

Que en España se ha instalado ya por la Compañía Marconi, en la estación radiotelegráfica de Aranjuez, un arco de 25 kilovatios para la producción de onda continua, siendo de esperar que se monten disposiciones similares de arco o válvula en las de Barcelona, Cádiz y Canarias, constituyendo así una línea a lo largo de la Península y posesiones, de grandísimo valor práctico.

Que igualmente se está generalizando la instalación en el extranjero de estaciones de válvula generadora de onda continua en las escuadrillas militares aéreas, a fin de poder comunicar estas con las establecidas en los aeródromos, pudiendo éstas, en combinación con los radiogoniómetros y recepción por cuadros, servir para la práctica de la orientación, cuando se opera en zonas desconocidas o brumosas. El Ingeniero que suscribe, propone a la deliberación del Congreso, los votos siguientes:

1.° Sería de alta conveniencia nacional la instalación en Carabanchel (Madrid), por el Ramo de Guerra, de una estación de onda continua, sin perjuicio de terminar la nueva de chispa de 60 kilovatios, actualmente en construcción, y el establecimiento de la onda continua en la estación de nueva planta que el Ministerio de Marina va a instalar en Chamartín de la Rosa (Madrid), con lo que España seguiría la norma de todas las naciones que emplean hoy exclusivamente la onda continua para las grandes «redes o cadenas» que dan la vuelta al mundo, uniendo entre sí los puntos más apartados de la tierra.

2.° Procede igualmente establecer en España una red de pequeñas estaciones de válvula generadora de onda continua, situando éstas en los aeródromos militares y bases navales y en algunas estaciones de la red radiotelegráfica militar actual.

3.° Tanto para favorecer el servicio internacional como el nacional de Telegrafía sin Hilos, convendría instalar la onda continua en las estaciones civiles de Barcelona, Cádiz y Tenerife.

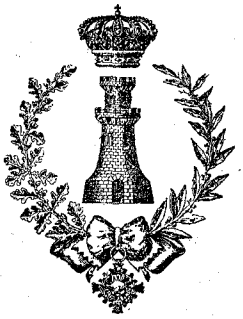
(1) Entre las más importantes, figuran las americanas de Arlington, San Diego, California y Cavite (Filipinas), con potencias en los terminales de la dínamo, de 200 a 600 kilovatios y las recientemente montadas en París (Torre Eiffel), Lyon y la nueva de Burdeos, que tiene la enorme capacidad de 1.100 kilovatios. En Alemania y Dinamarca funcionan ya desde algunos años gran número de estaciones de arco y alternador.

COMETAS MILITARES.

FRANCISCO DE P. ROJAS
CORONEL DE INGENIEROS

COMETAS MILITARES

SU APLICACIÓN PARA OBTENER OBSERVATORIOS ELEVADOS



Madrid.—Imprenta del «Memorial * * * * * * de Ingenieros del Ejército». 1921

PRIMERA PARTE

Experiencias previas y nociones teóricas.

Objeto de este trabajo.—Las principales aplicaciones de las cometas al Arte de la Guerra, intentadas hasta la fecha, han sido las siguientes:

1.ª En los Ejércitos, para substituir al globo cautivo en todos sus cometidos, proporcionando observatorios elevados, cuando lo intenso del viento hace imposible el empleo de aeróstatos cautivos, cualquiera que sea su tipo.

En las Escuadras, para suplir, en todo tiempo, al globo cautivo, de difícil empleo a bordo, tanto por el escaso espacio de que en los buques se dispone, como por lo embarazoso del material necesario y lo complejo de la maniobra.

2.ª Proporcionar, en campaña o maniobras, medio sencillo de transmitir simultáneamente a las diversas unidades de un Ejército o de una flota de guerra ciertas órdenes generales de antemano convenidas.

3.ª Facilitar a los Ejércitos y a las Escuadras medio de disponer de blancos elevados, fijos o móviles, que les permitan el estudio de las reglas especiales de tiro para batir, eficazmente, este género de objetivos.

4.ª A la Fotografía aérea de carácter militar o naval.

5.ª A la Telegrafía o Telefonía sin conductores, permitiendo disponer fácilmente, en condiciones determinadas, de una antena de gran longitud.

Aunque de los enunciados anteriores se desprende claramente que todas las aplicaciones ensayadas son interesantes, desde el punto de vista militar, y susceptibles de prestar valiosos servicios, el objeto del presente trabajo (al que sirve de base, por lo que a la teoría de las cometas se refiere, el publicado por el MEMORIAL DE INGENIEROS con el título «Aplicación de las cometas a la meteorología), se concreta al estudio de la primera de las aplicaciones mencionadas, por ser indudablemente la más importante como complemento convenientísimo y, a mi modesto entender, de grandísima utilidad para el servicio de aerostación.

Ignoro si en la pasada guerra se ha utilizado dicho complemento, que varias Naciones tenían en estudio y ensayo.

Si no lo ha sido en la forma y con el desarrollo que su importancia merece, quizá pueda encontrarse la causa de este olvido (realmente inexplicable cuando se han librado varias batallas para alcanzar la posesión de modestas colinas que permitieran dominar el terreno próximo) en la marcadísima preferencia otorgada a la aviación militar por casi todas las Naciones en los años precursores a la gran guerra, dejando un tanto relegado a segundo término al servicio aerostático, hasta que las incidencias de la campaña hicieron comprender (sobre todo a los aliados) el grave error que suponía la injustificada preterición mencionada, y que ambos servicios no solamente no son, ni pueden ser, antagónicos y rivales, sino que se complementan y compenetran admirablemente.

Es, pues, de suponer conserve la aerostación la importancia y el lugar que tan gallarda como sangrientamente supo reconquistar en los campos de batalla, y que tanto los Ejércitos como las Armadas de los diversos países se ocupen, con el interés que merece, de la organización y perfeccionamiento de los útiles trenes de cometas, complemento, a mi juicio indispensable, de toda unidad aerostática y de toda Escuadra y base naval.

Creo cumplir un deber llamando la atención sobre punto que, si no estoy equivocado, ha de adquirir gran interés, reuniendo en este modesto trabajo los, por desgracia, no muy numerosos ni concretos datos que he logrado adquirir relativos a esta importante aplicación de las cometas al Arte de la Guerra, trabajo que quizá pueda ser de alguna utilidad a nuestros aerosteros.

Procedimientos ensayados para aplicar las cometas a la elevación de observadores.—Aunque la idea de realizar ascensiones por medio de cometas es indudablemente muy antigua en el hombre, es lo cierto que, prescindiendo de algunas tentativas, hechas, al parecer, en época remota y de las cuales no existen descripciones ni referencias dignas de crédito, no se intentó verificarlas de un modo metódico y serio hasta época muy reciente.

Dos son los procedimientos que, desde luego, se ocurren para elevar grandes cargas por medio de cometas:

1.° Emplear una sola cometa de las dimensiones necesarias para proporcionar, con cierta velocidad de viento, la fuerza ascensional o esfuerzo sustentador preciso para elevar el peso que supone el propio del aparato, el observador y el cable de retención.

2.° Utilizar cometas de dimensiones moderadas que, enlazadas en el número preciso, según la velocidad del viento y de modo conveniente,

sumen sus esfuerzos sustentadores hasta obtener el necesario para la aplicación que se pretende.

Es, desde luego, evidente que el segundo sistema es preferible al primero, tanto por su mayor elasticidad y radio de aplicación (puesto que variando el número de cometas que compongan el tren, sería posible su empleo en muy diversas circunstancias de viento), como por ser estas cometas de tamaño medio mucho más fáciles de construir y de manejar que las enormes cometas que el primer procedimiento exige.

Sin embargo, es curioso el hecho de que las primeras tentativas llevadas a cabo para elevarse con cometas en diversos países, hayan sido siempre con cometa única, recurriendo al segundo procedimiento, después de comprobar en la práctica las dificultades del primero, dificultades que, realmente, se hacen patentes a primera vista.

Debo advertir que en este trabajo supongo conocida la teoría de las cometas planas o celulares expuesta con detalle en la Memoria ya mencionada, a la que me referiré siempre que sea preciso.

Primer procedimiento. Experiencias con cometa única.—Unicamente a título de curiosidad histórica mencionaremos los siguientes ensayos hechos por el primer procedimiento, hoy día abandonado por completo.

Año 1886: Experiencias de Mr. Maillot.—Refiere Mr. Maillot que, hallándose el año 1870 prisionero de los prusianos en la fortaleza de Custrin sobre el Oder, y al ver la imposibilidad de elevar un globo esférico cautivo un día en que las rachas de viento abatían a tierra al aeróstato, le ocurrió la idea de utilizar la considerable energía de la corriente aérea para efectuar ascensiones con cometa.

Vuelto a su patria, comenzó una serie de ensayos con objeto de suprimir la cola empleada en las cometas, sin perjuicio de su estabilidad en el aire, ideando y construyendo diversos e ingeniosos tipos de cometas que volaban perfectamente sin necesidad de dicho órgano estabilizador.

En febrero de 1886 comenzó Maillot sus ensayos serios con una formidable cometa plana de forma de octógono regular y de 72 metros cuadrados de superficie. Después de diversos tanteos y modificaciones, logró en mayo del citado año elevar con ella un peso de 70 kilogramos, realizando nuevas experiencias el 16 de dicho mes, a presencia del Ingeniero y miembro de la Sociedad francesa de Navegación Aérea Mr. du Hauvel.

La figura 1 representa la cometa y la disposición especial ideada por Maillot para variar a voluntad el ángulo de incidencia o de ataque de la cometa al variar la velocidad del viento, tratando de obtener por este medio un esfuerzo de sustentación constante. La armadura de la cometa estaba formada por cuatro piezas de madera de 9,40 metros de longitud

cada una; los dos largueros $L\,L'$ y los dos travesaños $T\,T$, $T'\,T'$, clavados y ligados en sus puntos de cruce; sobre esta armadura tendía la tela (muy resistente), reforzada en sus bordes libres con una cuerda pasada por un dobladillo.

El peso de la armadura (igual al de la tela) era de 35 kilogramos; pero en los ensayos comprobó la debilidad de la primera, que reforzó para pruebas posteriores.

Para deducir la longitud de las piezas mencionadas, basta fijarse en que es el doble de la apotema de un octógono regular de 72 metros cuadrados de superficie, y recordar la fórmula general que da el aérea S de

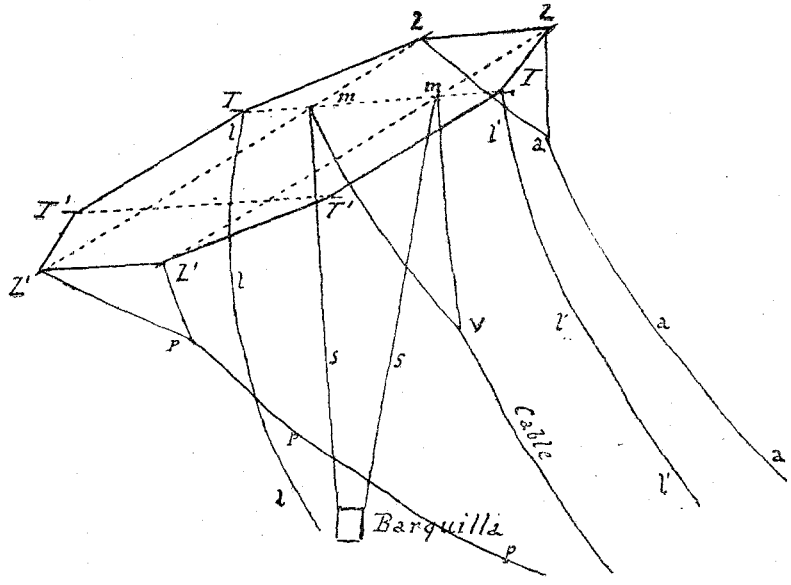


Fig. 1.

un polígono regular en función de su apotema a y del número de lados n. Dicha fórmula es $S = n\,a^2\,\text{tg.}\left(\frac{180^\circ}{n}\right)$, que, aplicada al caso de que se trata, en el que S es 72 metros y $n = 8$, da $72 = 8\,a^2\,\text{tg.}\left(\frac{180}{8}\right)$ $= 8a^2\,\text{tg.}\,(22^\circ - 30')$, y efectuando operaciones correspondientes, resulta $a^2 = 21{,}73$ » $a = 4{,}66$ metros, y, por consiguiente, $L\,L' = 2\,a = 9{,}32$ metros, y en números redondos 9,40 metros.

De los puntos m partían los dos ramales de la retención o brida de la cometa, enlazándose a su punto de unión el cable que la retenía cautiva. A dichos dos puntos se unían las dos cuerdas s de suspensión del asiento

que debía ocupar el aeronauta, y de las cuales se colgaba el saco de lastre de peso equivalente, puesto que, en realidad, no llegó a elevarse persona ninguna en estas experiencias.

A los extremos de la pieza transversal superior se unían dos cuerdas *l:* de la pequeña brida superior arrancaba la cuerda *a* y de otra análoga inferior la *p*, debiendo quedar todas ellas al alcance del tripulante del aparato para que, actuando sobre las *l*, pudiera corregir desequilibrios laterales, y atirantando o aflojando la *p*, variase el ángulo de ataque y con ello el esfuerzo de sustentación de la cometa, componente vertical, como es sabido, de la acción total que el viento ejerce sobre ella. Como dichos ensayos se hicieron en lastre, manejaban las cuerdas citadas desde tierra Maillot y dos ayudantes, volando por esta causa la cometa a muy poca altura. En esta forma practicaron, con éxito satisfactorio, dicho día diversos ensayos, estimando la velocidad del viento en 7 metros por segundo, y siendo el peso total elevado, cometa, cordaje y saco de lastre, de 158 kilogramos.

Posteriormente, aumentó Maillot todavía las dimensiones de su cometa, logrando elevar un peso total de 210 kilogramos; pero, indudablemente, debió descorazonarse en sus ensayos (que no obtuvieron protección oficial casi ninguna) y abandonó el camino emprendido, dedicándose a la aplicación de las cometas a observaciones meteorológicas, entrando como empleado afecto a este servicio especial en el Observatorio de Meteorología Dinámica de Trappes, dirigido y costeado por el insigne físico y meteorólogo Teisserenc de Bort.

En fecha reciente, acariciaba todavía su antigua idea de practicar ascensiones con cometas, pero utilizando el segundo procedimiento (convencido de las dificultades inherentes al primero), sin que haya noticias de haber realizado su constante deseo.

La laboriosidad y los trabajos de Mr. Maillot son dignos de sincero elogio, tanto por haber sido el primero en intentar esta importantísima aplicación, como por lo ingenioso de su idea de modificar a voluntad el ángulo de ataque de la cometa para variar su esfuerzo sustentador, idea recogida y aplicada posteriormente por otros inventores.

Año 1887: Experiencias de Baden Powell en Inglaterra.—En 1887, el entonces teniente del Cuerpo de «Scotch Guards» del Ejército inglés Baden Powell, comenzó sus estudios y trabajos, encaminados a utilizar las cometas para practicar ascensiones. Influído, probablemente, por las tentativas hechas por Maillot, emprendió el mismo camino equivocado, comenzando por construir una gran cometa plana, de forma exagonal irregular (fig. 2), de 11 metros de altura, por 6,35 de ancho, y unos 46 metros cuadrados de superficie.

La armadura se componía de dos cañas de bambú *A B C*, reunidas en sus extremos *A* y *C* y separadas en la parte intermedia *B*, que constituían la espina dorsal de la cometa, y de otras tres cañas de bambú *D*, *E*, *F*, de 6,35 metros de longitud cada una, enlazadas y ligadas a la espina dorsal, y situadas de modo que los espacios *A a*, *a b*, *b C* fueran iguales, y el *a m* igual al *m b*. Las tres cañas transversales estaban encorvadas hacia atrás para que el velamen presentara una cara bastante convexa al viento, que proporcionara a la cometa la estabilidad lateral necesaria.

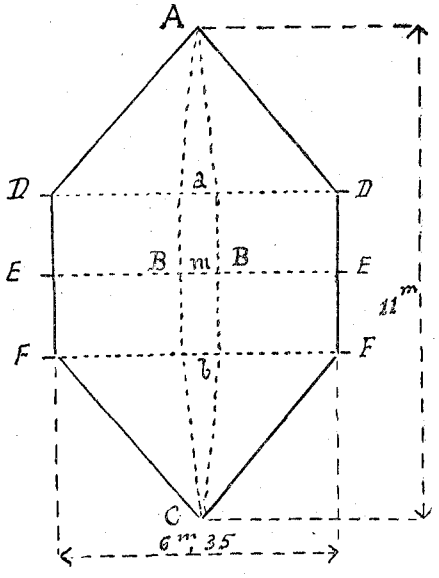


Fig. 2.

La cometa estaba desprovista de cola y la tela empleada en su confección era la batista.

A pesar de la curvatura dada a las vergas transversales, la estabilidad lateral de la cometa resultó deficiente y hubo que recurrir a dotarla de dos cables de retención laterales, de los que pendía la barquilla.

En julio de 1894 hizo el entonces capitán Baden Powell su primera experiencia pública en el campo de Pirbright.

El viento era flojo y muy intermitente, por lo cual no pudo subir el capitán, ocupando su sitio en la barquilla un camarada suyo, más ligero, que se elevó a algunos metros de altura; pero habiendo aumentado el viento, ocupó su sitio Baden Powell, alcanzando repetidas veces 10 metros de altura y no tratando de aumentarla, por merecerle poca confianza la resistencia de la cometa.

En abril y en mayo del siguiente año repitió con completo éxito sus experiencias, consiguiendo elevar un hombre en un día casi de calma, remolcando la cometa por varios hombres a la carrera y por un carruaje arrastrado por un caballo al trote. Las dificultades de construcción y las que la maniobra del embarazoso artefacto presentaba, hicieron comprender al mencionado Capitán que seguía un camino equivocado para conseguir el objetivo que pretendía, abandonando por completo la cometa única en otoño del año citado, para emprender el segundo procedimiento, en el que tan brillantes resultados logró obtener, y de los que nos ocuparemos al estudiar dicho sistema.

Año 1896: Experiencias de Mr. Lamson en los Estados Unidos de América.—La noticia de las experiencias realizadas en Francia y en Inglaterra se extendió pronto por América, siendo Mr. Charles Lamson el primero que en Portland (Maine) comenzó a realizar ensayos de dicho género en agosto de 1896, utilizando un tipo de cometa Hargrave, modificado por él con el objeto de poder variar, mediante una palanca manejada desde la barquilla, la inclinación de la célula posterior, actuando así dicha célula, de modo análogo al timón de profundidades de un aeroplano, disposición que equivale a variar a voluntad el ángulo de ataque. Para corregir los desequilibrios laterales bastaba variar la posición del aeronauta en la barquilla.

En la primera experiencia, hecha el 20 de agosto de 1896, elevó con una cometa un maniquí de 68 kilogramos de peso. La carga de fractura del cable de retención, enlazado a un torno movido a brazo por cuatro hombres, era de 225 kilogramos, y cuando la cometa, con su maniquí, volaba a una altura de 180 metros, una racha de viento produjo la rotura del cable, descendiendo aquélla con gran lentitud a unos 800 metros de distancia.

Alentado por el resultado obtenido en su primer ensayo, construyó Mr. Lamson otra cometa (de la que no he conseguido encontrar una figura siquiera aproximada, pues alguna que he visto resulta perfectamente fantástica), formada por cuatro pares de alas, sostenidas por una armadura de madera, y provista de planos directores verticales en las extremidades libres de cada par de alas.

El cruzamen o envergadura era de unos 8 metros, igual a la longitud de la armadura, construída con pino de América.

La tela empleada en el velamen fué la batista y el peso total de la cometa 45 kilogramos.

La barquilla iba suspendida de la armadura entre los dos pares de alas.

La primera ascensión hecha con esta cometa la hizo un ayudante de Lamson, elevándose a 15 metros, realizando el inventor tres ascensiones y permaneciendo más de media hora en el aire en cada una de ellas.

Se dedicó después a perfeccionar su cometa, añadiéndole una disposición que permitiera al aeronauta modificar el ángulo de ataque, y, por lo visto, abandonó dichas experiencias, pues no se tienen noticias de ensayos posteriores a los citados.

Tales han sido las tentativas y ensayos hechos para realizar ascensiones por medio de cometas, utilizando el procedimiento de cometa única, procedimiento abandonado por completo, para seguir la vía más racional y fecunda de las cometas múltiples o trenes de cometas.

Segundo procedimiento. Trenes de cometas: idea general y nociones teóricas.—En vista de los inconvenientes que presenta la construcción de una cometa capaz de elevar ella sola al aeronauta a la altura necesaria para las observaciones de carácter militar, de las dificultades que ofrece su maniobra y de la poca seguridad y estabilidad que dicho sistema ofrece, por transmitirse directamente a la barquilla las constantes variaciones de velocidad del viento, produciendo un continuo, perturbador y molestísimo movimiento de subidas y bajadas bruscas y de considerable amplitud que fatigan extraordinariamente al observador, restando eficacia a su importantísima misión, se abandonó dicho procedimiento, después de las tentativas que quedan reseñadas, recurriendo exclusivamente al segundo.

Con éste, no sólo desaparecen las dificultades de construcción, sino que se favorece de un modo notable la estabilidad del observatorio aéreo, resultado debido, probablemente, como indicaba el capitán Sacconney, a no ser simultáneos los esfuerzos desarrollados por el viento sobre las diversas cometas que componen el tren, por cuya razón se atenúa mucho el efecto resultante transmitido a la barquilla, por compensarse en general, por lo menos en parte, los ejercidos sobre aquéllas.

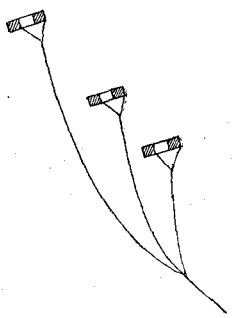


Fig. 3.

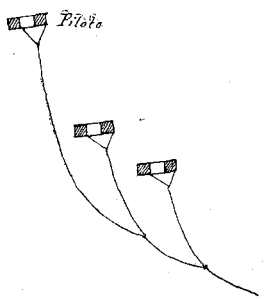


Fig. 4.

Diversos modos de agrupar las cometas para constituir la cometa múltiple o tren de cometas. —Varios son los medios de enlazar entre sí las cometas necesarias para obtener un esfuerzo de elevación determinado, medios que pueden clasificarse en tres sistemas o tipos principales.

Primer sistema.—Cada una de las cometas cuyos esfuerzos se trata de asociar o de reunir, va provista (fig. 3) de un ramal o cable de retención independiente. El ramal de cada cometa es de diferente longitud: se lanzan independientemente y, una vez en vuelo todas ellas, se enlazan los extremos inferiores de sus cables al extremo del de retención del grupo de cometas.

Este sistema de enlace es poco práctico, pues aunque el lanzamiento de las cometas y su enlace al cable general es lo más sencillo posible, presenta el grave inconveniente de los choques que con frecuencia se producen de las cometas inferiores con los cables de las superiores, por la tendencia que tienen a colocarse en un mismo plano vertical (el del viento), choques que perturban mucho el equilibrio del sistema, dando lugar muchas veces a la caída de todas ellas.

Segundo sistema.—En el segundo sistema, los cables parciales de retención de las diversas cometas empleadas (fig. 4) tienen longitudes iguales y se unen al cable principal (sostenido por una cometa que toma el nombre de cometa-piloto) en puntos distintos de dicho cable. Este sistema de enlace es mejor que el anterior: las cometas se lanzan separadamente y, una vez en vuelo, se van uniendo sus cables al principal en los puntos de antemano fijados. Su mayor inconveniente estriba en la necesidad de desarrollar una gran longitud de cable, que constituye un peso inútil de importancia, que reduce el esfuerzo ascensional del tren.

Tercer sistema.—En este sistema, que es el más empleado en aplicaciones militares, se procede como sigue:

Enlazada al extremo del cable principal, se eleva la cometa-piloto;

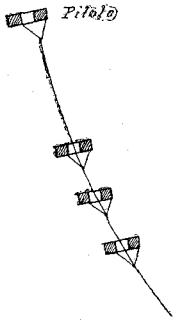


Fig. 5, *a*.

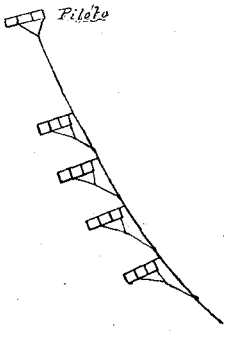


Fig. 5, *b*.

pero para unir a dicho cable las diversas cometas sustentadoras que forman el tren se han aplicado dos procedimientos distintos: en uno de ellos (fig. 5, *a*), empleado en el tren que utilizaba la Armada rusa, ideado por el teniente Schreiber, y en el debido al capitán de Artillería del Ejército francés Madiot, el cable principal atraviesa todas las cometas del tren por el hueco que dejan sus células, y a él se unen por bridas anteriores y posteriores, debidamente calculadas, en puntos bastante próximos; mientras que en el tren inglés Cody y en el del capitán de Ingenieros francés Sacconney, las diversas cometas sustentadoras se enlazan al cable principal, no sólo por unos cortos ramales de retención (fig. 5, *b*),

sino por unas patas de ganso unidas al borde posterior de la célula superior y provistas de unos anillos engarzados en el cable referido.

Al describir los diferentes trenes de cometas especificaré con detalle su organización.

Este tercer sistema ha sido hasta ahora el casi exclusivamente empleado, por ser el que proporciona mayor rendimiento y seguridad, si bien es algo más difícil su lanzamiento. Su mayor inconveniente consiste en estar confiada toda la estabilidad del tren a la que ofrezca la cometa-piloto, pues es evidente que un brusco desequilibrio de ésta influye en el de todo el tren, por transmitirse la perturbación al cable principal, al que van íntimamente enlazadas las cometas sustentadoras. Antes de reseñar las primeras tentativas hechas para utilizar los trenes de cometas en ascensiones montadas y de describir los empleados antes de la guerra en diversos paises, es indispensable dar unas ligeras nociones acerca de la elevación de grandes cargas, cualquiera que sea el sistema empleado, cometa única o trenes de cometas.

Punto al que debe unirse la sobrecarga a elevar.—Respecto al punto en que debe unirse la sobrecarga a elevar, conviene tener en cuenta que, si bien cuando se trate de un peso pequeño puede éste unirse invariablemente a la armadura de la cometa única o a la de la cometa-piloto de un tren de cometas, siempre que se trate del peso considerable que supone el observador, barquilla y elementos de equipo de la misma, se une la carga a un punto del cable principal de retención, fijo o variable.

El enlace directo de una carga pequeña (como lo es el peso de los meteorógrafos en las aplicaciones meteorológicas de las cometas) es posible y fácil, pues si al unir la carga a la armadura de la cometa se efectúa el enlace de modo que el centro de gravedad del conjunto no varíe de posición, las condiciones de equilibrio de ésta serán las mismas de la cometa antigua, con la diferencia de que el peso propio viene aumentado en el de la sobrecarga, es decir, que operando en la forma dicha, lo único que habrá variado es la densidad de la cometa, que del valor $S = \frac{p}{S}$ (siendo p el peso de la cometa) pasará al $S' = \frac{p + p'}{S}$, representando por p' el peso de la sobrecarga.

Es más, en ciertos casos, y eligiendo convenientemente el punto a que deba enlazarse la pequeña sobrecarga en la armadura, para que el de gravedad del conjunto ocupe posición determinada, se podrán corregir por este medio defectos de construcción, mejorando las condiciones de vuelo de la cometa. Por el contrario, como es natural y evidente, dado lo grande del peso a elevar en ascensiones montadas, el enlace directo de

la carga a la cometa en el caso de ser única, es inaceptable por exigir una armadura sumamente resistente y pesada, inconveniente agravado con los bruscos movimientos que en este caso experimenta el observatorio aéreo.

En el caso corriente de trenes de cometas salta, desde luego, a la vista la imposibilidad del enlace directo a la cometa-piloto ni a ninguna de las sustentadoras, por ser todas ellas de dimensiones moderadas e incapaces de sostener la sobrecarga, ya que al esfuerzo reunido de todas ellas está encomendada su elevación y sustentación en el aire. En resumen, la sobrecarga en ascensiones montadas insiste *siempre* sobre un punto del cable principal situado, en general, bastante próximo a la cometa única o a la sustentadora inferior del tren, a fin de economizar en lo posible, y para una altura dada, peso de cables. El mencionado punto de enlace es *fijo* en algunos sistemas y *variable a voluntad del aeronauta* en otros, como más adelante veremos.

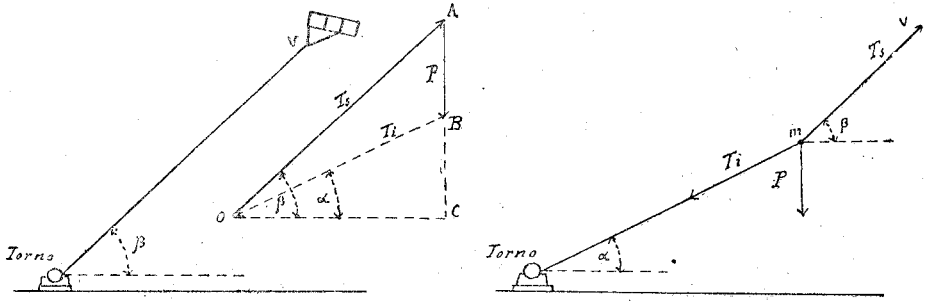


Fig. 6.

Efecto que produce en el cable de retención el peso de la sobrecarga.— Fácil es comprobar que el único efecto que produce la sobrecarga que insiste en un punto cualquiera del cable de retención de una cometa o tren de cometas es *reducir el ángulo que forma con la horizontal el trozo de cable que queda entre el torno y el punto en que insista la sobrecarga, conservándose constante el formado con la horizontal por el trozo de cable sobrecarga-tren.*

En efecto; si prescindimos por de pronto del peso propio del cable que se utilice y consideramos una cometa o un tren de cometas en vuelo (figura 6), sea β el ángulo del cable con la horizontal. Al enlazar el peso P a un punto cualquiera m del cable, como las condiciones de equilibrio de la cometa o del tren de cometas *no han variado,* la acción del viento (suponiendo constante la velocidad del mismo, a pesar de la variación de altura que la adición del peso impone a las cometas) continuará siendo

la misma que antes de colocar dicho peso, y, por lo tanto, el trozo de cable $m\ v$ conservará su antigua dirección y formará con la horizontal el ángulo β.

El punto m está sometido a la acción de tres fuerzas, que lo mantienen en equilibrio: la sobrecarga P, de intensidad y dirección conocidas en cada caso; la tensión T_s, conocida en dirección midiendo el ángulo β (y cuyo valor se sabe determinar para cada velocidad de viento y cometa empleada, y que más adelante veremos, como se determina cuando se trate de un tren de cometas) y la tensión T_i, cuya intensidad y dirección vamos a determinar.

Basta para ello formar el polígono $O\ A\ B$ de las fuerzas conocidas P y T_s, con lo que se obtendrá en $B\ O$ la T_i buscada, en intensidad y dirección, y, por lo tanto, el ángulo α menor siempre que el β. Basta observar la figura, para ver que si la sobrecarga $A\ B = P$ adquiere el valor $A\ C$ u otro superior, no podrá elevarse con la tracción o tensión $O\ A = T_s$ del cable, y habrá que organizar el tren con mayor número de cometas sustentadoras para obtener una tensión cuya componente vertical sea superior a P, e igual, por lo menos, a dicho valor aumentado en el peso del cable necesario para alcanzar la altura deseada, debiendo advertir que el valor *mínimo* del ángulo α, para que la ascensión sea práctica y se realice en buenas condiciones, ha de ser de unos 30°. Bien se comprende, desde luego, la conveniencia de que el ángulo β sea lo mayor posible; pero con cometas celulares, sólidas, para poder luchar con vientos bastante intensos (que es precisamente cuando comienza su aplicación militar substituyendo al globo) o con trenes de cometas con ellas organizados, el referido ángulo no suele exceder de 62°, en las condiciones más favorables.

Queda con lo expuesto probado lo dicho al comenzar este párrafo, o sea que el efecto de la sobrecarga consiste en producir una quebradura en la dirección general del cable y en el punto en que aquélla insiste, disminuyendo el ángulo que con la horizontal forma dicho cable por debajo de la sobrecarga, ángulo que se reduce a cero cuando el peso P es igual o mayor que la componente vertical de la tensión en el trozo de cable $m\ V$.

Fuerza de sustentación o de elevación de un tren de cometas del tercer sistema.—Dicha fuerza, según repetidas y minuciosas experiencias hechas por el capitán Sacconney, es ligeramente inferior por metro cuadrado de superficie sustentadora del tren, a la que también por metro cuadrado correspondería a una cometa única del mismo tipo y de superficie sustentadora igual a la total del tren. Hay que advertir que se trata de cometas perfectamente construídas y embridadas, cuyos ángulos de ataque o de equilibrio oscilen entre 12 y 16°.

Natural es que así suceda, puesto que, excepto la cometa-piloto, que

goza de libertad absoluta para adoptar la posición de equilibrio más conveniente a un buen rendimiento, las demás cometas del tren no poseen por completo dicha libertad y su rendimiento es algo menor.

En la práctica, y para un cálculo rápido, admite Sacconney para trenes de cometas de las condiciones dichas y para una velocidad de viento de 10 metros por segundo, un esfuerzo de sustentación útil en el extremo superior del cable principal, *de 3 kilogramos por metro cuadrado de superficie sustentadora del tren,* y como se puede admitir con la suficiente aproximación en las aplicaciones prácticas, que dicho esfuerzo es proporcional al cuadrado de la velocidad del viento, si ésta es de V^m por segundo, el esfuerzo dicho por metro cuadrado será $e = 3 \cdot \frac{V^2}{100}$ kilogramos. Si la superficie sustentadora total del tren es de Σ metros cuadrados, y teniendo en cuenta que en la cifra de 3 kilogramos no está incluído el peso de la cometa por metro cuadrado, el esfuerzo total sustentador del tren será, representando por P' el peso total de todas las cometas que lo integran,

$$E = \left(3 \, \Sigma \, \frac{V^2}{100} - P \right) \text{ kilogramos.}$$

Por último, antes de resolver el problema general, que consiste en determinar la tracción necesaria en el extremo superior del cable principal de un tren de cometas para elevar a una altura dada y con un viento determinado una sobrecarga conocida, conviene recordar la fórmula

$$(m) \quad H = \frac{T_a - T_b}{p} \qquad \text{o bien} \qquad p\,H = (T_a - T_b) \text{ kilogramos,}$$

en la cual T_a y T_b son las tensiones en kilogramos del cable en dos puntos del mismo a y b, separados por una distancia vertical de H^m, y p el peso en kilogramos del metro lineal de cable. Resolveremos primero el problema, prescindiendo de la acción que el viento ejerce sobre el cable, y más adelante tendremos en cuenta dicha acción.

PROBLEMA 1.º *Determinar la tracción en el extremo superior del cable, necesaria para elevar a la altura de H^m con un viento de velocidad V^m por segundo, un peso de P kilogramos suspendido del cable a l^m del tren, siendo de p kilogramos el peso del metro de cable, de α^o su ángulo con la horizontal, junto al tren, y de $L + l$ metros la longitud total de cable desarrollado.*— El camino más sencillo para resolver gráficamente este problema consiste

en recurrir al fecundo artificio tan usado en Geometría de suponerlo resuelto. Considerémoslo así, y supongamos sea $O\,T_a$ (fig. 7) la tracción buscada, en intensidad y en dirección, capaz de satisfacer todas las condiciones del problema, medida en una escala gráfica arbitraria.

Esta recta formará con la horizontal, con arreglo a las condiciones del enunciado, el ángulo α, y todo el problema estriba en determinar el punto O, que ahora suponemos conocido.

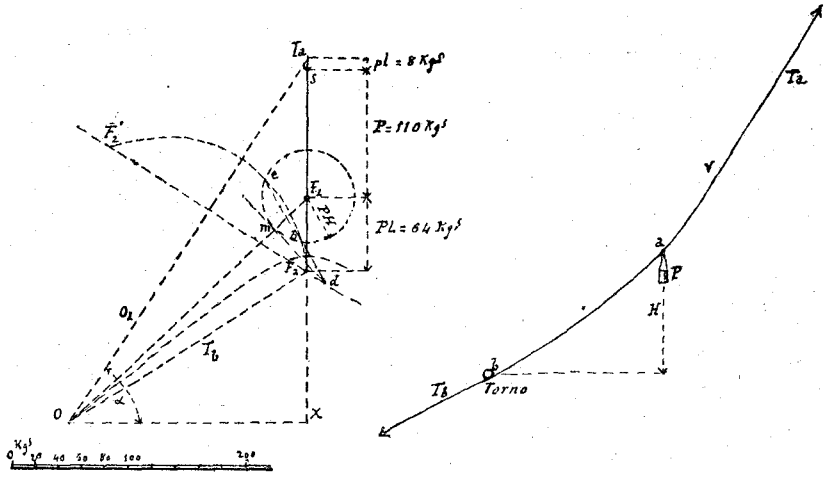


Fig. 7.

Si por el punto T_a trazamos una vertical y sobre ella, y apreciadas en la escala elegida para representar $O\,T_a$, tomamos sucesivamente las magnitudes $T_a\,s = p\,l$ (peso en kilogramos del pequeño trozo de cable que queda por encima del punto en que insiste la sobrecarga), $S\,F_1 = P$ (peso en kilogramos de la sobrecarga) y $F_1\,F_2 = p\,.\,L$ (peso en kilogramos del cable desarrollado entre el torno y la sobrecarga), y unimos el punto F_2 con el O, obtendríamos en $F_2\,O$ la tensión T_b del cable a su salida del torno, cuando el peso P ocupe la altura H.

Pero como según la fórmula *(m)* del párrafo anterior (deducida de las propiedades de la catenaria), $p\,.\,H = (T_a - T_b)$ kilogramos, o sea que la cantidad conocida y constante en cada caso $p\,.\,H$ (por serlo p y H, datos del problema), es igual a la diferencia entre la tensión buscada T_a y la T_b a la salida del torno, o sea a la diferencia entre las distancias del punto O a los F_1 y F_2, resulta que el punto O no sólo ha de estar sobre la recta $T_a\,O$, que forma con la horizontal el ángulo α, sino, además, sobre la hipérbola que tenga por focos los puntos F_1 y F_2, obtenidos como queda indicado, y cuyo eje transverso es la cantidad conocida en cada

caso $p\,H$, medida en la escala utilizada para trazar la figura, hipérbola, por lo tanto, perfectamente determinada, y que, construída, nos dará por su intersección con la recta $O\,T_a$ el punto buscado.

Fácil es ya, después de lo dicho, resolver el problema que nos ocupa, pues basta trazar las rectas $T_a\,X$ y $T_a\,O_1$ de la figura; tomar sobre la primera las magnitudes ya indicadas, con lo que se conocerán los focos F_1 y F_2 y el eje transverso $p\,.\,H$ de la hipérbola, y trazar, por cualquiera de los procedimientos conocidos, la referida curva, que, por su intersección con la recta $T_a\,O_1$, proporciona el punto O y, por lo tanto, la tracción buscada.

Se puede evitar el trazado de la hipérbola recurriendo al problema geométrico, que consiste en determinar los puntos de intersección de una recta determinada con una hipérbola conocida por su eje transverso y sus focos; problema que, a su vez, se reduce al trazado de una circunferencia que pase por dos puntos conocidos, los F_1 y F_2, y sea tangente a una circunferencia dada. Las operaciones gráficas que hay que ejecutar en este caso son las siguientes, indicadas en la figura: Con centro en el foco F_1 y radio $p\,H$ (tomado en la escala usada para medir las demás magnitudes que intervienen en la figura) se traza la circunferencia directora relativa al foco F_1; se determina el punto F'_2 simétrico del foco F_2, respecto a la recta $T_a\,O_1$; con centro en dicha recta se traza una circunferencia cualquiera, $F_2'\,c\,b\,F_2$, que corte a la directora, prolongando la cuerda $c\,b$ común hasta que corte en d a la recta $F'_2\,F_2$; por el punto d se traza la tangente a la circunferencia directora y, uniendo el punto de contacto m, así obtenido con el foco F_1, se obtiene una recta cuya intersección con la $T_a\,O_1$ proporciona el punto buscado O.

Problema 2.° *Calcular la superficie sustentadora del tren para obtener la tracción $O\,T_a$ determinada por el problema 1.°*—Conocida por el problema anterior la tracción $O\,T_a = T$ que hay que desarrollar en el extremo superior del cable para un caso concreto y determinado, fácil es calcular la superficie sustentadora o activa total del tren de cometas capaz de desarrollar dicha tracción. Suponiendo que la tracción es la $O\,T_a = T$, indicada en la figura 7, en intensidad y dirección, su componente vertical $T_a\,X = T$ sen. α, será el esfuerzo total de elevación que el tren debe rendir.

Según las experiencias de Sacconney, la fuerza de elevación por metro cuadrado de superficie activa del tren para un viento de V^m por segundo es, como hemos dicho, de $\frac{3\,V^2}{100}$ kilogramos, del que habrá que descontar el peso de la cometa por metro cuadrado de superficie sustentadora, es decir, la densidad δ, con lo cual dicho esfuerzo se reduce a

$\frac{3\,V^2}{100} - \delta = \frac{3\,V^2 - 100\,\delta}{100}$ kilogramos, y, por lo tanto, la superficie sustentadora o activa del tren S en metros cuadrados, deberá satisfacer a la relación $S\frac{3\,V^2 - 100\,\delta}{100} = T$ sen. α, de la que se deduce $S = \frac{T \text{ sen. } \alpha \times 100}{3\,V^2 - 100\,\delta}$. Conocido en cada caso particular el valor de S por la fórmula anterior, el número de cometas de densidad δ y de superficie sustentadora s (iguales todas ellas, como ocurre en la práctica) vendrá dado por la relación $n = \frac{S}{s}$, tomando siempre el cociente entero por exceso. Conviene advertir que las cometas que mejores resultados dan para constituir trenes capaces de luchar sin peligro con vientos intensos (ya que éste es el caso de no poder utilizar el globo-cometa cautivo y tener que suplirlo con las cometas) son de densidad $\delta = 1$, es decir, que su peso por metro cuadrado de superficie activa es de 1 kilogramo, para cuyo valor la fórmula última se transforma en $S = \frac{100\,T \text{ . sen. } \alpha}{3\,V^2 - 100}$, que es la más empleada.

Problema 3.° *Resolver el problema 1.°, teniendo además en cuenta la acción del viento sobre el cable principal.*—Al tratar de tener en cuenta la acción que el viento ejerce sobre el cable, el problema se complica notablemente y sólo puede resolverse mediante tanteos, por aproximaciones sucesivas. El procedimiento que se debe seguir es el siguiente:

Por de pronto, se admite que el corto trozo de cable que media entre el punto en que insiste la sobrecarga y el tren de cometas, de longitud l y peso $p\,.\,l$, es recto todo él, formando con la horizontal el ángulo α, hipótesis admisible sin error apreciable, por la pequeña longitud de dicho elemento, cuya proyección vertical, o sea la diferencia de altura entre ambos extremos será, representándola por h en metros, $h = p\,l\,.$ sen. α.

Por un punto T_a (fig. 8) trácese la recta indefinida $T_a\,.\,O_2$, que forme con la horizontal el ángulo α y por dicho punto una perpendicular a ella, sobre la cual se tomará en una escala gráfica cualquiera el valor en kilogramos $T_a\,m$ de la acción que el viento de velocidad V metros por segundo desarrolla sobre el trozo de cable de longitud l y del diámetro del que se utilice en cada caso, inclinado el ángulo α.

Entre los cuadros que figuran al final de este trabajo va el que puede proporcionar el valor de la referida acción.

Por el punto m obtenido, se traza una vertical indefinida, y sobre ella, y a partir de m, se toma el valor (medido en la escala ya elegida) $p\,l$, obteniendo el punto n.

Si el punto O_1 nos fuera conocido, el valor h, diferencia de altura entre dos puntos del cable, satisfaría, como sabemos, a la relación $h = \frac{O_1 m - O_1 n}{p}$, de la que deducimos $p\ h = O_1\ m - O_1\ n = p\ l$ sen. α; siendo conocidos en cada caso p, l y α, lo es ($p\ l$ sen. α), y, por lo tanto, la diferencia de distancias entre el punto O_1 y los m y n, de modo que el punto O_1 debe estar sobre la recta $T_a\ O_2$ y sobre la hipérbola, cuyos focos

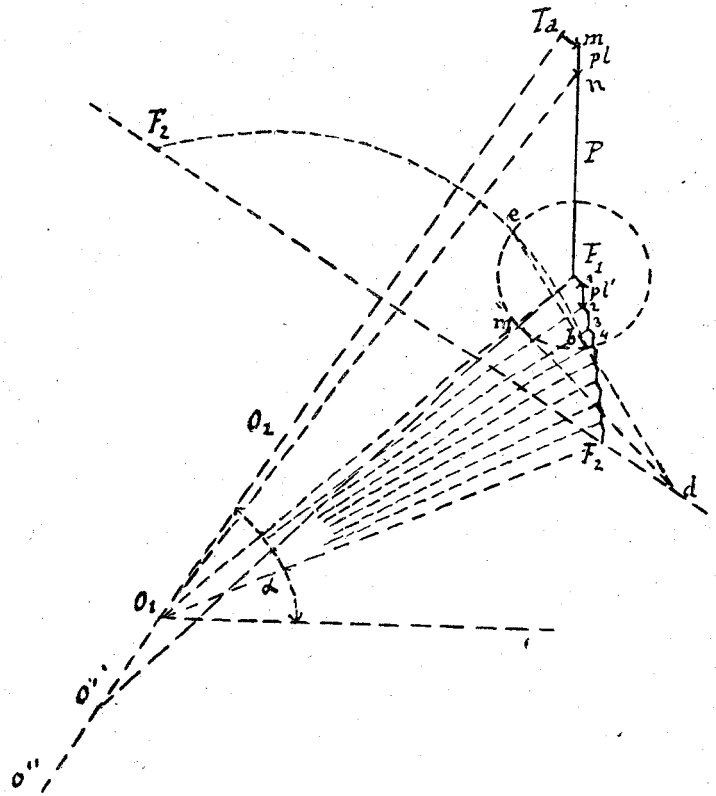


Fig. 8.

son m y n, teniendo como eje transverso la cantidad $p\ l$ sen. α, conocida en cada caso. Construyendo dicha hipérbola se obtendría el punto O_1, y $O_1\ T_a$ sería una primera aproximación de la tensión o tracción buscada.

Para hallar un valor más aproximado de dicha tensión se tomará a partir de n y sobre la vertical de este punto, el valor $n\ F_1$ de la sobrecarga P, y uniendo F_1 con O_1, la recta $F_1\ O_1$ será (aproximadamente nada más por no ser exacto el punto O_1) la intensidad y dirección de la tensión del elemento de cable contiguo a la sobrecarga y que queda por debajo de ella.

Dividiendo la longitud L del cable que se quiere desarrollar entre el torno y la sobrecarga en n partes iguales, y representando por l' la longitud de cada una de ellas, cuyo peso será $p\,l'$, podemos trazar la línea poligonal $F_1\ 1\ 2\ 3\ 4 \ldots\ F_2$, formada por las acciones del viento sobre los diversos elementos de cable y los pesos $p\,l'$ de dichos elementos, teniendo en cuenta para el trazado, que los pesos dichos son todos iguales y verticales y cada acción del viento perpendicular a la dirección general aproximada (por ser únicamente aproximado el punto O_1) de la tensión que sufre cada elemento. Así se determinará el punto F_2, que se unirá con el O_1. Si O_1 fuera el punto exacto buscado se tendría que verificar, según se vió ya en el problema 1.°, la conocida relación $\frac{O_1 F_1 - O_1 F_2}{p} = H$, en la cual H es conocido por ser dato del problema; pero como O_1 es sólo aproximado, no se verificará dicha relación, y utilizando como focos los puntos F_1 y F_2 y con $p\,H$ como eje transverso, se construirá la hipérbola, que por su intersección con $T_a\ O_1$ proporcionará el punto O' y un nuevo valor $O'\ T_a$ más aproximado que el $O_1\ T_a$ de la tracción buscada, pudiendo evitarse el trazado de la hipérbola en la forma ya conocida. Partiendo de este nuevo punto O', se repetirán de nuevo todas las construcciones indicadas y se obtendrá un nuevo punto O'' y un valor $O''\ T_a$ más aproximado para la tracción que se busca, cuyo valor exacto se obtendrá cuando se llegue a dos puntos $F_n\ F'_n$ tales, que $\frac{O_n F_n - O_n F'_n}{p}$ sea exactamente igual al dato H.

Como se ve, el procedimiento es largo y complicado, por exigir varios tanteos para obtener una solución aceptable, siendo más práctico y sencillo (como veremos al estudiar con detalle el tren francés Sacconney) resolver el problema, que consiste en determinar a qué altura se puede elevar con un viento dado y un tren de cometas conocido (así como el cable que con él se deba emplear) una sobrecarga determinada, problema que viene a ser inverso del que acabamos de resolver.

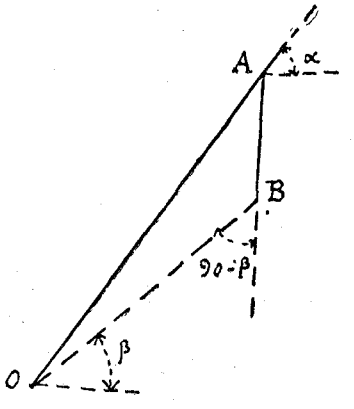


Fig. 9.

Determinación aproximada de la tracción necesaria para elevar una sobrecarga dada con un ángulo dado β.—Se determina aproximadamente dicha tracción, descomponiendo el peso que en una escala arbitraria representa la sobrecarga a elevar, en las direcciones co-

nocidas sobrecarga-tren (que depende del tren que se emplee, y que representaremos por α en la figura 9) y el B, que queremos forme la línea torno-sobrecarga con la horizontal, obteniendo así en $O\,A$ la tracción buscada.

Experiencias previas hechas con trenes de cometas.

Año 1894: Experiencias hechas por Mr. L. Hargrave.—El primero en aplicar los trenes de cometas a las ascensiones montadas fué el australiano Mr. Lorenzo Hargrave, inventor de las cometas celulares (si es que éstas en esencia no son, como algunos suponen, aduciendo razones muy atendibles, de origen chino), y que en noviembre de 1904 practicó una ascensión, enlazando en tandem cuatro cometas de su sistema, todas ellas iguales, de 3,40 kilogramos de peso y de 5,40 metros cuadrados de superficie sustentadora cada una. Con el tren así formado de una superficie total activa de sólo 21,60 metros cuadrados y con un viento de 10 metros escasos por segundo, consiguió elevarse a pequeña altura.

La tracción del cable fué de 154 kilogramos y el peso elevado de 93 kilogramos, distribuídos como sigue:

Peso de las cuatro cometas	13,60	kilogramos.
Cordaje y accesorios	3,15	—
Peso de Mr. Hargrave	76,25	—
	93,00	—

La densidad de las cometas empleadas fué de $\frac{13,60}{21,60} = 0,63$.

A pesar del éxito obtenido, no hay noticias de que Mr. Hargrave repitiera experiencias de este género, camino seguido después por el teniente Wise y algunos otros experimentadores americanos.

Años 1895 a 1898: Experiencias del capitán inglés Baden Powell con trenes de cometas.—Convencido el capitán Baden Powell de los graves inconvenientes que para su aplicación a las ascensiones montadas presenta la cometa única, abandonó dicho sistema después de las experiencias detalladas en otro lugar, y en el otoño de 1895 se dedicó a practicar diversos ensayos, utilizando trenes de cometas planas, de forma de exágono regular, desprovistas de cola y de moderadas dimensiones, unos 3,60 metros de diámetro y 9,30 metros cuadrados de superficie. La armadura de estas cometas se componía de tres cañas de bambú: una, que forma la espina dorsal del aparato, y dos transversales (fig. 10). No atirantaba la tela, sino que, por el contrario, la dejaba bastante floja para

que, bajo la acción del viento, formase concavidades favorables, tanto para la estabilidad como para la sustentación de las cometas.

Para el enlace de las que componían el tren empleó una serie de cuerdas *a* de longitudes iguales, que unían entre sí las armaduras, de modo que, una vez en vuelo, las superficies de todas las cometas quedaban paralelas, y el ángulo de ataque o de incidencia del viento era el mismo para todas.

Con objeto de aumentar la estabilidad lateral del sistema, deficiente en los primeros ensayos, la cometa inferior iba provista de dos cables de retención l_1 y l_2, unidos a los vértices v_1 y v_2 de las dos bridas, cables que se iban separando al alejarse de las cometas, terminando en dos tornos situados en tierra y separados por una distancia no inferior a 100 metros, disposición complicada y poco práctica que dificulta mucho la

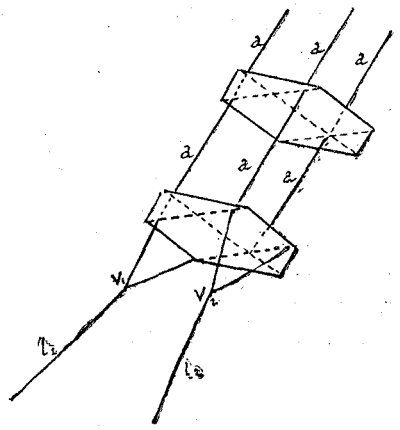


Fig. 10.

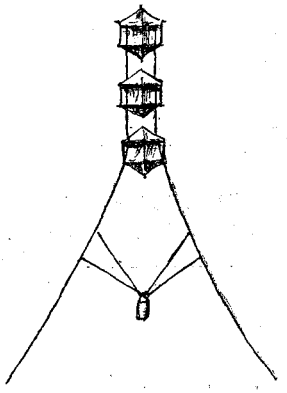


Fig. 11.

maniobra del tren. De los dos cables de retención pendía una ligera barquilla, en la forma que indica la figura 11.

Empleando el mencionado tren, formado de tres a ocho cometas (27,90 a 74,40 metros cuadrados de superficie activa), según lo intenso del viento, realizó Baden Powell numerosísimas experiencias con completo éxito, alcanzando en muchas de ellas alturas de 90 metros.

En 1898 abandonó el camino, con tan buen éxito emprendido, para dedicarse de lleno a la naciente aviación, aportando a ella la larga práctica adquirida y su profundo conocimiento del aire.

Año 1897: *Experiencias del teniente americano Hugo D. Wise.*—En enero del año indicado, el teniente del 9.° Regimiento de Infantería del Ejército de los Estados Unidos de América, Mr. Hugo D. Wise, llevó a cabo en Governov's Island (donde estaba de guarnición) una ascensión

montada, utilizando cuatro cometas Hargrave, de dimensiones muy diversas, formando con ellas dos trenes, compuesto cada uno de dos cometas, cuyas dimensiones van indicadas en la figura 12. Una vez en vuelo cada tren, separadamente, enlazó los extremos de ambos cables parciales al *A* del cable de retención general, uniendo también a dicho punto la polea *p*, por la que pasaba una cuerda que, maniobrada desde tierra, servía para elevar un ligerísimo asiento, ocupado por el aeronauta. La altu-

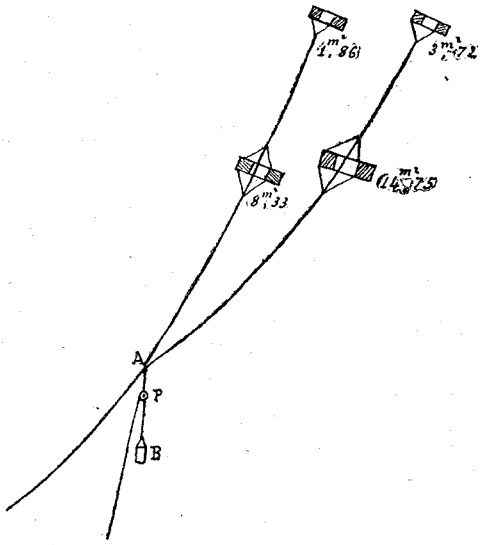


Fig. 12.

ra máxima alcanzada por el teniente Wise en estas experiencias no excedió de 13 metros; el viento era flojo, pues no llegaba a 7 metros por segundo, y la superficie activa total de ambos trenes, de unos 29 metros cuadrados escasos.

Algunas más tentativas se han hecho con cometas montadas, pero las más importantes son las reseñadas, que llamaron la atención de varios gobiernos, dando lugar a que en diversos países, y sobre todo en Rusia, Inglaterra y, más recientemente en Francia, se comprendiera la importancia de esta interesante aplicación y dedicaran a su estudio y ensayo los recursos necesarios.

SEGUNDA PARTE

Descripción de algunos trenes de cometas modernos.

Peligros de las ascensiones montadas con trenes de cometas.—Es indudable la importancia que en la guerra puede tener este nuevo medio, sencillo y económico, de disponer de observatorios elevados, cada vez más útiles e indispensables conforme aumenta el alcance y precisión de las armas y la enorme extensión del terreno en que se libran los sangrientos choques, y probablemente seguro, el que si no se ha recurrido antes al estudio y organización de trenes de cometas en muchas naciones ha sido (además de la razón apuntada al principio de este trabajo) por el justificado temor que inspiraba este género de ascensiones, ya que, sometidas las cometas, por perfectas que sean, a los caprichos e inconstancias características del viento, su aplicación a las ascensiones montadas ofrecía positivos peligros; siempre mayores si se opera sobre tierra que si se trabaja sobre el mar. En efecto; sobre los mares no sólo es de ordinario mucho más constante que sobre tierra el régimen de vientos, sino que, gracias a la marcha del buque encargado de remolcar el tren de cometas, si se utiliza en forma debida, se pueden atenuar considerablemente las variaciones de velocidad del viento sobre el referido tren, logrando por las dos causas indicadas mantener la velocidad del que actúa sobre aquél, entre límites que hagan muy remoto cualquier accidente.

A mayor abundamiento, y aun en el caso extremo de que, *a pesar de todo ocurra una avería*, lógico es suponer que la caída (en general frenada por las cometas) del aeronauta en el mar, no es de tan fatales consecuencias como cayendo sobre el terreno.

De todos modos, el peligro de las ascensiones montadas con cometas se ha atenuado muchísimo, y no merece ya tenerse en cuenta, desde fecha bien reciente, por haber quedado plenamente demostrada en la pasada guerra y en repetidísimas ocasiones la gran utilidad de los ligeros y bien estudiados paracaídas empleados por los aerosteros, y gracias a los cuales se han logrado salvar de una muerte segura y terrible no pocas vidas;

y téngase en cuenta que lo usaban en condiciones mucho más desfavorables que las que se pueden presentar en ascensiones con cometas, tanto por la altura (superior casi siempre a 1.000 metros), como por no contar con otra protección ni freno que el debido al salvador artefacto. Utilizándolo como elemento de equipo en las ascensiones montadas hechas con cometas, éstas, a mi entender, ofrecen menos riesgo que las ascensiones cautivas con globos-cometas, y no debe haber inconveniente para organizar dicho indispensable complemento del servicio aerostático.

Trenes del Ejército y la Armada rusa.

Ensayos y tanteos previos en el Ejército y en la Marina.—El Gobierno ruso fué el primero en reconocer la importancia de las ascensiones montadas por medio de cometas, y desde el año 1903 comenzó a ocuparse en la resolución del problema, tanto para el Ejército como para su Marina de guerra.

De los ensayos y estudios previos encaminados a elegir el material más conveniente para la organización de trenes militares terrestres, se encargó el entonces teniente de Ingenieros del Ejército ruso Oulianine, bajo la dirección del coronel Kovauko, jefe del Parque Aerostático de San Petersburgo, y de los concernientes a la organización de trenes de cometas para la Armada el teniente de la Marina de guerra rusa Schreiber.

Comenzó Oulianine por realizar experiencias comparativas, empleando sucesivamente un tren de cinco cometas planas exagonales de 10 metros cuadrados de superficie sustentadora, análogo al ideado por Baden Powell; se sirvió después de dos grandes cometas celulares Hargrave de 40 a 60 metros cuadrados de superficie activa, y recurrió, por último, a un tren de cometas Hargrave, de dimensiones moderadas, enlazadas por cables independientes de igual longitud (es decir, un tren del segundo sistema) al cable principal. En dichas experiencias comparativas quedó demostrada la posibilidad de realizar ascensiones montadas, la superioridad del tren de cometas sobre la cometa única de gran tamaño, así como la de las cometas celulares sobre las planas.

El tren estaba constituído por la cometa-piloto, que era la primera que se lanzaba con un ramal de 75 metros de longitud; elevaba después una segunda cometa, provista de un ramal de 50 metros; reunía los extremos de ambos ramales al del cable principal, y a éste, y en puntos previamente dispuestos, espaciados 30 metros, iba uniendo los ramales de las demás cometas del tren, todos ellos de 50 metros de longitud.

Los resultados obtenidos no debieron ser completamente satisfacto-

rios, o hubo cambio de criterio en el alto mando respecto a estos asuntos. Lo cierto es que, al comenzar la guerra japonesa, se abandonaron estos ensayos; pero más tarde, ante los notables resultados obtenidos en Francia por los capitanes Madiot y Sacconney, se produjo en Rusia una reacción favorable a los trenes de cometas, emprendiendo el capitán Oulianine nuevos ensayos con un nuevo tipo de cometas, dando por resultado el tren de cometas que, con el nombre de tren Oulianine, describiremos más adelante.

Descripción del tren de cometas de la Marina rusa.

El tren de cometas para la Marina rusa, resultado de los estudios y ensayos del teniente Schreiber, pertenece al tercer sistema. Va en cabeza la cometa-piloto, y enlazadas al cable principal, y atravesadas por él, todas las cometas sustentadoras. Su descripción detallada es la siguiente:

Cometa.—La cometa empleada es una bicelular Hargrave, modificada por Schreiber con objeto de hacerla desmontable para facilitar su transporte. Las dimensiones generales de estas cometas van indicadas en la figura 13. La superficie activa o sustentadora de cada una es de 7,75 metros cuadrados, su peso de 14,04 kilogramos, y su densidad, muy grande, de 1,87.

Armadura.—Está constituída por piezas de caña blanca de bambú de la mejor calidad y diámetro igual en toda la longitud de cada pieza, y se compone: de los cuatro montantes o largueros verticales L, de los ocho traveseros horizontales T y T', que forman los lados mayores de las células y mantienen la separación lateral debida entre los montantes, y de los cuatro caballetes C (dos a cada lado de la cometa) en forma de V, constituído cada uno por dos piezas de bambú de 1,20 metros de longitud, cruzadas y atadas por un extremo, yendo las extremidades libres alojadas en unas conteras de lona cosidas en los puntos convenientes a las caras laterales de las células. Rodeando con la cuerda que lleva el vértice de cada caballete el montante correspondiente, y atirantando bien antes de ligar, se obtiene la necesaria rigidez de las caras laterales de la cometa. Desmontados dichos caballetes, la cara anterior de la cometa se coloca sobre la posterior, ocupando muy poco espacio. En muchas ocasiones sólo iba provista de los caballetes citados la cometa-piloto, que es la que necesita ser más rígida y estable, puesto que de su fijeza depende la del tren entero, y las cometas sustentadoras, desprovistas de dichos elementos, tomaban su forma bajo la acción del viento.

Dimensiones de las piezas de la armadura.—Las longitudes van acotadas en la figura 13 y los diversos diámetros son los siguientes:

De los montantes L, de 25 a 28 milímetros.

De los travesaños T, de 22 a 24 ídem.

Del travesaño T', de 25 a 28 ídem.

De los brazos de los caballetes, de 18 ídem.

Velamen.—La tela empleada fué el percal fuerte de algodón con refuerzos de lona en los puntos convenientes, ángulos, etc., así como vainas de lona cosidas a la tela para servir de alojamiento, tanto a los montantes como a los travesaños, asegurando un íntimo y sólido enlace entre la armadura y la tela.

Todas las aberturas practicadas en la tela van reforzadas y provistas de ojetes de cobre.

Los ángulos inferiores de la célula superior se enlazan a los superio-

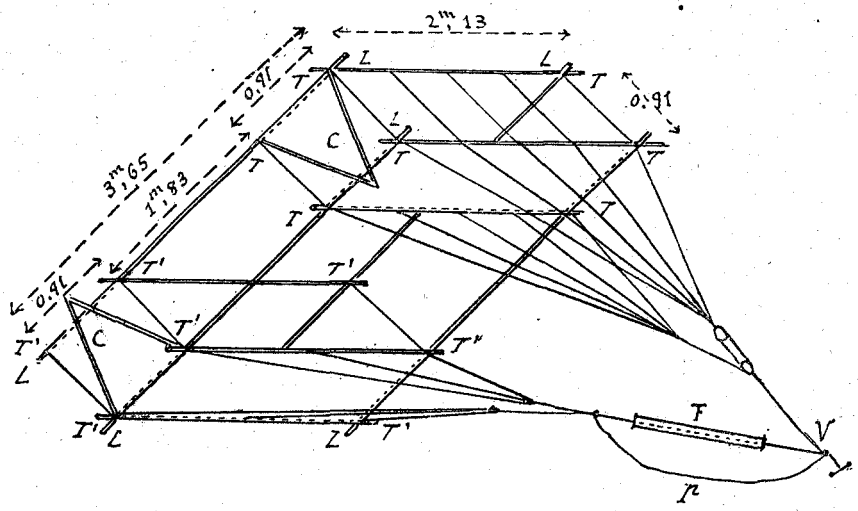


Fig. 13.

res de la inferior, por alambres de latón, que pasan por ojetes de la tela y se sujetan a los respectivos montantes.

La rigidez de las células en sentido normal a las superficies sustentadoras está asegurada por los caballetes, que constituyen triángulos indeformables; la transversal se obtiene por medio de cruces de San Andrés, de alambre de latón, según las diagonales.

Retención o brida.—Es una brida compleja especial formada por dos bridas, superior e inferior, compuesta cada una por dos haces de cable de alambre de acero de 3 milímetros de diámetro y de 6 torones, para que sean muy flexibles.

La brida superior se compone de dos pies de gallo, de cinco ramales cada uno: el central del pie de gallo superior tiene una longitud de 2,13

metros y de 1,82 el central del inferior. Todos los ramales de ambos pies de gallo, después de enlazarse a los travesaños anteriores de la célula superior, atraviesan la tela de la cara anterior de ésta y se sujetan a los respectivos travesaños posteriores de la misma.

Los vértices de ambos pies de gallo terminan en guardacabos metálicos, enlazados por un trozo de cable que pasa por un polipastro para repartir mejor las tensiones y termina en un cazonete.

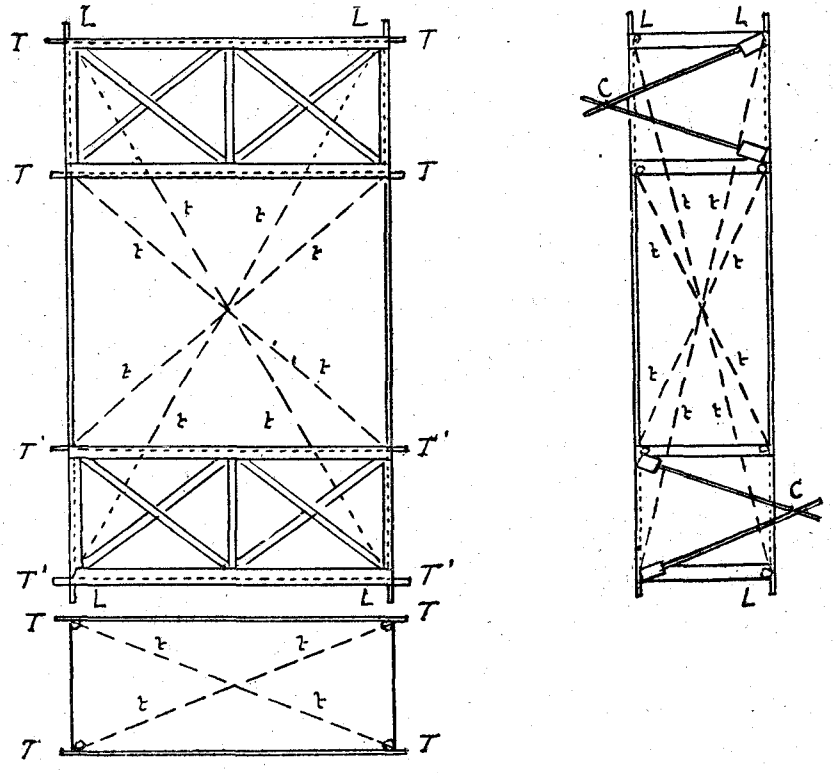


Fig. 14.

La brida inferior se compone también de dos pies de gallo, pero con sólo tres ramales cada uno, teniendo los centrales iguales longitudes que sus homólogos de la brida superior. El enlace de ambas bridas varía según se trate de la cometa-piloto, o de una de las que forman el tren.

En la cometa-piloto la brida se completa, como indica la figura 13, enlazándose la brida inferior a la superior por medio de un freno elástico *F*, provisto de un puente de alambre *p*, por si fallara el caucho.

Cuando se trate de una de las cometas sustentadoras, ambas bridas se enlazan, como indica la figura 15, en esquema, las anteriores al cable

principal $P\,P$, mientras que las posteriores, desprovistas de freno elástico, lo hacen al cable auxiliar o de mando M en puntos análogos al v', pasando antes por la polea p, unida por un trozo de cable al punto a de la brida anterior. Actuando desde la barquilla sobre el cable auxiliar M en la forma que se verá, se varía simultáneamente la inclinación o ángulo de ataque de todas las cometas sustentadoras y, por lo tanto, la acción del viento sobre ellas.

Frenos elásticos.—Son dos: uno el ya indicado en la brida inferior de la cometa-piloto, el otro F' (fig. 17) en el extremo inferior del cable de mando, junto al punto en que éste se fija a la barquilla. Se componen de haces de tiras de caucho, de sección cuadrada de 3,5 milímetros de lado, bien ligadas, formando anillos, en los que se enganchan dos cazonetes que los mantienen en tensión moderada. El freno de caucho va protegido por un tubo de bambú de longitud algo mayor que el haz elástico. El freno de la cometa-piloto exige un esfuerzo de 25 kilogramos para comenzar a alargarse; el del cable secundario o de mando, formado por 28 anillos de caucho, comienza a extenderse bajo una tensión de 160 kilogramos.

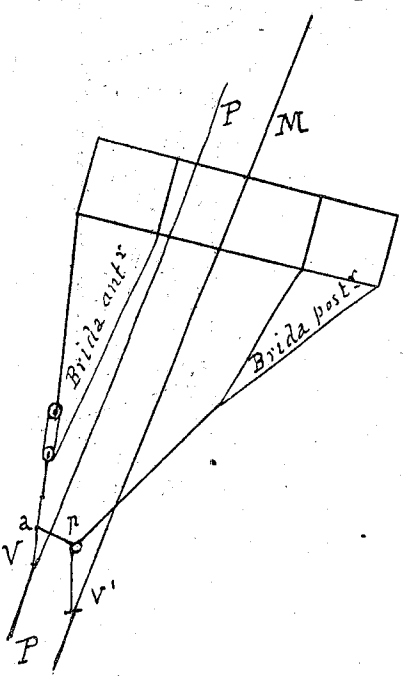


Fig. 15.

Elementos que componen el tren y modo de formarlo.—El tren se formaba, en general, con la cometa-piloto y seis cometas sustentadoras, presentando una superficie total activa de 54 metros cuadrados en números redondos.

Cables.—El cable principal se compone de un trozo largo, que va desde el torno de maniobra a la barquilla y de varios trozos de longitudes y resistencias diferentes, indicados en la figura 16, que terminan en guardacabos enlazados por fuertes ligaduras, provistas de unas gazas para unir las bridas anteriores de las cometas sustentadoras, atravesadas todas ellas por dicho cable principal y por el auxiliar de mando, aprovechando el espacio libre que queda entre sus células. La cometa-piloto se une también al punto o_1 después de atravesar su ramal la primera cometa del tren.

La barquilla se enlaza al trozo de cable $o_6\ o_7$, de cuyo último punto parte ya el cable al torno de maniobra.

El cable de mando va también descompuesto en trozos en forma aná-

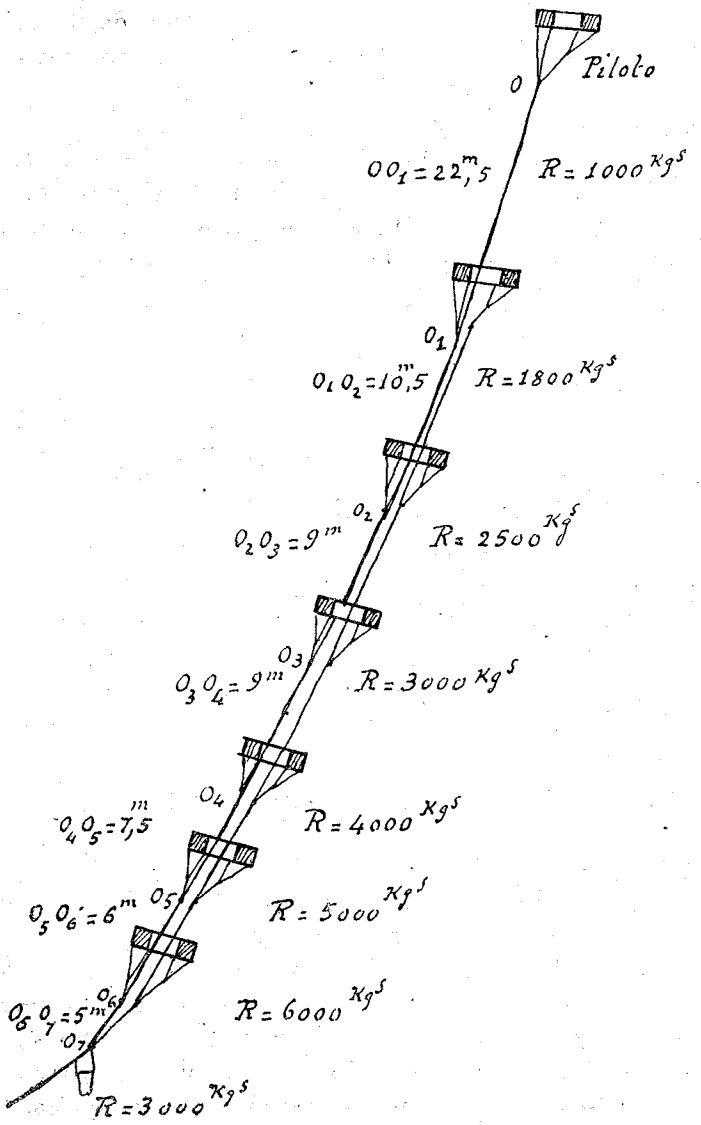


Fig. 16.

loga al principal, trozos de resistencia decreciente a medida que se alejan de la barquilla, siendo el valor mínimo de su carga de fractura de 900 kilogramos y de 1.800 su valor máximo.

Las cometas sustentadoras se enlazan al cable principal, no sólo por sus bridas superiores, sino además por su célula superior, a cuyo efecto del travesaño anterior y superior de la célula parte un pequeño pie de gallo de tres ramales (siendo la longitud del central de 15 centímetros), reunidos en un cazonete que se engancha en la correspondiente gaza dispuesta en punto apropiado del cable.

Barquilla.—Es de mimbre y lona, de 1,10 metros de altura y sección trapecial, para formar algo de proa; la base menor del trapecio es de 55 centímetros, de 75 la base mayor y de 86 los otros lados. Como asiento, dispone el aeronauta de una banda de lona sujeta a las paredes laterales de la barquilla, siendo el peso de ésta de 17 kilogramos.

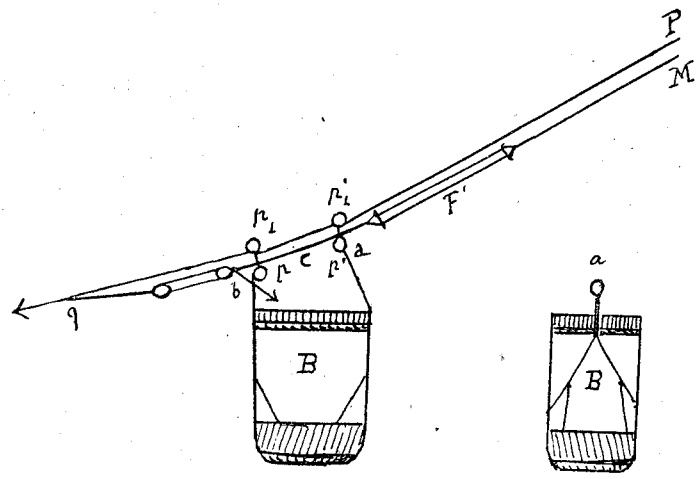


Fig. 17.

Suspensión de la barquilla.—La barquilla lleva entrelazadas en el mimbre varias cuerdas que, rodeándola para consolidar su fondo, vienen a reunirse en dos haces, uno que queda en la cara de proa y otro en la de popa, como indica la figura 17, reunidos en dos puntos *a* y *b*.

Enlace de la barquilla al cable.—La barquilla queda *suspendida* del cable principal y unida al auxiliar o de mando, en la forma siguiente: la suspensión está constituída por un cable *c* que reúne los vértices de proa y popa de los haces de cuerdas que consolidan la barquilla, formando una especie de asa que pasa por las gargantas de las dos poleas $p\ p'$, unidas a su vez a las $p_1\ p'_1$, que pueden deslizarse sobre el cable principal. Con esta disposición se obtiene la verticalidad de la barquilla por su propio peso (cualquiera que sea la inclinación del cable) y se evitan los movimientos de rotación, permitiendo además al aeronauta, en un caso

extremo, desprender rápidamente la barquilla del cable, picando el trozo *c* que va entre ambas poleas.

A la armadura común de las *p p'* va unido, por el intermedio del freno elástico *F'*, el cable auxiliar o de mando *M* y a las de las *p p'* se fija un polipastro, mediante el cual puede el aeronauta aproximar la barquilla al punto *q* del cable principal, maniobrando de este modo el cable auxiliar, y modificando su tensión y, por lo tanto, el ángulo de ataque de todas las cometas sustentadoras.

Maniobras. Armar las cometas.—Basta montar en la forma ya dicha los caballetes de la cometa-piloto (o los de todas ellas, si van provistas de esa disposición), pues, en general, tanto los montantes como los travesaños, van siempre colocados en su sitio, y las cometas para el transporte van desprovistas de los caballetes, con lo cual ocupan poco espacio. La operación de colocar y ligar los caballetes exige muy poco tiempo. Dado el considerable peso propio de estas cometas, la velocidad mínima del viento para poder utilizar el tren es de 8 metros por segundo, que corresponde a una marcha del buque remolcador del mismo de 16 nudos por hora escasos, suponiendo un día de calma absoluta. Si la velocidad del viento no excede de 10 metros por segundo, el tren se compone de seis cometas sustentadoras y la cometa-piloto, y si dicha velocidad oscila entre 12 y 20 metros, se reducen a cinco las cometas sustentadoras.

El valor máximo de la velocidad para emplear el tren es de 25 metros por segundo. Con vientos de 12 a 15 metros, se pueden alcanzar alturas de 300 metros, siendo de unos 40° el ángulo del cable con el horizonte.

Como a bordo se dispone de poco espacio y éste lleno de obstáculos, el lanzamiento del tren, sobre todo el de la cometa-piloto, es operación difícil, que exige práctica y serenidad en el personal de maniobra. Una vez en vuelo la cometa-piloto, ésta sirve de gran auxilio para la elevación de las restantes del tren.

El tren descrito fué ensayado repetidas veces, siendo muy criticado por unos y encomiado por otros, interviniendo más de lo debido, como en general sucede, la pasión por ambas partes. Persona imparcial, el agregado naval francés en Rusia Mr. de Cuverville, en el informe dirigido a su Gobierno sobre los trabajos realizados por el teniente Schreiber, manifestaba lo siguiente: «Este sistema, que ha hecho ya sus pruebas, puede ser adoptado íntegramente. Es indudable que con materiales escogidos se puede conseguir crear elementos más ligeros e indeformables; pero las modificaciones consistirán en detalles de construcción y de montaje que no afectarán a la idea fundamental», añadiendo también: «Es notable la regularidad del vuelo y el equilibrio obtenido, gracias al empleo de aparejos y frenos elásticos, idea personal del teniente Schreiber». Es, por lo

tanto, indudable el mérito del inventor, que en breve plazo logró dotar a su Nación de un tren de cometas que, si bien era susceptible de perfeccionamientos (lo cual reconocía lealmente el propio inventor), poseía eficacia positiva y estaba bien orientado, demostrando el teniente Schreiber notable ingenio y conocimiento del asunto, dignos de elogio.

Al estallar la guerra rusojaponesa se interrumpieron los referidos ensayos, sin que haya noticias de haberse continuado después.

Descripción del tren de cometas del Ejército ruso.

Desde 1911 a 1912 ensayó de nuevo el Ejército ruso trenes de cometas, empleando en ellas las ideadas por el capitán de Ingenieros Oulianine, jefe del Parque Aerostático de Varsovia y director después del Centro de Aviación de Gatchina.

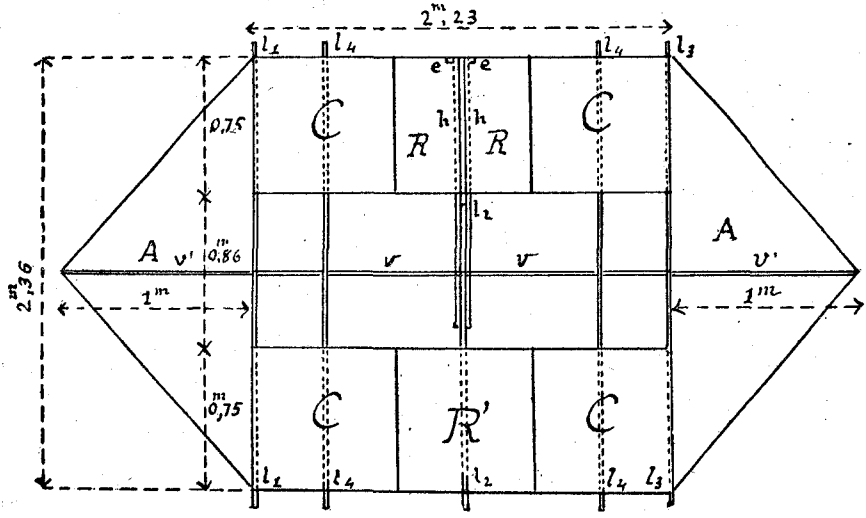


Fig. 18.

Los resultados obtenidos parecen haber sido muy satisfactorios, y antes de la guerra europea trataban de organizar secciones de cometas para generalizar su empleo en el Ejército.

Cometa Oulianine.—Esta cometa (que en esencia consiste en dos cometas tipo Conyne acopladas) es del tipo de células flexibles triangulares. Está representada, vista de frente, en planta, de costado y en perspectiva, en las figuras 18, 19, 20 y 21. Como se ve, presenta cuatro células flexibles triangulares *C*, superpuestas dos a dos. Según dicen, resulta ligera, de gran estabilidad en vuelo y de una facilidad extraordinaria

para armarla y desarmarla rápidamente. Desmontada se puede arrollar, formando un paquete bastante portátil, de unos 7 kilogramos de peso.

Como todas las cometas de células flexibles, sólo cuando está en vuelo

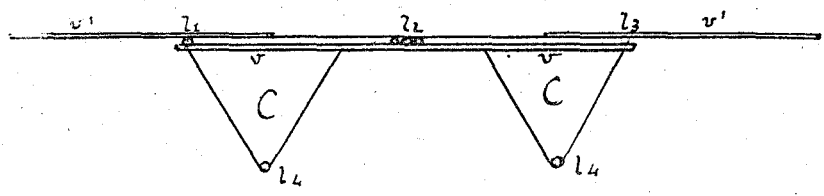


Fig. 19.

y bajo la acción combinada del viento y de la brida, adquieren las células la rigidez necesaria.

Armadura.--Es de caña de bambú y lo más sencilla posible, componiéndose (fig. 18) de tres largueros verticales l_1, l_2, l_3, de 2,36 metros de longitud cada uno y 30 milímetros de diámetro. La separación entre los l_1 y l_3, llamados largueros o montantes laterales, es de 2,23 metros, y equidistante de ellos va el larguero intermedio l_2, que en su mitad superior forma una horquilla (fig. 22), obtenida cortando parte del larguero y yuxtaponiéndole otras dos piezas de bambú sólidamente sujetas a él y unidas por su parte superior por una pieza metálica *e* que las enlaza, y fácil de quitar y poner sin restar solidez al conjunto, ya que por dicha horquilla ha de pasar el cable de retención general del tren. Los tres montantes van enlazados y mantenidos a la distancia indicada por la verga horizontal *v v* (fig. 18) de caña de bambú, de igual diámetro que aquéllos y de 2,30 metros de longitud.

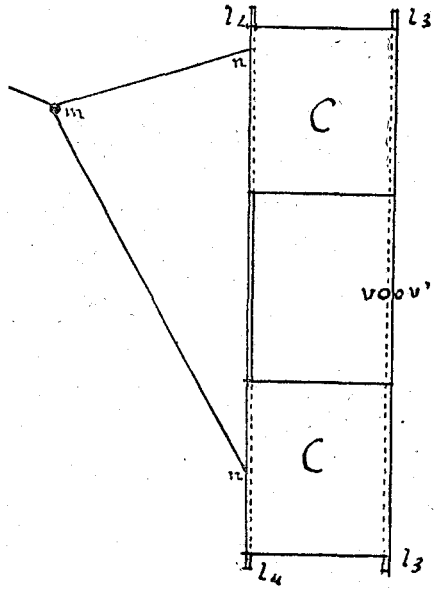


Fig. 20.

Tal es la sencilla armadura propiamente dicha; la rigidez del rectángulo la proporciona el velamen.

Las aristas anteriores de las células triangulares superpuestas están formadas por una caña de bambú de 2,36 metros de longitud y 28 milímetros de diámetro, piezas denominadas *largueros de quilla*, porque real-

mente forman la arista rígida o quilla de las células. En las figuras van indicados con la letra l_4 y, como es natural, se alojan en un refuerzo de la tela que forma vaina.

Varillas de las alas.—Son dos cañas de bambú, una por ala v' v' (figura 18), de 1,50 metros de longitud y 20 milímetros de diámetro.

Al tercio de su longitud llevan unidas unas fuertes correas, por medio de las cuales se sujetan a los largueros laterales, que vienen a constituir sus ejes de giro: en ambos extremos van provistas de ganchos metálicos.

Velamen. Células y alas.—La tela para formar las cuatro células triangulares y los rectángulos R y R' es de algodón y se compone de tres bandas de 0,75 metros de anchura y de la longitud conveniente.

Para formar las dos células superiores y los rectángulos R, se toman

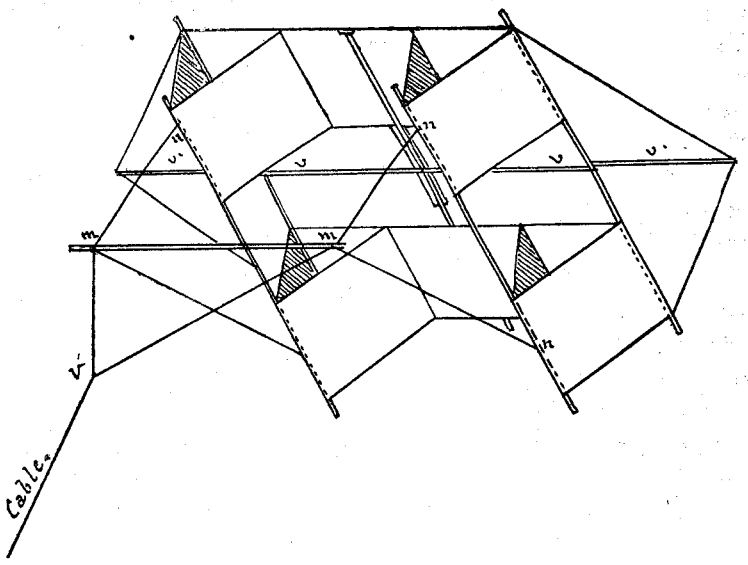


Fig. 21.

dos bandas de tela de igual longitud, que se colocan del modo siguiente refiriéndome a la célula superior izquierda (fig. 23). Con uno de los extremos de la banda de tela se rodea la rama izquierda de la horquilla en que termina el montante central, cosiendo la tela sobre sí misma; se hace otro tanto con el larguero lateral izquierdo, con lo cual queda dicho larguero en la parte correspondiente a dicha célula, metido en una vaina de tela, reforzada, si es preciso, con tela doble; a la distancia conveniente se rodea y enfunda en la tela el larguero-quilla l_4, terminando esta célula cosiendo el extremo de la banda sobre la tela ya puesta, en m. Del

mismo modo se procede para formar la célula superior derecha. Con la tercera banda se constituyen en forma análoga, indicada en la figura 24, las dos células inferiores, y el rectángulo R' que queda entre ambas.

Para confeccionar las dos alas, se cortan dos triángulos de tela, de forma isósceles y de las dimensiones necesarias para que, después de reforzar sus bordes con un dobladillo, en el que va introducida una cuerda encerada para aumentar la resistencia, tengan 2,36 metros de base y 1 metro de altura.

En los vértices, y mediante refuerzos, llevan unos anillos metálicos que se sujetan a los ganchos que en sus extremos presentan los montantes laterales y al de la correspondiente varilla de ala, que la arma y atiranta. Cada una de las varillas de ala, en el extremo opuesto a la tela, se enlaza a un intermedio elástico de caucho (no representado en las figuras), que a su vez se sujeta por su otro extremo, al montante lateral opuesto al ala que se considere.

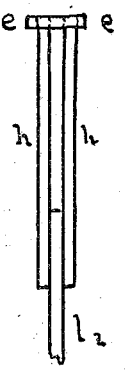


Fig. 22.

Por este medio, cuando la intensidad del viento aumenta, las alas giran hacia atrás de la cometa, formando un ángulo diedro más o menos acusado, con lo cual disminuye la acción del viento sobre ellas y los consiguientes aumentos de tracción en el cable, constituyendo las alas un muelle regulador.

Retención o bridas.—Del extremo superior de cada larguero quilla, parte un ramal de cable de 1,25 metros de longitud, y de dichos largueros, y a mitad de altura de la célula inferior, parten otros ramales de 2 metros de longitud; los correspondientes a cada larguero se reúnen, enlazándose en los puntos *m m* (fig. 21) a una caña de bambú de 1,40 metros de largo y 30 milímetros de diámetro. Los puntos *m m* se unen por un trozo de cable de 3 metros de longitud, que en su punto medio *V* (que viene a constituir el vértice de la brida) lleva un cazonete para enlazar la cometa a su cable.

Modo de desmontar la cometa.—Para dasarmar la cometa es preciso: 1.° Quitar los resortes de caucho, desenganchando sus anillos de los ganchos de las varillas de las alas. 2.° Se sueltan las correas de las varillas de las alas y se separan. 3.° Se quita la verga transversal *v v*, separando sus ganchos terminales de las grapas a que se sujetan en los montantes laterales. 4.° Colocada la cometa en tierra con las células y la brida hacia la parte superior, se disponen sobre ella la verga y las varillas de ala, así como la de la retención, paralelamente a los montantes, y se puede arrollar o doblar como más convenga, para formar un paquete fácilmente transportable.

Modo de montar la cometa.—Se desarrolla el paquete y queda exten-

dida en tierra, con las células y brida hacia la parte superior. 1.° Se coloca la verga transversal, introduciendo sus ganchos terminales en las grapas correspondientes de los largueros laterales. 2.° Se colocan las varillas de las alas, enganchando sus corchetes en los anillos de la tela y sujetando las correas a los largueros laterales, atirantando bien para que queden tensos los triángulos de tela. Estas varillas van por encima de la tela, pero pasan por debajo de los montantes. Sus ganchos interiores se enlazan a los correspondientes resortes de caucho. Con personal un poco práctico, la operación de armar una cometa exige poco más de un minuto.

Organización del cable.—El cable de retención del tren se compone de dos trozos de diámetro y cargas de fractura diferentes, enlazados a continuación uno de otro, por medio de gaza y cazonete. El que parte del

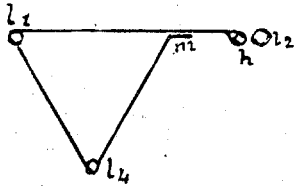


Fig. 23.

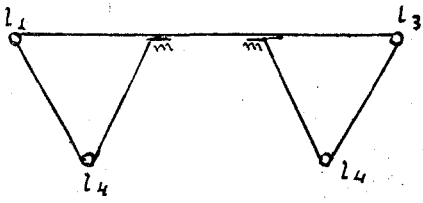


Fig. 24.

torno (el más grueso) tiene una carga de fractura de 2.000 a 2.500 kilogramos y se llama cable principal; el segundo, llamado secundario, se rompe bajo una tensión de 450 a 525 kilogramos.

De este modo se trata de conseguir mayor seguridad, pues las cometas que forman el tren se fijan por mitad al cable principal y al secundario (en el caso de emplear un número impar de cometas lleva una más el cable principal), y de este modo, si a consecuencia de una racha intensa de viento se rompe el cable, la rotura *ocurrirá siempre en el cable secundario* y la barquilla descenderá a tierra lentamente, frenada por las cometas unidas al principal.

Tanto el cable principal como el secundario, que forma su prolongación, van provistos de gazas, espaciadas 12 metros para enlazar los cazonetes terminales de las bridas de las cometas, y próximo al lugar que debe ocupar la barquilla va intercalado en el cable principal un elemento de igual resistencia que aquél y de 6 ó 7 metros de longitud, sobre el que actúa un dinamómetro que permite apreciar constantemente al aeronauta la tensión del cable en dicho punto. El citado elemento lleva unidos cuatro cazonetes: dos para la suspensión de la barquilla y los otros dos para los aparejos, mediante los cuales se obtienen las ascensiones o descensos de ésta.

Organización del tren.—El número de cometas que forman el tren varía de 6 a 12, según la intensidad del viento.

Para maniobrar se necesita un espacio despejado de unos 200 a 300 metros de radio y un equipo de 25 hombres; si el número de hombres es menor, los preparativos para la ascensión exigen más tiempo.

Se comienza por colocar el carro-torno en el punto conveniente del terreno, y sobre éste se desarrolla y tiende el cable en el plano y dirección del viento. Una parte del personal de maniobra queda junto al carro-torno, anclándolo para inmovilizarlo, mientras el resto transporta a los puntos convenientes las cometas, la barquilla, la caja de lastre, el cable suplementario y el cordaje de maniobra para izar o bajar la barquilla. Enlazados los cables, colocado el dinamómetro y armadas las cometas en el número que convenga, como quedó explicado, van enganchando sus cazonetes de brida en las gazas correspondientes, teniendo cuidado de introducir el cable de retención en la horquilla de cada cometa, separando la pieza metálica superior de aquélla y volviéndola a colocar cuidadosamente.

De este modo quedan todas las cometas sustentadoras atravesadas por el cable de retención, guiado por las respectivas horquillas, cuya profundidad las permite adoptar el ángulo de equilibrio conveniente.

La cometa-piloto va unida al extremo del cable secundario por un ramal de 30 a 40 metros de longitud. La misión de esta cometa, además de auxiliar a la elevación del tren y de contribuir a la sustentación, es la de indicar, por lo menos cerca de tierra, la dirección del viento, para disponer la colocación del torno, el tendido del cable y la situación de la caja de lastre. Si al elevar esta cometa independientemente, se notara algún error en la disposición de dichos elementos, se rectificaría antes de lanzar el tren. Si se comprueba que todo está bien dispuesto, a la voz de mando los sirvientes, sujetando las cometas del tren por sus montantes intermedios, las elevan verticalmente, cuidando que las bridas queden bien colocadas, sin enredarse en los largueros. Se comienza por soltar el cable especial de la cometa-piloto (unido ya al extremo del secundario), y sucesivamente se van soltando las cometas del tren. La barquilla, en lastre, se habrá unido previamente al cable principal. y sus cuerdas de maniobra pasadas por las poleas de la caja de lastre.

Al elevarse el tren se eleva la barquilla hasta quedar tensas las cuerdas que la unen a la caja, y comprobado que torno y caja ocupan la situación debida en el plano del viento (o corregido cualquier defecto que se pueda notar, por variar algo la dirección del viento al elevarse el tren), ejercen los sirvientes tracción sobre las cuerdas de la barquilla, atrayéndola a tierra, y pudiendo ocupar su puesto el aeronauta, quitando

los sacos de lastre. El repliegue del material se efectúa en forma inversa a la seguida en su montaje, comenzando por llevar a tierra la barquilla, y una vez separada del cable principal, por medio de una pasteca y los juegos de tirantes correspondientes, se efectúa el descenso del tren, separando del cable las cometas sustentadoras a medida que se van alcanzando, y desmontándolas y plegándolas en la forma ya sabida. Cuando sólo queda en el aire la cometa-piloto y ésta está ya a muy poca altura y se ve que va perdiendo su estabilidad, prefieren (según dicen) soltar la cuerda para que caiga suavemente planeando, evitando así golpes violentos que perjudican sus condiciones de vuelo y, sobre todo, su estabilidad, base de la del tren.

Una sección independiente de cometas, además del personal y material indicado, necesita dos carruajes: el carro-torno y el furgón para el material.

Con el tren descrito realizan ascensiones con velocidades de viento, desde 6 hasta 15 metros por segundo: para la primera emplean 12 cometas y 4 para la segunda.

El empleo de dicho tren apenas ofrece peligro, pues la rotura del cable suplementario, producida por una racha intensa de viento, no es accidente temible por lo ya expuesto, y si un casco de granada o una bala cortan el cable entre el torno y la barquilla, viene a quedar el tren retenido por el aparejo de maniobra de la barquilla, enlazado a la caja de lastre. La rotura del cable, realmente temible, es la que pueda pro-

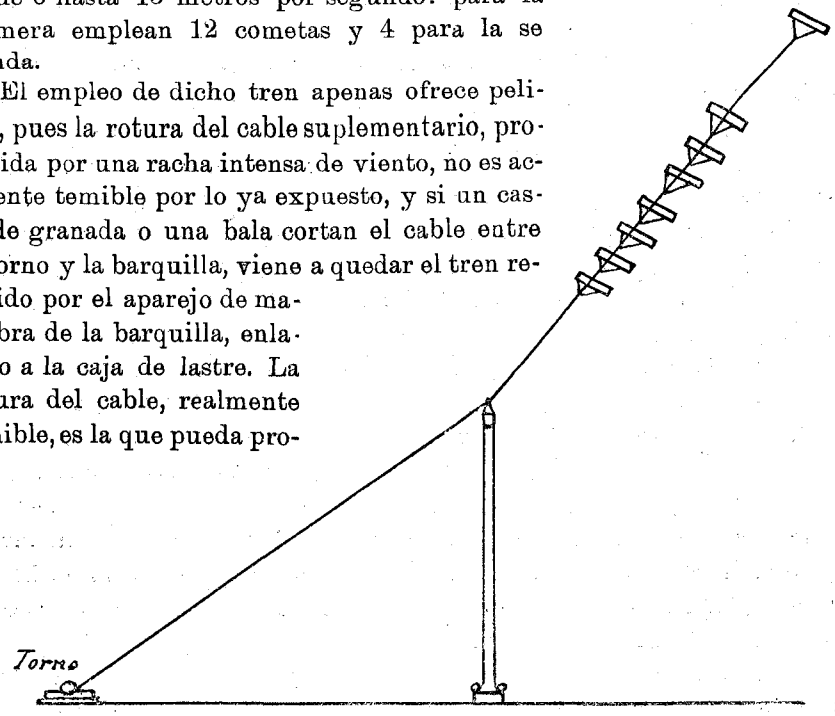


Fig. 25.

ducirse entre la barquilla y las primeras cometas del tren; pero es poco probable, pues sólo puede ocurrir en campaña, y en dicho caso, se

dispondrá seguramente de paracaídas, como ocurre en los globos cautivos.

Con un cable principal de 500 metros de longitud han realizado ascensiones a 200 metros de altura.

Alguno de los ensayos realizados.—A las órdenes del teniente Bogatirev operó una Sección de cometas, provista del tren Oulianine, en las maniobras que llevó a cabo la 16.ª División del Ejército ruso. El personal de la Sección se componía de dos oficiales (uno, jefe de la Sección, y otro, observador) y de 25 individuos de tropa.

El 9 de agosto de 1911 se presentó la Sección al General Schwank, Comandante del 6.º Cuerpo, ante el cual realizaron varias ascensiones, en las que tomaron parte diversos oficiales del Cuartel general, a pesar de lo intenso de la lluvia.

Después de esta revista, la Sección quedó afecta a la División citada, interviniendo en diversas maniobras, en las que realizó más de 100 ascensiones montadas a alturas variables, entre 80 y 200 metros, trabajando con vientos desde 5 hasta 17 metros de velocidad por segundo. El tiempo necesario para preparar una ascensión era de veinticinco a treinta minutos.

La velocidad del viento la medían con un anemómetro Richard, y la altura alcanzada en cada ascensión, utilizando un aneroide especial, aunque en realidad la proporciona con suficiente exactitud las cuerdas de maniobra de la barquilla, graduadas convenientemente.

La Sección tenía movilidad suficiente para seguir a los destacamentos de exploración o de reconocimiento.

La figura 25 indica en esquema la disposición del tren.

Descripción del tren de cometas empleado en Inglaterra.

Nuevas experiencias y ensayos.—Después de las satisfactorias pruebas hechas con su tren de cometas por el capitán Baden Powell, mencionadas en otro lugar de este trabajo, parece ser que no se prosiguieron en Inglaterra ensayos de este género, hasta que un sensacional suceso puso de nuevo sobre el tapete tan interesante cuestión.

En 1903, el capitán americano Cody atravesó el Canal de la Mancha, partiendo de Calais, en una pequeña embarcación, remolcada por una cometa y arribando sin novedad a Douvres.

Su llegada en la original forma dicha a la costa inglesa produjo intensa emoción en la opinión británica, y tanto el Almirantazgo como el Ministerio de la Guerra se interesaron de nuevo, en cuanto a las cometas se refería.

Como resultado de unos ensayos previos hechos a bordo del crucero

Good-Hope, a fines de 1903, muchos buques de la flota inglesa disponían de cometas de diversos tipos, destinadas a la obtención de observatorios elevados, a experiencias de telegrafía sin hilos, a reconocimientos fotográficos y hasta para el transporte de objetos de un buque a otro.

Al propio tiempo, el Ministerio de la Guerra inglés nombraba una Comisión encargada de estudiar la aplicación de las cometas al servicio de reconocimientos en el Ejército. Los primeros ensayos se efectuaron en Deveuport y en Aldershot, a presencia del General Butler, alcanzando en ellos alturas de observación hasta de 600 metros.

En 1906, y como resultado de los trabajos de la referida Comisión, los trenes de cometas entraron de lleno a formar parte del material de guerra del Ejército inglés, y en las maniobras efectuadas en dicha fecha en el Sur de Inglaterra, el bando azul disponía de trenes de cometas para su servicio de observación. La altura media de las ascensiones fué de 600 a 700 metros, con 900 a 1.000 de cable desarrollado, y la mayor altura alcanzada con cometas montadas hasta la fecha, no sólo en Inglaterra sino en los restantes países, corresponde al teniente inglés Brook-Smith, que consiguió elevarse a 1.000 metros, con 1.350 de cable desarrollado.

El capitán Cody, que contribuyó en gran parte al estudio del material que integra el tren inglés, ensayó diversos tipos de cometas. Comenzó por utilizar cometas tricelulares, abandonadas al poco tiempo para ensayar un tipo de cometa Malayo, reemplazado a su vez por la cometa celular con alas diédricas, ideada por Cody, y que es la que, con ligeras modificaciones, adoptó también el capitán francés Sacconney (como veremos al describir dicho tren) elección muy acertada, pues indudablemente es un tipo de cometa muy bien entendido y notable por su gran estabilidad de vuelo y su fuerza ascensional.

El tren ingles, más moderno y perfeccionado, y del cual, por la gran reserva con que procede el Gobierno británico en cuanto atañe a su material de guerra, no hay descripciones ni datos suficientemente precisos, se compone de tres clases de cometas, todas del mismo tipo, aunque de dimensiones y densidades diferentes, según su objeto:

1.ª Cometa-piloto: Pilot Kite.
2.ª Cometas sustentadoras: Lifting Kites.
3.ª Cometa remolcadora: Man Carrier Kite.

La descripción más completa de dicho material fué publicada en la *Revue du Génie* por el capitán Sacconney al regreso de una Comisión, desempeñada en Inglaterra por dicho capitán y por los de igual empleo, Madiot y Dollfus, Comisión que le permitió observar y recoger detalles suficientes para poder formar idea bastante cabal de los elementos que forman el tren inglés y del modo de utilizarlos.

El tren de cometas inglés está organizado y calculado para poder maniobrar con vientos, desde 8 hasta 30 metros de velocidad por segundo, poseyendo, por lo tanto, un gran radio de empleo.

La seguridad que ofrece es muy grande y notable la estabilidad de la barquilla, condición de grandísimo valor para la eficacia de la observación aérea.

Las unidades de aerostación inglesas disponían, como complemento del globo cautivo, de trenes de cometas.

Cometas Cody.—Todas ellas son del mismo tipo; la descripción siguiente se refiere a la cometa remolcadora, de dimensiones mayores que la piloto y las sustentadoras:

La cometa consta de un cuerpo bicelular Hargrave, con planos medios directores en cada una de las dos células; dos alas y seis aletas diri-

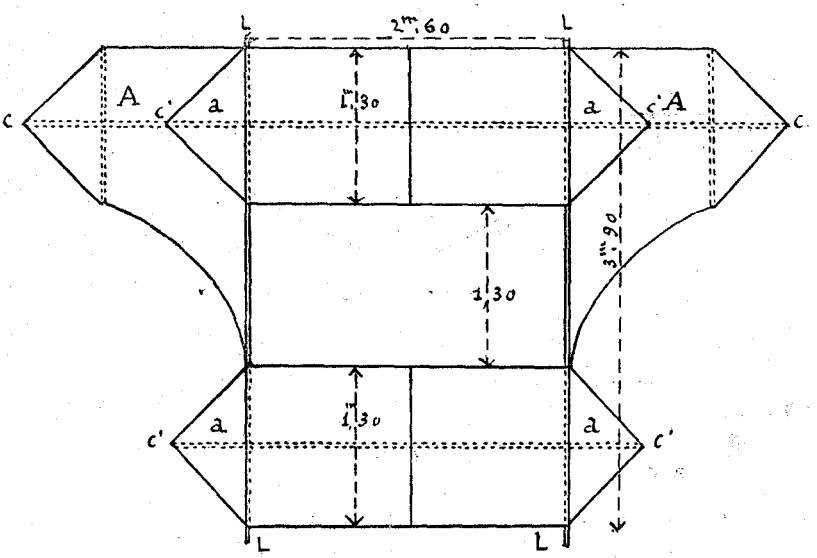


Fig. 26.

gidas, según los planos diagonales de las células (fig. 26), siendo sus dimensiones principales las indicadas en las figuras 26, 27 y 28.

Armadura.—Está formada por los cuatro montantes verticales *L* y por las dos cruces de San Andrés *C* y *C'* horizontales. Todas las piezas son de caña de bambú elegida y de diámetro uniforme en toda su longitud. Dichas cruces de San Andrés, además de arriostrar el cuerpo de la cometa, sirven de armadura a las dos alas *A* y a las seis aletas *a*. No hay datos sobre los diámetros de las diversas piezas de la armadura.

Velamen.—La tela empleada para formar las células del cuerpo de la

cometa, así como sus planos medios directores y las alas y aletas, es la seda japonesa. Las extremidades de todas las piezas de la armadura (montantes y crucetas) se alojan en vainas y regatones de tela reforzada.

La rigidez del conjunto, que es muy considerable, se obtiene por medio de tensores. Las alas *A* van sujetas a los montantes anteriores por tirantes de alambre provistos de tensores.

Brida.—Las figuras indican con suficiente claridad la disposición de la brida de estas cometas, que llevan además otra pequeña, no indicada que termina en un anillo que se engarza en el cable principal.

Organización del tren.—El tren inglés (fig. 29) se compone: de la cometa-piloto, que, además de contribuir a la sustentación, garantiza el equilibrio del conjunto; de cuatro cometas sustentadoras, para proporcionar al cable principal la tensión necesaria, y de la cometa remolcadora que eleva la barquilla a lo largo del cable, hasta alcanzar la altura de-

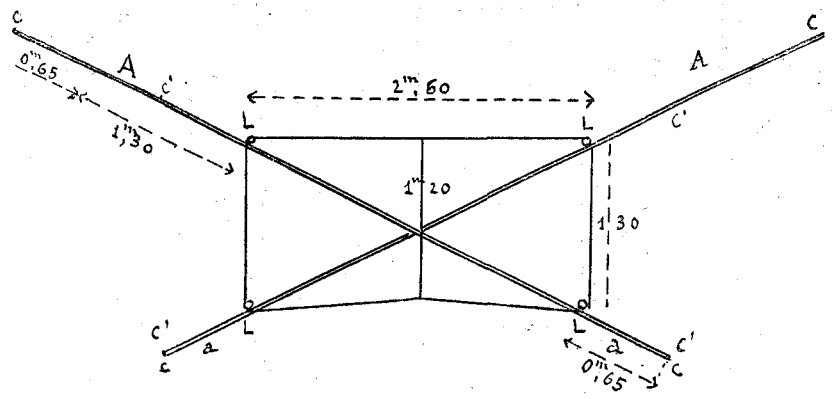


Fig. 27.

seada. Los intervalos son: de 30 metros entre la cometa-piloto y la primer cometa sustentadora y de 10 metros entre estas últimas, llevando el cable principal la disposición necesaria para el enlace de las bridas de las cometas en los puntos convenientes.

Maniobra de la cometa remolcadora.—Esta cometa va provista de dos bridas especiales, dispuestas de manera que el aeronauta desde la barquilla, y maniobrando por intermedio de poleas y aparejos, puede aproximar a la barquilla la célula superior o inferior de la cometa; es decir, puede variar a voluntad y entre ciertos limites el ángulo de ataque.

La brida anterior arranca de la parte superior de la célula superior, y la posterior, de la parte superior de la célula inferior. Lleva, además, esta cometa una pequeña brida para enlazarla al cable por medio de un anillo por su célula superior y dos bridas de seguridad que van de la

cometa a la suspensión de la barquilla, por si acaso se rompiera una de las de mando.

La figura 30, aunque confusa y poco detallada, permite formar idea de la disposición.

Barquilla.—Era la misma que empleaban para sus globos cautivos, pues como los trenes de cometas estaban afectos a las unidades de Aeros-

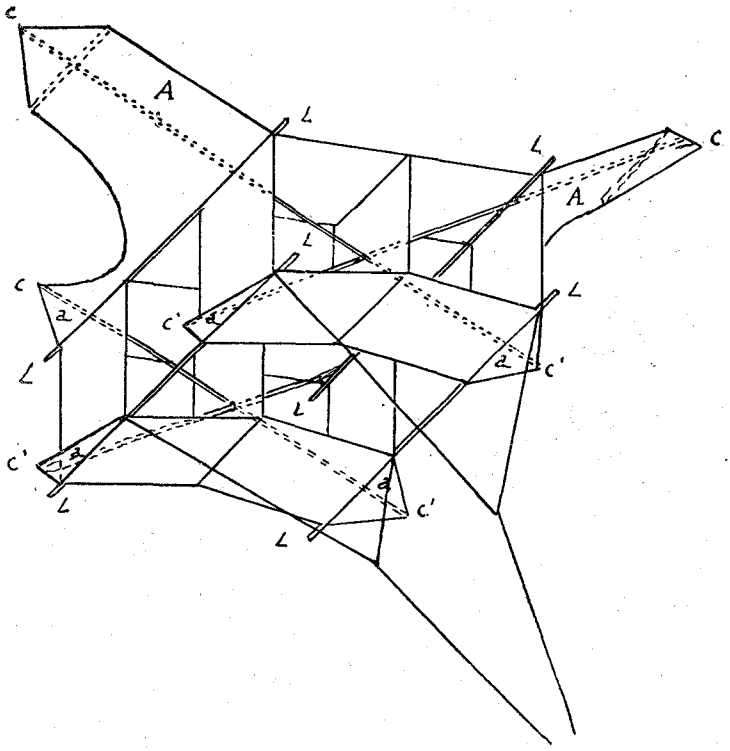


Fig. 28.

tación, y éstas, como es bien sabido, usaban como globo reglamentario cautivo el esférico de 300 metros, construído en Baudruche, dispuesto para un solo aeronauta, era lo suficientemente ligera para no exigir otra especial para el tren de cometas. La barquilla citada es de mimbre, unida por sus cuerdas al círculo de suspensión y éste enlazado, rígida y fuertemente, a una barra de madera *b* (fig. 31), a la que se unían, para esta aplicación, el bastidor de suspensión *s s* y otro triangular de ramas mayores *t*, inclinado hacia el tren de cometas y terminado en un ojo, por el que pasa el cable, provisto de rodillo o polea para deslizarse fácilmente por él, bastidor que, además de contribuir a sustentar la barquilla cuan-

do ésta está parada (por estar frenado el carretón), sirve para impedir movimientos de giro, puesto que se ve enlazada a dos puntos distintos del cable. El aeronauta, mediante una palanca, puede frenar o desembragar a voluntad las poleas del carretón, con lo cual podrá subir, descender o detenerse a una altura dada, según le convenga. Claro es que cuando trate de descender tendrá que maniobrar previamente las bridas para disminuir el ángulo de ataque de la cometa remolcadora, a fin de que domine el peso de la barquilla a la acción de aquélla y sea posible el descenso. El juego de aparejos para la maniobra de las bridas va indicado esquemáticamente en la figura 30. Aflojando la cuerda terminal del aparejo, se alarga la brida inferior y disminuye el ángulo de ataque; cobrando de dicha cuerda, se acorta la brida anterior, obteniéndose el mismo resultado.

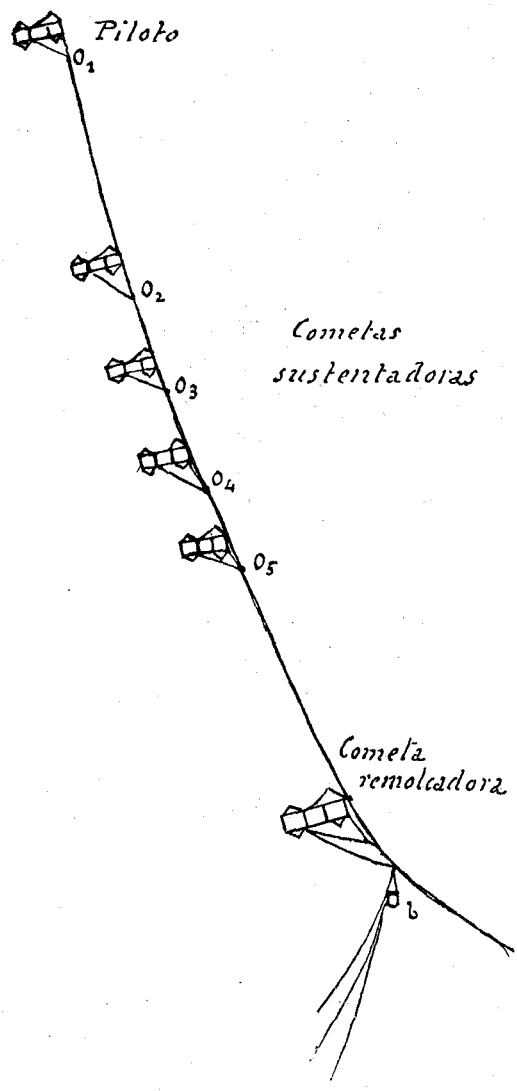


Fig. 29.

De la barra *b* (fig. 31) penden cuatro cuerdas de 6 metros para retener la barquilla en los primeros momentos de la ascensión y en los últimos del descenso, y otra cuerda larga a modo de cuerda-freno.

Maniobras con el tren.— Se lanza primero la cometa-piloto, unida al extremo del cable principal, y después, sucesivamente y enlazadas al mismo por sus bridas y células superiores en los puntos convenientes, las cometas sustentadoras, largando luego cable para que se eleve el tren y alcance la altura que se haya fijado.

Previamente se ancla y sujeta sólidamente el torno de maniobra del cable.

Dispuesta la barquilla y la cometa remolcadora en la forma ya explicada, y retenida aquélla por los sirvientes distribuídos sobre las cuatro cuerdas de maniobra, la conducen en dirección del viento hasta situarla a unos 100 metros del torno, con lo cual, y puesto que el carretón hace el papel de pasteca, al avanzar va descendiendo el cable.

El aeronauta ocupa su puesto en la barquilla; frena el carretón para

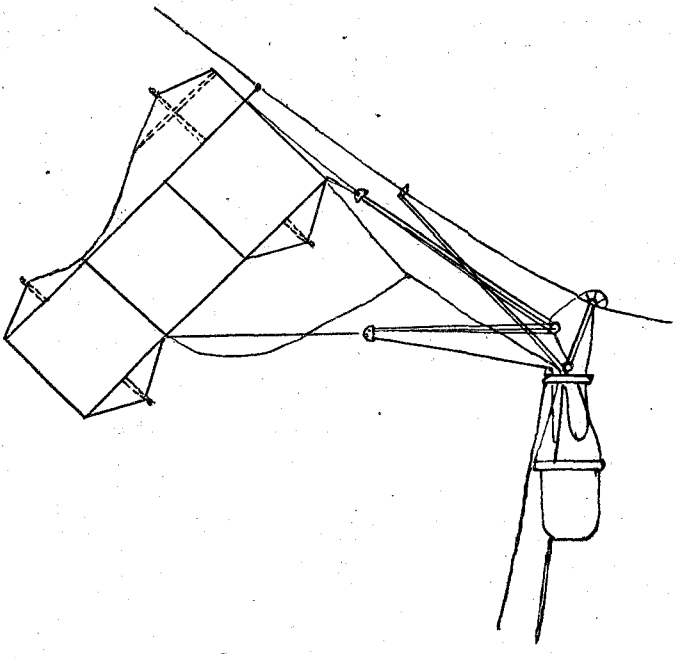


Fig. 30.

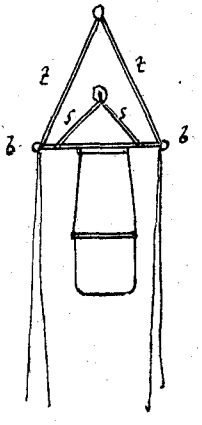


Fig 31.

inmovilizar sus poleas y que quede fijo al cable y da la orden de soltar, elevándose casi verticalmente la barquilla por la tensión del cable, hasta que el trozo de éste, torno-barquilla, tome la inclinación de equilibrio que el peso de ésta le impone. En este momento, el aeronauta desembraga el carretón, y la barquilla, arrastrada por la cometa remolcadora, se desplaza sobre el cable, elevándose y aproximándose al tren sustentador.

Cuando alcanza la altura de observación conveniente (400 a 600 metros), se frena lentamente el carretón (para evitar esfuerzos grandes y casi instantáneos en el cable, debidos a la tracción de la cometa remolcadora, bruscamente detenida si se frenara rápidamente) y la barquilla se detiene.

Para descender basta maniobrar las bridas, a fin de disminuir el án-

gulo de ataque, sea alargando la brida posterior, que es lo que en general se hace, sea acortando la anterior y desembragando el carretón para que pueda deslizarse. Como es natural, hay que maniobrar con cuidado las bridas para que el descenso no sea violento. Cuando el aeronauta ve que la cuerda-freno llega en parte a tierra, frena el carretón, y cobrando los sirvientes de dicha cuerda (y cuando queden a su alcance, de las de maniobra) sujetan la barquilla, quedando terminada la ascensión.

Tal era el material de cometas inglés, que no sabemos si sigue empleándose, ni las modificaciones que haya podido experimentar desde que tuvo ocasión de estudiarlo la Comisión francesa que hemos indicado, y que indudablemente se inspiró en él para la organización del tren de cometas francés.

Descripción del tren de cometas Madiot.

Ensayos hechos en Francia.—Francia, que, como en muchos otros asuntos, fué la iniciadora de esta aplicación de las cometas, no le dió la importancia que en realidad merecía, y se dejó adelantar por Rusia y por Inglaterra, pues, aunque particularmente, sin protección oficial ninguna, y contando sólo con su decidida afición y su gran perseverancia, construyó y ensayó a su costa el capitán Madiot un tren de cometas, con el propósito de disponer de un observatorio elevado para la dirección y conducción del fuego de una batería y de alguna otra tentativa aislada, hecha por aficionados, oficialmente, nada había hecho el Gobierno francés para disponer de este nuevo elemento.

Pero ante los positivos resultados conseguidos en Rusia y en Inglaterra con sus trenes de cometas, puestos de relieve en el informe emitido por la Comisión nombrada para estudiar el tren de cometas inglés, se quebrantó un tanto la inercia del Ministerio de la Guerra francés, adoptando la resolución de que se estudiara el material más conveniente, estudio que se encomendó al capitán de Ingenieros Sacconney.

No sé si el bien estudiado material presentado por dicho capitán y ensayado con muy buen éxito, tanto en el Ejército como en la Armada francesa, llegó a ser material realmente reglamentario; mi impresión es que, tanto en Francia como en Rusia y en Inglaterra, todos los entusiasmos y las esperanzas todas se cifraron en la naciente aviación, con grave perjuicio del servicio de aerostación, y por lo tanto, de su complemento los trenes de cometas, llamados a ampliar, de un modo casi ilimitado, su radio de empleo.

Tren de cometas del capitán Madiot.—Aunque, como ya he dicho, el tren Madiot fué un ensayo particular, tanto por su objeto, puramente militar, de proporcionar observatorios para la artillería (siempre que se

dispusiera de un espacio de 100 a 150 metros), como por la originalidad de alguno de sus bien concebidos elementos, creo útil y justo dar de él los datos que he logrado recoger.

En marzo de 1907, y en el fuerte de Belleville, cerca de Verdun, comenzó sus ensayos con cometas el capitán Madiot, consiguiendo realizar su primera ascensión, a pocos metros de altura, en junio del siguiente año, altura que fué aumentando a medida que estudiaba, modificaba y perfeccionaba los elementos constitutivos de su tren, hasta alcanzar la de 300 metros, permaneciendo en ella una hora treinta y cinco minutos

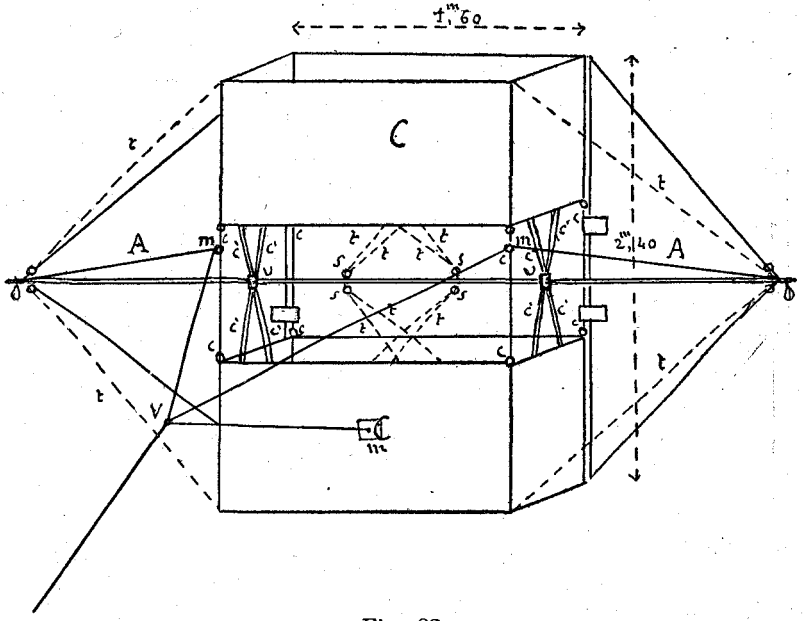


Fig. 32.

en el aire en el concurso de Marsella, y quedando clasificado su tren de cometas en segundo lugar (alcanzando el primero el tren Sacconney) en el concurso aeronáutico celebrado en Reims en 1910.

A pesar de haberse dedicado con gran entusiasmo a la aviación, en la que pronto adquirió justo renombre de piloto, hábil, sereno y arrojado, no abandonó los estudios y ensayos de su tren de cometas, al que concedía gran importancia, y cuyas condiciones hubiera mejorado, con seguridad, a no haber muerto prematura y trágicamente el 23 de octubre de 1910 en el aeródromo de la Brayelle (cerca de Donai), víctima de un accidente de aviación.

Cometa del capitán Madiot—La cometa ideada por Madiot, representada en las figuras 32, 33, 34 y 35, se compone de un cuerpo bicelular

Hargrave, provisto de dos alas triangulares que forman ángulo diedro invertido, es decir, que en vez de tener sus planos inclinados hacia atrás, lo están hacia la parte anterior de la cometa; sus dimensiones generales están acotadas en las mencionadas figuras.

La originalidad de esta cometa consiste no sólo en la especial disposición de sus alas, sino en su armadura, fácilmente desmontable. Su superficie sustentadora es de unos 8 metros cuadrados y su densidad (quizás excesivamente pequeña) oscila entre 0,6 y 0,7. Lo especial de su armadura hace preciso el empleo de diversos tirantes para obtener en el conjunto la rigidez necesaria.

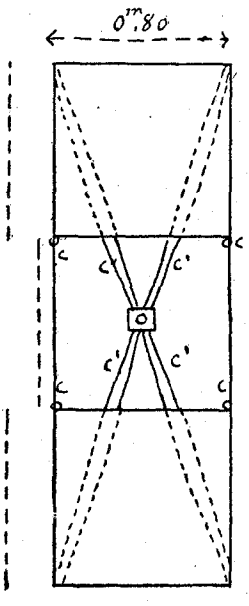


Fig. 33.

Armadura.—Está formada, primero, por dos crucetas de madera, compuesta cada una de un núcleo o cubo, en el que penetran con la inclinación conveniente los cuatro brazos de la cruceta, perfilados en forma de sólido de igual resistencia para disminuir su peso; y segundo, por una verga horizontal de madera, destinada a mantener la separación debida entre las crucetas laterales y a servir de apoyo a los vértices de las alas y para sujetar los tensores de éstas y de todo el conjunto.

Las crucetas constituyen las diagonales de las dos caras laterales del cuerpo de la cometa, y la verga se descompone en tres partes: la central, que por ambos extremos se introduce en cajas abiertas en los núcleos de las crucetas laterales, y las extremas, que se alojan también en cajas abiertas en el núcleo referido.

Velamen.—La tela empleada era el algodón, con la que se forman las células, disponiendo en el interior de ellas en los sitios convenientes unos conterones de lona para introducir y fijar los extremos de los brazos de las crucetas de madera.

Los cuatro montantes verticales de madera que en las cometas Hargrave forman las cuatro aristas laterales del cuerpo de la cometa, están sustituidos, en la que describimos, por montantes de cuerda encerada *c*, unidos a los extremos de los brazos de las crucetas y que se pueden tesar con facilidad.

A las citadas crucetas se enlazan los tirantes *t* de las alas, sujetos por su otro extremo a la verga, y los tirantes interiores *t* unen los vértices del cuerpo de la cometa a los puntos *s s* de la verga, dejando un espacio

libre, por el que atraviesa la cometa el cable principal, cuando se forma el tren. Los bordes de las células y de las alas van reforzados con dobladillo y cuerda en él metida, y aquéllas se unen a los montantes posteriores de cuerda, por medio de trozos de lona.

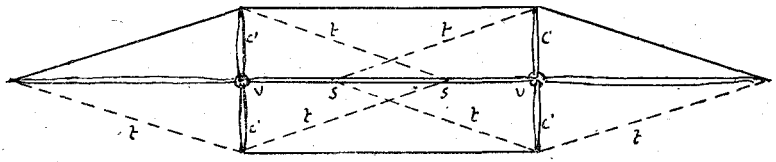


Fig. 34.

Brida.—Es de tres ramales, que parten de los puntos *m* de los montantes de cuerda anteriores y de un refuerzo situado en el centro de la cara anterior de la célula inferior, reuniéndose en el punto *V*, vértice de la brida, y como los montantes son de cuerda, los ramales superiores se prolongan y vienen a afirmarse también a los montantes posteriores.

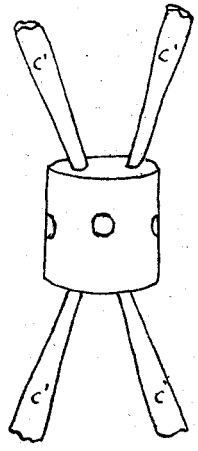


Fig. 35.

Harto se comprende, por lo que va expuesto, que, si bien la cometa Madiot resulta ligera y fácilmente desmontable, el gran número de tirantes complica no poco la operación del montaje, puesto que la rigidez del conjunto va fiada por completo a la conveniente tensión de todos ellos. Estando bien ajustada trabaja en buenas condiciones de estabilidad, con vientos de velocidad inferior a 10 metros por segundo; pero su solidez y rigidez, medianas, no permiten emplearla con vientos intensos, y en esto estriba su principal defecto, pues resulta muy poco apropiada para complementar al globo cautivo, y aun para su misión especial de observatorio artillero, ya que el radio de empleo habría de ser bastante limitado. Así lo comprendía el capitán Madiot, que pensaba modificar y mejorar su tren en el sentido indicado, poco antes de su desgraciada muerte.

Composición del tren.—La composición del tren Madiot participaba de la de los trenes ruso e inglés: del primero aceptó el cable único, atravesando todas las cometas, y del segundo, la composición general, cometa-piloto, tren sustentador y, en lugar de cometa única remolcadora, un tren auxiliar remolcador, formado por dos o tres cometas, según lo intenso del viento. Extendido el cable en tierra y en dirección del viento, y atravesadas por él las seis o siete cometas sustentadoras que se utilizan con viento débil (de 6 a 10 metros de velocidad por segundo), se enlazan

sus bridas a los puntos de antemano dispuestos en el cable, en el que se engarzan también los anillos terminales de las pequeñas patas de ganso de sus células superiores, quedando un sirviente al cuidado de cada cometa para colocarla en posición conveniente al emprender el vuelo.

Se lanza primero la cometa-piloto y, una vez en vuelo y unido su ramal de retención de 30 a 40 metros de longitud al extremo del cable principal, se van soltando las diversas cometas, elevándose el tren, lar-

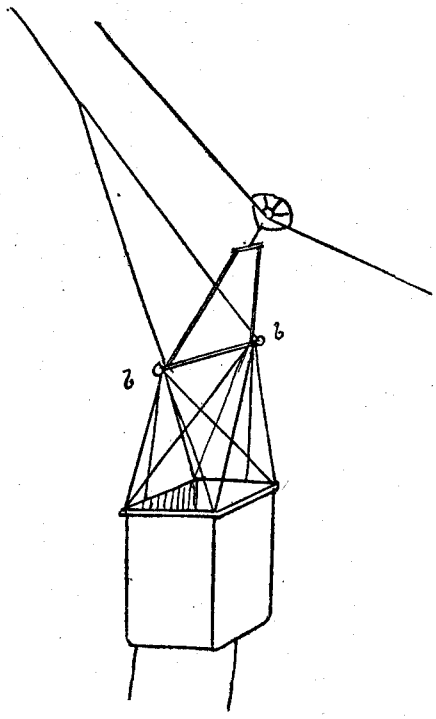


Fig. 36.

gando cable con el torno hasta que alcance la altura conveniente. Aparte se forma de modo análogo el tren remolcador (compuesto de tres cometas para vientos débiles), engarzando los anillos de las células superiores al cable principal y las cometas entre sí a un trozo de cable.

La brida de la cometa de este tren, que queda más próxima a la barquilla, puede ser maniobrada desde ésta por el aeronauta para modificar su ángulo de ataque.

Barquilla.—Es de lona fuerte, con un marco rectangular de madera en su borde superior y un ligero tablero en el fondo. Las cuerdas que la rodean y refuerzan, se unen a los extremos de una barra *b b* (fig. 36), de los

que parte el cordaje de suspensión (unido al carretón que corre sobre el cable principal y que puede frenar o desembragar el aeronauta) y el que la enlaza al tren remolcador.

El torno empleado por Madiot era sumamente elemental: se maniobraba a brazo y estaba montado en un armón de artillería.

El descenso a tierra del tren se obtenía mediante una pasteca enganchada en el cable y movida con unos juegos de tirantes por los sirvientes, en igual forma que la empleada para los descensos de globo cautivo a brazo.

Descripción del tren de cometas del capitán Sacconney.

Composición general del tren y ventajas que le atribuyen.—Encargado el capitán Sacconney por su Gobierno del estudio, construcción y ensayo de un tren de cometas para el Ejército francés, realizó rápidamente su cometido, presentando, a los tres meses de recibida la orden, un material cuidadosamente estudiado y construído, compuesto, primero, de un tren sustentador formado por diez cometas de 10 metros cuadrados de superficie activa cada una, de las que en general se utilizan ocho para vientos débiles de 8 metros de velocidad por segundo y un mínimo de 3, si ésta llega a 16 metros por segundo; segundo, de un tren remolcador, idea puesta ya en práctica por el capitán Madiot, según hemos visto, y tercero, del cable principal y del especial para el tren remolcador, barquilla, suspensión, torno y accesorios.

La idea original que caracteriza el tren que describimos, consiste en el empleo de dos cables distintos, uno para retener el tren sustentador encargado de proporcionar a dicho cable la tensión necesaria, a fin de constituir un carril aéreo, y otro de retención del tren remolcador de la barquilla que se desliza sobre el cable principal, hasta que aquélla alcance la altura conveniente para la observación.

Las ventajas que, según dicen, ofrece esta disposición son las siguientes:

1.ª *Regularidad de maniobra.*—Haciendo variar el número de cometas que componen el tren remolcador, se puede graduar, entre ciertos límites, su esfuerzo tractor, acomodándolo a la intensidad del viento y al peso que deba elevar, lo cual no es posible en el tren inglés de cometa remolcadora única de 20 metros cuadrados de superficie sustentadora.

2.ª *Economía en el peso de cable.*—Los dos cables independientes del tren Sacconney, en iguales condiciones de seguridad, presentan un peso algo menor que el cable principal único de los trenes ruso e inglés. En efecto, si para un viento dado, y en el caso de cable único, hay que pro-

porcionarle una tracción do 400 kilogramos, por ejemplo, y se acepta (como ocurre en general) un coeficiente de seguridad de valor 10, la carga de fractura de dicho cable sería de 4.000 kilogramos.

Para obtener con el doble cable del sistema Sacconney los 400 kilogramos de tracción, basta que el cable principal proporcione 250 kilogramos y los otros 150 el tren remolcador retenido por su cable especial. La carga de fractura del primero será, pues, de 2.500 kilogramos, y en cuanto a la del segundo, hay que tener en cuenta que dicho cable está formado por un corto trozo (que puede ser todo lo resistente que se quiera, y conviene que lo sea mucho) para enlazar las cometas remolcadoras entre sí, y a la barquilla, y del verdadero cable de retención del tren remolcador, cable que, por unirse a la barquilla en un punto comprendido entre ésta y el torno, es decir, en un punto en que el peso de la barquilla y del aeronauta disminuye en más de una cuarta parte la tracción que sufre dicho cable, ya no valdrá los 150 kilogramos indicados, sino unos 110, y, por lo tanto, su carga de fractura no necesita ser de 1.500 kilogramos, sino de 1.100, obteniéndose así la pequeña economía de peso indicada.

3.ª *Seguridad.*—Puesto que, cómo es sabido, las tensiones mayores las sufren tanto el cable principal como el del tren remolcador por encima de la barquilla y el trozo de cable del segundo que une el tren a la barquilla, puede ser de gran resistencia por ser muy corto y tener su peso escasísima influencia, si por accidente ocurre una rotura, ésta se producirá, seguramente, en el cable principal del tren sustentador. La barquilla quedaría sostenida únicamente por el tren remolcador, unido al torno por su cable especial, con lo cual o se mantendrá en el aire, o descenderá a tierra lentamente y sin peligro; mientras que en el tren inglés, al romperse el cable principal por encima de la barquilla, queda ésta a merced de la única cometa remolcadora, que, por no estar unida a tierra por cable alguno y quedar libre, constituye un paracaídas insuficiente.

Estas son las ventajas que se atribuyen al sistema Sacconney, las cuales me limito a señalar sin entrar en su análisis, pues no cabe duda que si el doble cable ofrece ventajas, no deja de tener sus inconvenientes, entre ellos el de exigir un torno más complicado, con dos tambores, que deben manejarse independientemente; de modo que el cable único continúa teniendo no pocos partidarios, entre los cuales figuraba el capitán Madiot.

Cometa.—Todas las cometas empleadas por Sacconney en su tren son exactamente iguales y del tipo Cody, ligeramente modificado, sólo en pequeños detalles, para facilitar la operación de armarlas y desarmarlas.

Como en otro lugar se describió dicho tipo de cometas, basta indicar aquí las dimensiones principales de las empleadas en este tren, debiendo mencionar el detalle de que los dos montantes verticales posteriores van

unidos por una pieza a la que se sujetan los ramales de la pequeña pata de gallo que lleva en su vértice el anillo que se engarza en el cable principal, si es sustentadora, o en el del tren remolcador, si tal es su misión, pues todas ellas son iguales.

Dichas dimensiones son:

Altura de la cometa, 3 metros; anchura, 2; altura de las células, 1; separación entre células, 1; profundidad de células, 1; longitud de las alas, 1,50; longitud de las aletas, 0,50, y densidad de la cometa, 1.

Una vez desmontada, quitando las crucetas, cada cometa se arrolla, formando un paquete de 3 metros de largo y unos 20 centímetros de diámetro, que viene a pesar, con su funda, de 10 a 11 kilogramos.

No poseyendo datos precisos sobre la construcción de estas cometas, al final de este trabajo, y por si puede servir de guía y ser de alguna utilidad, indicaré las instrucciones que para construir cometas Sacconney proporcionó a sus miembros la Sociedad Drago-Club (de Meaux), que supongo estarán bastante ajustados a la realidad.

Cables.—Los cables empleados son de alambre de acero de la mejor calidad. El de retención del tren sustentador, así como el trozo empleado para formar el tren remolcador y enlazarlo a la barquilla, tienen una carga de fractura de 2.500 kilogramos, siendo de 1.100 la correspondiente al de retención de este último tren.

Ambos son de 1.000 metros de longitud y se arrollan en el torno único a dos tambores que pueden maniobrarse independientemente. El torno, muy primitivo y modificado posteriormente (como veremos al describir la sección automóvil de cometas), se movía a brazo por ocho hombres, desarrollando un esfuerzo tractor superior a 400 kilogramos.

Barquilla y suspensión.—Es de mimbre y va suspendida de una barra en la forma que indica la figura 37.

El detalle del enlace de la barquilla al carretón, así como su unión al tren remolcador y al cable de retención del mismo, no he logrado encontrarlos descritos en parte alguna, y sólo en alguna borrosa fotografía se vislumbra dicha disposición, que, por otra parte, no debe presentar dificultad ni originalidad ninguna.

Enlace de las cometas sustentadoras al cable principal y modo de calcular sus bridas y los ramales de unión a dicho cable.—El ángulo que forma con la horizontal el elemento superior del cable de retención de un tren sustentador bien calculado, depende, como se sabe, de la intensidad del viento.

Como datos prácticos, se puede admitir que dicho ángulo es de 57° cuando la velocidad del viento es de 8 metros por segundo (que es casi el viento límite inferior para utilizar el tren Sacconney), adquiriendo su

valor máximo de unos 69° cuando dicha velocidad es de 20 metros por segundo. En este tren, como en el inglés, las cometas sustentadoras van unidas al cable principal por dos puntos *a* y *b* (fig. 38), el primero formado por un anillo engarzado en el referido cable y unido por una pequeña pata de gallo, sujeta a la cometa en el borde posterior superior de la célula superior, y el segundo por la unión al cable principal del extremo inferior del corto ramal de retención de cada cometa.

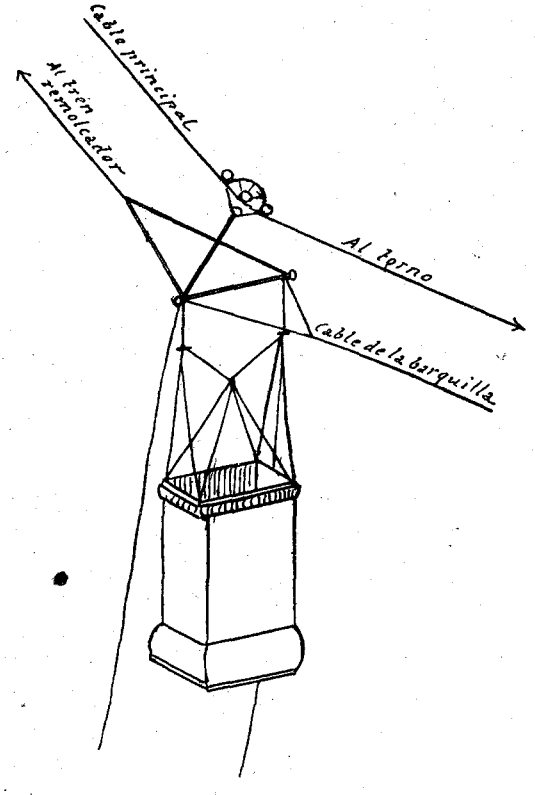


Fig. 37.

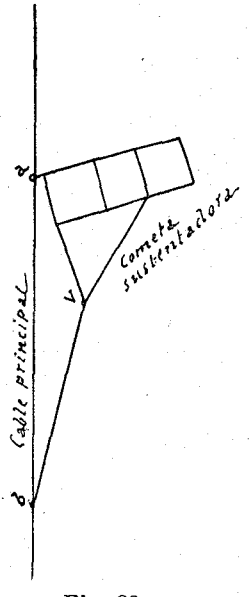


Fig. 38.

Para que el equilibrio del tren sustentador sea estable, condición indispensable y de importancia capital, hay que calcular con sumo cuidado la brida de cada una de las cometas sustentadoras, ya que todas ellas han de volar con ángulos distintos de ataque, así como la longitud, también variable con cada una, del corto ramal de cable que enlaza cada brida al principal de retención del tren.

De no proceder en la forma dicha, si alguna de las cometas sustentadoras tiene tendencia a apoyarse sobre el cable principal, dicha cometa

oscilará violentamente, apoyada en el referido cable, perturbando y comprometiendo la estabilidad de todo el tren que puede llegar a venir a tierra. Además de este gravísimo inconveniente, que hay que evitar a toda costa, no se obtendría del tren el rendimiento debido.

Para calcular la brida de cada cometa y, sobre todo, su ángulo de equilibrio y la longitud de su ramal de enlace, se procederá del modo siguiente, suponiendo desde luego conocido para el tipo de cometa que se utilice el diagrama de las $R\,i$, o sea de la acción del viento sobre la cometa, completado con el que da las posiciones del punto de aplicación de dicha acción para los diferentes ángulos de equilibrio o de ataque (figura 39).

Con el auxilio de dicho diagrama se determina el ángulo de ataque

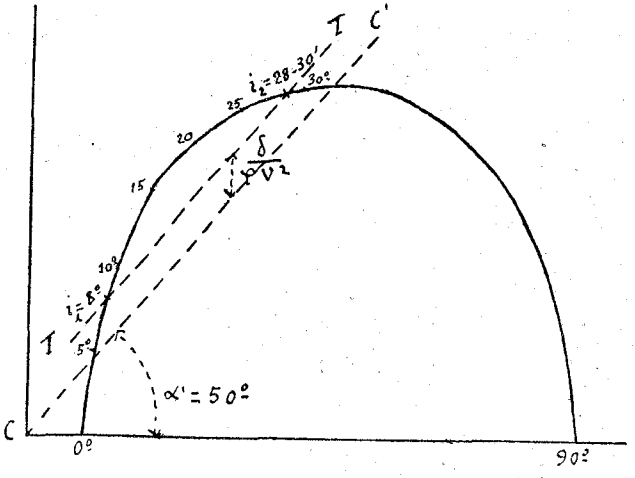


Fig. 39.

de la cometa para una inclinación de su cable o ramal (que es la de la tensión), algo menor de 57°, para que esta cometa no trate de apoyar sobre el cable principal, sino antes bien, tienda a separarse de él, impidiéndolo el anillo superior. Aceptemos $\alpha' = 50°$, por ejemplo, para este ángulo, y para resolver el problema bastará trazar por el punto C del diagrama una recta $C\,C'$ que forme 50° con la horizontal: trazar la $T\,T'$ paralela a ella y que diste verticalmente la cantidad $\frac{\delta}{x\,V^2}$, que en nuestro caso, y por ser $\delta = 1$ y $V = 8$, dicha distancia será 0,184, que se tomará en la escala del dibujo. La recta $T\,T'$, en su intersección con la curva de las $R\,i$, dará para los ángulos buscados los valores $i_1 = 8°$ e $i_2 = 28°\ 30'$, de modo que el problema admite dos soluciones, pudiendo

embridar la cometa para cualquiera de dichos ángulos, aunque en seguida veremos que el más conveniente es el de 8°.

Con arreglo al problema 1.° de la Memoria tantas veces citada, se calcularán las bridas correspondientes a ambos ángulos de ataque, y se podrán dibujar las dos posiciones de la cometa en vuelo (fig, 40), pudiendo trazar las rectas $A\ B$ que formen con la horizontal el ángulo de 57° y que apenas rocen las cometas, rectas que representarán la dirección superior del cable, al que se trata de enlazar la primer cometa sustentadora, que suponemos sea una bicelular simétrica Hargrave, de densidad igual a uno.

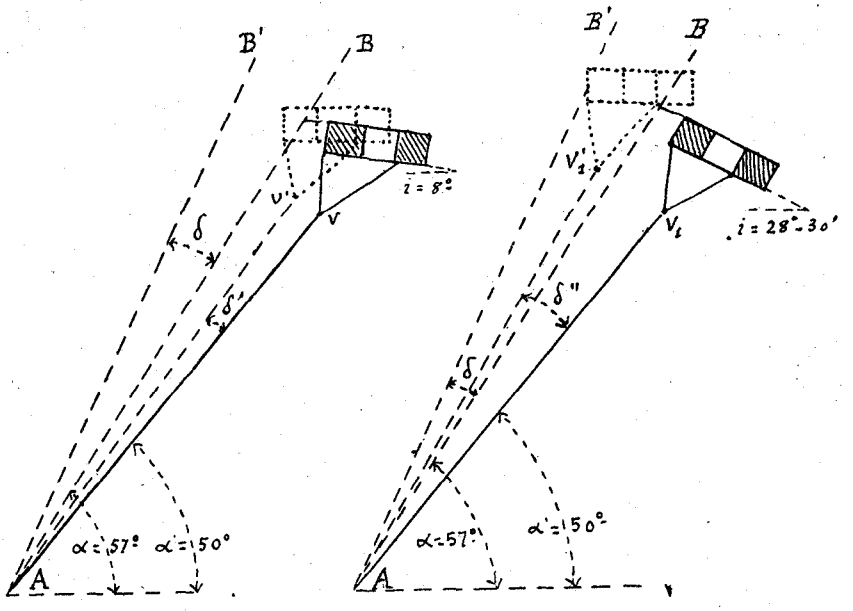


Fig. 40.

Trazando por los vértices V y V_1 de las bridas, rectas inclinadas, el ángulo $\alpha' = 50°$ con la horizontal (ángulo que se toma algo menor que el $\alpha = 57°$ que forma el cable de la cometa-piloto), se tendrán los puntos A y las longitudes $A\ V$ y $A\ V_1$ de los ramales de enlace de las cometas, que representan las dos soluciones del problema.

Es, desde luego, evidente que cuanto menor sea el ángulo $\alpha' < \alpha$ elegido para dirección del ramal de esta primera cometa, menor resultará su longitud y más tendencia tendrá la cometa a separarse del cable principal; pero hay que proceder con cautela al elegir dicho ángulo, pues si se fija un valor muy pequeño, escaso será también el rendimiento de la cometa, es decir, su esfuerzo sustentador.

Hay que examinar ambas soluciones con cuidado para comprobar si ambas son igualmente aceptables, o si sólo lo es una de ellas, y para esto conviene hacer una observación y recordar alguna consecuencia, deducida al exponer la teoría de las cometas.

La observación resulta del examen de la figura 41, por la cual vemos que el ángulo de equilibrio o de ataque de la cometa-piloto está comprendido entre los de las dos soluciones halladas, siendo mayor que el i_1 y menor que el i_2.

La consecuencia que conviene recordar es la relativa al efecto producido por un aumento de velocidad del viento, tanto en el ángulo de ata-

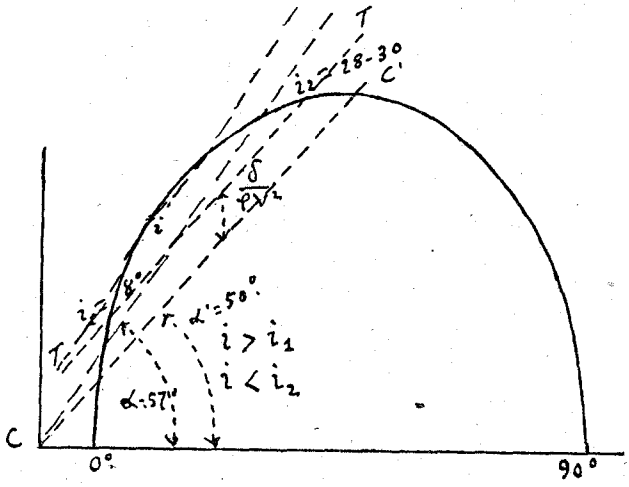


Fig. 41.

que de una cometa en vuelo, como en el que forma con la horizontal su cable de retención.

En la referida teoría se demostró que, si el viento *aumenta, el ángulo de ataque disminuye*, girando la cometa alrededor del vértice de su brida y obligando a girar al cable de retención sobre su punto de amarre, *aumentando* el que dicho cable forma con la horizontal. Se demostró además que *cuanto mayor es el ángulo de ataque de la cometa, mayores son la disminución y el aumento* que una misma racha de viento produce en los mencionados ángulos.

Recordado lo que antecede, supongamos (fig. 40) que aumenta la velocidad del viento, aumento que producirá otros en los ángulos que con la horizontal forman el cable principal (que tomará, por ejemplo, la dirección $A\,B'$) y los ramales de enlace de ambas soluciones, que tomarán las direcciones $A\,V'$ y $A\,V'_1$. Si representamos por δ el aumento sufrido

por el ángulo α y por δ' y δ'' los que ha experimentado el α' en ambas soluciones, se tendrá, en virtud de lo que acabamos de recordar, que $\delta' < \delta$, pero $\delta'' > \delta$. Es decir, que la cometa de la primera solución $i_1 = 8°$ más bien tenderá a *separarse* del cable principal al aumentar el viento, mientras que la de la segunda $i_2 = 28°\cdot30'$ tiende a aproximarse a él, con peligro de llegar a tomar apoyo, cosa que, como sabemos, hay que evitar a toda costa, por lo cual se desechará desde luego la segunda solución, aceptando únicamente la primera, que además, tiene la ventaja de proporcionar mayor rendimiento.

Para resolver el problema respecto a la segunda cometa sustentadora hay que tener en cuenta que la dirección del cable principal no será ya $\alpha = 57°$, sino que, aproximadamente, será la de la resultante de las dos tensiones que le transmiten la cometa-piloto y la primera sustentadora, tensiones que, sin grave error en la práctica, podemos suponer iguales (aunque, en realidad, no lo son, a pesar de ser idénticas ambas cometas por ser distintos, aunque poco diferentes, sus ángulos de ataque). La dirección del cable principal en este trozo será, pues, la de la bisectriz del ángulo de las rectas $A\ B$ y $A\ V$, que formará con la horizontal unos 54°, próximamente, y, partiendo de ella, se repetirá la construcción gráfica hecha para la primer cometa (prescindiendo desde luego de la segunda solución), y obteniendo la brida y el ramal de enlace de esta segunda cometa.

Análogamente se procederá para todas las demás, determinando para cada una previamente la dirección del cable principal. En la práctica, y con cometas tipo Sacconney, de 3 metros de altura y 2 de longitud de brida anterior *(a V)*, las de los ramales $A\ V$ de enlace varían, según Sacconney, entre 3 y 4 metros, resultando algo mayores si se emplean cometas Hargrave bicelulares simétricas.

Estos tanteos gráficos, algo laboriosos, aunque sumamente sencillos, no hay que hacerlos más que una vez para cada tipo de tren, y conviene hacerlos para el viento medio con que deban trabajar; de modo que para el tren Sacconney se partiría del dato $V = \frac{8 + 20}{2} = 14$ metros por segundo.

Como los resultados teóricos, en cuanto a cuestiones de aerodinámica se refiere, sólo pueden servir de orientación para ahorrar tanteos y evitar fracasos, dicho se está que se podrán y deberán modificar, con arreglo a lo que los obtenidos en la práctica aconsejen.

Lanzamiento y maniobra del tren Sacconney.—Para lanzar el tren sustentador propone Sacconney los tres procedimientos siguientes:

1.° Como en todos los demás, se comienza por lanzar la cometa-piloto,

embridada para obtener el rendimiento máximo (con el viento disponible), a fin de que tienda su cable, formando el mayor ángulo posible con la horizontal; el ramal de retención de esta cometa tiene de 60 a 80 metros de longitud y se enlaza al extremo del cable principal. En el punto que debe ocupar se fija la primer cometa sustentadora, engarzando su anillo superior en el cable principal y uniendo su ramal de enlace al punto dispuesto previamente sobre aquél, puntos que distan 6 metros unos de otros. Se larga un poco de cable y se van enlazando del mismo modo las restantes cometas de este tren, dejándolo elevar hasta que alcance la altura de antemano convenida.

2.° Toda la preparación anterior se hace en tierra, y, una vez enlazadas todas las cometas al cable extendido en dirección del viento y colocadas con las bridas hacia tierra, se sujeta la cometa-piloto casi verticalmente, inclinándola algo hacia adelante, soltándola a la voz de mando para que arrastre y eleve sucesivamente todas las demás, largando después cable, hasta que el tren alcance la altura conveniente.

3.° Se comienza por lanzar la cometa-piloto, unido su ramal al cable principal, y se larga todo el cable que pueda elevar, el cual, en los sitios convenientes, espaciados 6 metros, lleva topes de tamaño creciente hacia la cometa-piloto.

Los pequeños ramales de enlace de las cometas sustentadoras van provistos en sus extremos de anillos de diámetros distintos (el mayor corresponde a la primera cometa y el menor a la última). Se engarzan en el cable principal los dos anillos de la primer cometa y se la suelta para que, por la acción del viento, suba como postillón a lo largo del cable, salvando su anillo los topes que en él encuentra, hasta quedar detenida en la posición que le corresponde ocupar en el tren, procediendo del mismo modo para las cometas restantes.

Cada uno de estos procedimientos tiene sus ventajas y sus inconvenientes, y, según lo despejado del terreno y lo intenso del viento, se utilizará el que se juzgue más conveniente, pues el material va preparado para poder usarlos indistintamente.

La organización del tren remolcador no ofrece dificultad alguna, y una vez formado y enlazado a la barquilla y ésta al cable de maniobra correspondiente, después de suspendida del cable principal, ocupa su puesto el aeronauta, y, maniobrando el freno del tambor de este cable, para regular la velocidad de subida, se obtiene el desplazamiento de este tren sobre el cable principal, hasta alcanzar la altura de observación que se desee.

El descenso de la barquilla se obtiene maniobrando el torno embragado únicamente al tambor del cable de retención del tren remolcador,

y cobrando cable hasta que los sirvientes puedan coger las cuerdas de maniobra que penden de la barquilla, terminando el descenso y separándola del cable principal, así como el tren remolcador.

Análogamente se obtiene el descenso a tierra del tren sustentador, desmontando sus cometas y arrollándolas para su transporte.

TERCERA PARTE

Experiencias hechas con el tren Sacconney: Sus modificaciones.

Enero y febrero de 1910. Ensayos hechos en Boulogne Sur Mer.—Los primeros ensayos de este tren se hicieron en Boulogne Sur Mer, comenzando por la instrucción especial del personal en todas las maniobras que se han de realizar en tierra, y, una vez adiestrado en ellas, se pasó a efectuar las aéreas, primero con la barquilla en lastre y seguro de la estabilidad del tren y de sus buenas condiciones, procedió Sacconney a realizar numerosas ascensiones montadas, siendo digna de especial mención la hecha el día 11 de enero por el referido capitán y su esposa, llevando además en la barquilla 70 kilogramos de lastre (es decir, un peso total de 210 kilogramos, sin incluir el propio de la barquilla), elevándose a más de 100 metros de altura. Durante este período de ensayos, tuvo Sacconney ocasión de comprobar la notable coincidencia que existe entre la curva que en el espacio forma el cable de retención del tren sustentador, en el trozo comprendido entre el torno y la barquilla y el arco de circunferencia (fig. 42), que pasa por los puntos A y B y que tiene por ángulo en el centro el 2β.

Midiendo durante las experiencias los ángulos α y A, indicados en la figura, así como la longitud l del cable desarrollado, comprobó repetidamente la fórmula deducida de la propiedad o coincidencia indicada, que proporciona la altura H de la barquilla sobre el terreno, en función de l, de α y de A,

$$H = \text{sen. } A \times \frac{180 \cdot l}{\pi} \frac{\text{sen. } (A - \alpha)}{A - \alpha}.$$

En las ascensiones hechas el 31 de enero, con un viento de 10 metros de velocidad por segundo, los valores de los datos que intervienen en la fórmula fueron $A = 32°$ » $\alpha = 24°$ » $l = 600$ metros, y el de H correspondiente a estos valores, $H = 319$ metros, mientras que por triangulación trigonométrica la altura resultó ser de 320 metros.

En otras ascensiones efectuadas el 2 de febrero, con viento intenso de 17 metros por segundo, obtuvo: $A = 41°$ » $\alpha = 30°$ » $l = 900$ metros, $H = 582$ metros (deducido de la fórmula), mientras que por triangulación resultó $H = 580$ metros.

Agosto de 1910: Concurso aeronáutico de Reims.—Aprovechando la favorabilísima oportunidad que el notable concurso de aeronáutica, celebrado en Reims en agosto de 1910, le ofrecía para dar a conocer las condiciones de su tren de cometas, obtuvo Sacconney la necesaria autorización para tomar parte en el certamen, disputando los premios de 7.000 y de 3.000 francos concedidos para los mejores trenes de cometas,

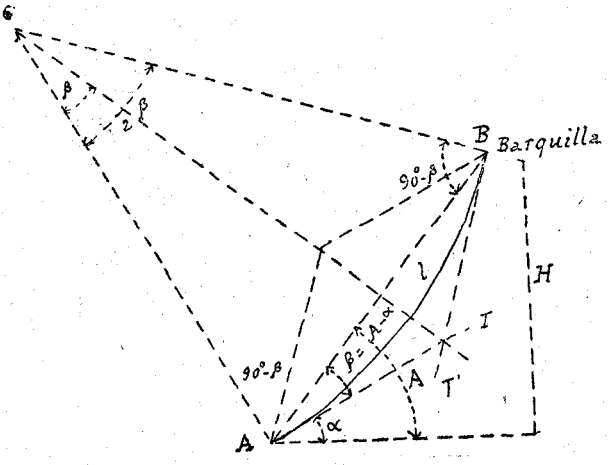


Fig. 42.

aunque, por circunstancias independientes de su voluntad, no pudo tomar parte personalmente en el concurso, quedando las pruebas que habían de efectuarse a cargo del teniente Basset, que jamás había hecho ascensiones en cometas.

El capitán Madiot concurrió también al certamen, con el tren por él ideado y ya descrito en otro lugar, demostrando ambos trenes su utilidad y facilidad de maniobra, así como sus condiciones especiales características, de ligereza el tren Madiot y de gran resistencia y solidez el Sacconney.

El primer día del concurso hizo Madiot diversas ascensiones, a más de 100 metros de altura, con la sencillez y facilidad propias de su tren, sin que Basset lanzara el tren Sacconney, pero desquitándose al día siguiente con una ascensión a 210 metros de altura, batida el tercer día por Madiot con 250 metros.

El cuarto y último día del concurso el viento era tan intenso y arra-

chado, que bien, a pesar suyo, comprendiendo la debilidad de sus cometas, tuvo que desistir el capitán Madiot de ejecutar ascensiones, mientras el teniente Basset, demostrando gran sangre fría y una confianza completa en el tren Sacconney, se elevó a 200 metros, permaneciendo cuarenta y dos minutos en el aire, a pesar del intenso mareo que sufría, por ser el viento muy duro y arrachado, que imponía a la barquilla oscilaciones verticales que llegaban a ser hasta de 50 metros. El primer premio lo obtuvo el tren Sacconney, alcanzando el segundo Madiot, cuyo tren, en el concurso celebrado poco después en Marsella, batió el record de duración, permaneciendo una hora y treinta y cinco minutos en el aire.

Como complemento del globo cautivo, que es el que, desde el punto de vista aerostero nos interesa, es indudable que el tren Sacconney es superior al tren Madiot, por estar dispuesto para funcionar con vientos intensos.

Para otras aplicaciones sería muy conveniente disponer de ambos trenes, con lo cual el radio de empleo aumentaría de un modo notable.

Año 1911. Experiencias marítimas con el tren Sacconney.—En vista del éxito obtenido por el tren Sacconney, tanto en los ensayos militares hechos en Boulogne como en los diversos concursos en que tomó parte, decidió el Ministro de Marina, Mr. Delcassé, se ensayara en la Marina de guerra, para estudiar las aplicaciones que en ella pudiera tener y las modificaciones que para su empleo a bordo hubiera que introducir, tanto en el material como en su maniobra. Comisionado Sacconney para llevar a cabo dichas experiencias, se trasladó a Tolón con un equipo de aerósteros y el material correspondiente, embarcando en el crucero *Edgard Quinet*, mandado por el capitán de navío Quèpratte. El plan de experiencias comprendía: un período previo de adaptación del material a bordo, estudiando los aparejos y procedimientos más convenientes para la composición del tren, su lanzamiento y maniobra en el aire, sorteando del mejor modo posible las dificultades derivadas de la falta de espacio y sobra de obstáculos, y a la instrucción del personal de aerósteros y marineros para la nueva faena que tenian que desempeñar.

Vencidas pronto las dificultades, se logró la práctica necesaria para el lanzamiento y maniobra del tren, lanzando la cometa-piloto desde el palo de popa mediante sencillos aparejos, y empleando un torno eléctrico instalado en el puente del crucero, para la maniobra de los tambores en que iban devanados el cable principal y el de retención del tren remolcador.

Despues de tres salidas de estudio, consiguió el capitán adaptar perfectamente, tanto su material como las maniobras, al nuevo emplazamiento flotante, y en el tercer viaje realizó numerosas ascensiones a 100 metros de altura, en las que tomaron parte no sólo el comandante del buque, sino los oficiales y algunos marineros. Para desvirtuar algunas

objeciones que le habían hecho (recordando sin duda las dirigidas en otra época al teniente de la Armada rusa Schreiber) sobre si peligraría la estabilidad del tren en el caso de marchar el buque en dirección del viento, hizo una ascensión, marchando contra viento y virando después de bordo, sin que el equilibrio del tren sufriera la menor alteración.

Al largo de Marsella se elevó Sacconney para tomar fotografías de la costa y del propio crucero, llegando a alcanzar una altura de 500 metros.

En una sola mañana hizo 20 ascensiones, yendo en siete de ellas montada la barquilla por dos tripulantes, sin que hubiera que lamentar el menor accidente; lo cual prueba no sólo la gran confianza que en el tren tenían cuantos presenciaban las pruebas, sino la gran práctica adquirida en bien corto plazo por el personal de maniobra. Terminadas las pruebas, y cuando ya el capitán había recibido la orden para el regreso, dispuso telegráficamente el Ministro de Marina que continuara en Tolón, por si convenía emplear el tren en las maniobras que iba a practicar la escuadra francesa, sin que, oficial ni oficiosamente, haya noticia de si se llevó a cabo o no dicho propósito.

Organización de una sección automóvil con tren Sacconney.—Dados los grandes recursos financieros e industriales de la nación francesa, los buenos resultados obtenidos con los trenes de cometas montadas y el creciente empleo que ya por aquella fecha se hacía del automovilismo para todo género de aplicaciones militares, no se concibe realmente la mezquindad oficial observada al ensayar los trenes de cometas, teniendo que recurrir a tornos primitivos movidos a brazo y a transportar tanto el material como el personal afecto al tren, a la buena de Dios, como suele decirse, y como en cada caso se pudiera, cuando tan escaso es el gasto que supone una organización eficaz y completa de una sección de este género, cuya movilidad y facilidad y rapidez de maniobras es evidente que ha de ser grande, si ha de estar en estado de rendir toda su eficacia.

Hasta 1912 no consiguió Sacconney poder organizar una sección automóvil de cometas. Dicha sección comprendía un automóvil de 24 H-P., que, mediante una sencilla disposición, se transformaba en tres minutos en torno de maniobra, puesto en marcha por el propio motor del carruaje y un camión (remolcado por el automóvil), en el que se acondicionaba todo el material.

El personal constaba de un oficial y 20 individuos de tropa, que se distribuían en las marchas entre los dos vehículos. La carga total de ambos, comprendiendo el personal, no llegaba a 4 toneladas, y la velocidad de marcha de la sección venía a ser de unos 25 kilómetros por hora.

La sección se organizó en Chalons, donde hizo algunos ensayos previos para adiestrar al personal en las maniobras especiales que debía

practicar, pues estaba destinada a prestar servicio en la plaza fuerte de Belfort, para cuyo punto marchó en cuanto el personal estuvo instruído, recorriendo los 250 kilómetros que separan Belfort de Chalons, en menos de diez horas.

Desde su llegada a dicha plaza fuerte no dejó la sección de maniobrar todos los días en que el viento tenía velocidad superior a 8 metros por segundo, efectuando reconocimientos de todos los sectores y más de 80 ascensiones a 300 metros de altura, que fué la fijada por Sacconney para irla elevando progresiva y prudentemente.

La sección se trasladó a la cima de los Vosgos, llamada «Ballon de l'Alsace», practicando una ascensión que les permitió hacer ondear el pabellón francés sobre tierras alsacianas. La altura del «Ballon de l'Alsace» sobre el mar es de 1.200 metros, y la cometa-piloto planeaba a unos 1.300 metros de tierra.

La grandísima movilidad de la sección, debida no solamente a la rapidez con que podía desplazarse, sino a la facilidad de montar y desmontar todos los elementos del tren, mereció grandes elogios.

La estabilidad y seguridad del material inspiraban completa confianza a los observadores.

Gracias a la potencia del nuevo torno se podían arrollar 200 metros de cable por minuto, circunstancia que, además de beneficiar la rapidez de la maniobra, es muy favorable para la seguridad, ya que en caso de una disminución brusca en la velocidad del viento, cobrando rápidamente cable, se puede crear un viento relativo de 3,33 metros por segundo, que se sume al existente, y permita llevar a tierra la barquilla sin peligro ni accidente alguno.

Consecuencias y datos prácticos obtenidos por el capitán Sacconney en sus experiencias.

La visual torno-barquilla es bisectriz del ángulo formado por las tangentes al cable a su salida del torno y en el punto en que insiste la barquilla.—De la propiedad, indicada en la página 65 (fig. 42), que sirvió a Sacconney para deducir su fórmula relativa a la altura que ocupa la barquilla, y teniendo en cuenta que para no elevar peso inútil de cable, ésta queda bastante próxima al tren sustentador y, por lo tanto, la dirección del cable principal en el trozo barquilla-tren es con gran aproximación la de la tangente $B\,T'$ en B al arco de circunferencia $A\,B$, se deduce, de la figura citada, que la dirección de la visual torno-barquilla es precisamente la bisectriz de las del primero y último elemento de cable del arco citado.

No tardaremos en ver la aplicación práctica de esta consecuencia.

Influencia de la brida de una cometa en la tracción que ejerce sobre el cable y sobre el esfuerzo de sustentación.—La tracción $A\,B$ y la fuerza sustentadora $A\,C$ (proyección vertical de la tracción, fig. 43), desarrollada para un viento de velocidad V^m por segundo y por metro cuadrado de superficie sustentadora de una buena cometa de densidad $\delta = 1$, vienen dadas por las siguientes expresiones:

Tracción por metro cuadrado, $\frac{4\,V^2}{100}$ kilogramos.

Sustentación por ídem íd., $\frac{3\,V^2}{100}$ kilogramos.

Y si la cometa tiene calculada su retención o brida para proporcionar el rendimiento máximo con el viento V, sus valores serán:

Tracción por metro cuadrado, $\frac{3{,}3\,V^2}{100}$ kilogramos.

Sustentación por ídem íd., $\frac{3\,V^2}{100}$ kilogramos.

Conviene observar:

1.° La importancia que tiene la brida de la cometa, pues como se ve por los resultados prácticos anteriores, según como esté dispuesta, disminuye el esfuerzo de tracción, proporcionando la misma fuerza sustentadora, resultado doblemente ventajoso, pues no sólo alivia la fatiga del cable, que soporta menores tracciones, sino que, además, éste forma menor ángulo con la vertical y queda formando mayor ángulo con la horizontal, con lo cual, al quebrarse bajo el peso de la barquilla, mayor ángulo formará también con dicha línea la visual torno-barquilla.

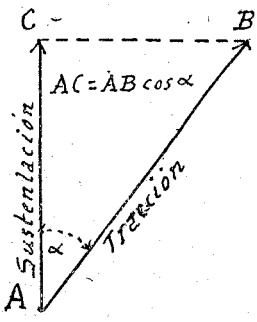


Fig. 43.

En efecto, basta fijarse en que sustentación = = tracción × cos. α, y puesto que la tracción disminuye si la cometa se embrida para el rendimiento máximo con el viento existente, sin que se modifique la sustentación, prueba es de que el factor cos. α ha aumentado, es decir, que α ha disminuído.

2.° La variación de los esfuerzos sustentadores para una cometa Sacconney de 10 metros cuadrados de superficie activa y densidad 1, al variar la velocidad del viento, puede verse en el cuadro siguiente, en el que condensó Sacconney los resultados de sus repetidas y minuciosas experiencias, hechas probablemente a bordo de un buque, en días de cal-

ma, y midiendo cuidadosamente la velocidad de marcha, que es la del viento que actuaba sobre las cometas.

La cometa la embridaba para cada velocidad de viento con la brida correspondiente al rendimiento máximo:

Velocidad del viento en metros por segundo.	Tracción total en kilogramos.	Sustentación total en kilogramos.
8	21,5	18,7
10	33,4	29,4
12	47,8	43
14	65	59,3
16	85	78
18	107	99
20	133	122,7

Como se ve, con una cometa Sacconney de 10 metros cuadrados de superficie sustentadora se podría elevar un hombre a pocos metros de altura para viento de 16 metros de velocidad por segundo.

Investigación de la altura máxima que puede alcanzar una barquilla de peso dado, con un tren de cometas y un viento, también dados.—Se supone, desde luego, para resolver este problema, que la barquilla montada y arrastrada por su tren remolcador haya alcanzado ya la altura de observación conveniente, y, por lo ya dicho, está muy próxima al tren sustentador para poderlos considerar sometidos a un mismo viento y como formando un solo tren. Para poder llegar de un modo metódico a las consecuencias generales deducidas por Sacconney respecto al problema indicado (de gran utilidad practica), comenzaremos por determinar la altura que en las condiciones referidas ocupará la barquilla cuando se haya desarrollado una longitud de cable cualquiera, que fijaremos, por ejemplo, en 500 metros. Vamos a suponer que el tren dado consta de 12 cometas Sacconney, entre piloto, sustentadoras y remolcadoras; que el cable principal tiene 5 milímetros de diámetro, siendo de 3,6 el de retención del tren remolcador y de 13,6 kilogramos el peso suma del de dos elementos (uno de cada clase de cable) de 100 metros de longitud; que el peso de la barquilla montada y equipada es de 110 kilogramos (datos todos ellos ajustados al tren Sacconney), y que la velocidad del viento es de 10 metros por segundo.

Determinación de la tracción del cable por debajo de la barquilla.—El esfuerzo tractor T, desarrollado por las 12 cometas con el viento supuesto, será, según el cuadro anterior: $T = 33{,}4 \times 12 = 400$ kilogramos, en números redondos.

En realidad, el esfuerzo total tractor tendrá un valor algo mayor que el indicado, pues sólo la cometa-piloto está en completa libertad para proporcionar el rendimiento máximo; pero, así y todo, no diferirá mucho el valor real del que admitimos para este estudio, que, como todos los relativos a cometas, sólo conducen a resultados aproximados.

Sometido el cable en su elemento superior, próximo al tren a la tracción $T = 400$ kilogramos, formará con la horizontal un ángulo α', que

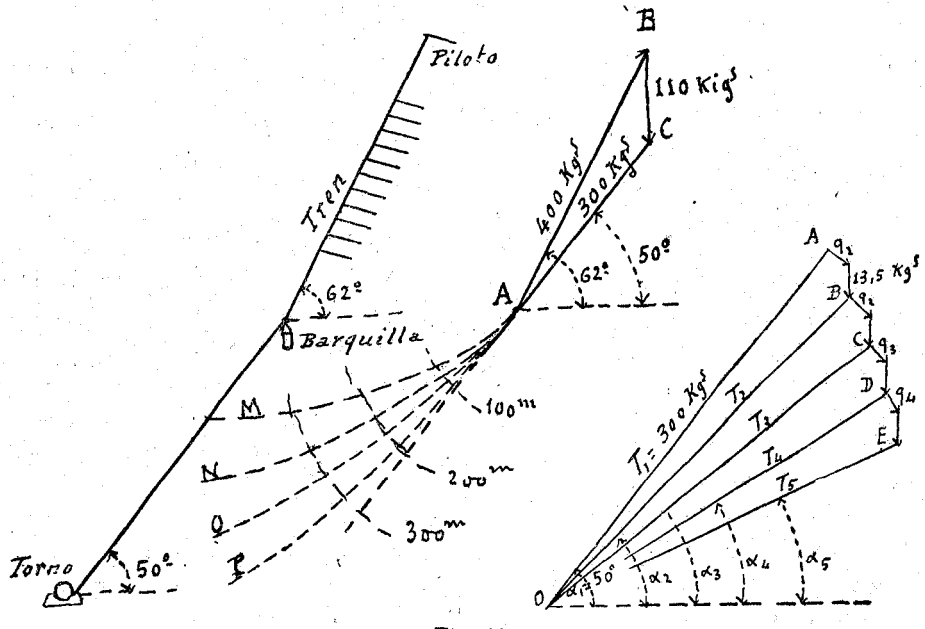


Fig. 44.

vendrá dado, ya que sustentación = tracción $\times$ sen. α', por sen, α = $= \frac{\text{sustentación}}{\text{tracción}}$ y; sustituyendo en ella los valores que el cuadro anterior indica para el viento $V = 10$ metros, resulta

$$\frac{29{,}4 \times 12}{33{,}4 \times 12} = \frac{353}{400} = 0{,}88250 = \text{sen. } \alpha',$$

de la que resulta $\alpha' = 62°$, aproximadamente.

Trazando (fig. 44) la línea AB con dicha inclinación y tomando sobre ella en una escala cualquiera la magnitud $AB = 400$ kilogramos y sobre la vertical BC los 110 kilogramos que pesa la barquilla montada y equipada, se obtendrá la resultante CA, que, por su dirección y valor, nos dará la dirección y la intensidad de la tracción del cable (único que su-

pliera a los dos que en realidad existen) inmediatamente por debajo de la barquilla. El valor de dicha tracción resulta ser de unos 300 kilogramos, y su dirección forma con la horizontal un ángulo de 50°, próximamente, quedando así determinada en valor y en dirección la tracción en el elemento superior del trozo de cable torno-barquilla.

Trazado de las curvas que limitan longitudes iguales de cable desarrollado.—Si se consideran los diversos arcos de circunferencia AM, AN, AO, AP, que pasando por el punto A sean tangentes en él a la recta AC (dirección del cable en el elemento próximo a la barquilla), se obtendrán, por la propiedad ya citada y con gran aproximación, las infinitas posiciones que el cable puede tomar por debajo del punto en que insiste la barquilla, y si se marcan sobre dichos arcos, puntos que disten (en los respectivos desarrollos) 100, 200, 500 metros del punto de tangencia A y se unen los que de él equidisten, se obtendrán curvas que marcan sobre ellos longitudes idénticas de cable desarrollado.

Determinación de la tracción en el extremo inferior del cable cuando se llevan desarrollados 500 metros.—El siguiente cuadro, deducido de la fórmula de Finzi, $A = 0{,}085 \frac{l \cdot d \cdot V^2 \text{ sen. } \alpha}{l + \text{sen.}^2 \alpha}$, obtenida como resultado de sus cuidadosas experiencias para determinar la acción A (en kilogramos), ejercida por el viento sobre un trozo de cable (supuesto recto) de longitud l metros y diámetro d milímetros, que sea herido por el viento con un ángulo de ataque α', proporciona las acciones que para diversos ángulos de inclinación y distintas velocidades de viento, ejerce éste sobre un elemento de cable de 100 metros de longitud y 5 milímetros de diámetro:

Velocidad del viento en metros por segundo.	ÁNGULO DEL CABLE CON LA HORIZONTAL											
	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°
	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.	kg.
8	0,65	0,84	0,97	1,08	1,17	1,23	1,28	1,31	1,33	1,34	1,35	1,31
10	1,03	1,30	1,52	1,70	1,83	1,93	2,00	2,05	2,08	2,10	2,11	2,12
12	1,48	1,87	2,19	2,44	2,64	2,78	2,88	2,95	2,99	3,02	3,04	3,05
14	2,02	2,54	2,98	3,33	3,59	3,78	3,92	4,01	4,08	4,11	4,14	4,15
16	2,63	3,32	3,90	4,35	4,69	4,94	5,12	5,24	5,33	5,38	5,41	5,42
18	3,33	4,21	4,93	5,50	5,94	6,25	6,48	6,64	6,74	6,80	6,85	6,87
20	4,12	5,20	6,09	6,80	7,33	7,72	8,00	8,20	8,33	8,40	8,45	8,45

Si el diámetro del cable es de d milímetros, se tendrán que multiplicar los valores que da el cuadro por la relación $\frac{d}{5}$.

Para velocidades de viento o inclinaciones de cable no comprendidas en el cuadro anterior, se procederá por interpolación.

Supuesto el cable descompuesto en elementos rectilíneos de 100 metros de longitud, y conocidos los diámetros y el peso (13,5 kilogramos) del doble elemento de ambos cables, se puede determinar gráficamente la intensidad y la dirección de su tracción en el quinto elemento, a partir de la barquilla (es decir, cuando se llevan desarrollados 500 metros), comenzando por la tracción conocida ya en valor y dirección del primer elemento, o sea (fig. 44) del valor $O\,A = T = 300$ kilogramos, recta que forma con la horizontal el ángulo $\alpha_1 = 50°$. Para ello, se tomará perpendicularmente a su dirección y en la escala elegida para medir T el va-

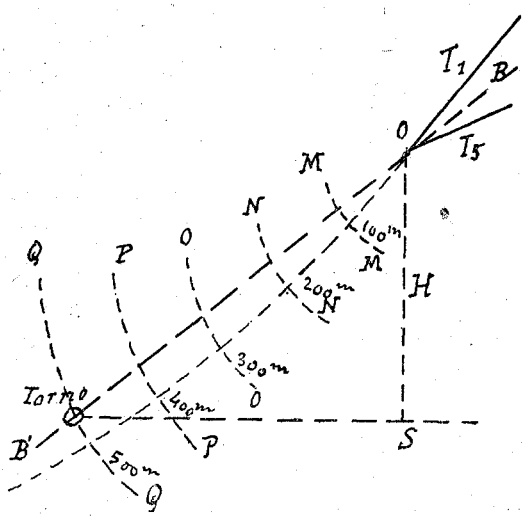


Fig. 45.

lor q_1 (acción del viento sobre el primer elemento de cable doble, inclinado el ángulo α_1, calculada por el cuadro anterior), y sobre la vertical se llevará en dicha escala el valor 13,15, peso del elemento de cable, con lo cual se obtendrá en $B\,O$, en valor y dirección, la tensión T_2 del segundo elemento y el ángulo α_2, que forma con la horizontal. Operando en la misma forma, se obtendrán sucesivamente los valores T_3, α_3, T_4, α_4 y el T_5, α_5, que era el que se quería determinar.

Recordando ahora la propiedad indicada en la página 69, y puesto que al llevar desarrollados 500 metros de cable el elemento que parte del torno es el quinto y su tensión T_5 nos es conocida, así como su dirección, bastará trazar una paralela a ella por el punto O (fig. 45), y la bisectriz $B\,B'$ del ángulo formado por las tensiones T_1 y T_5 nos dará, por su

intersección con la curva QQ de los 500 metros, la posición que en dicho momento debe ocupar el torno.

Basta trazar por éste la horizontal y por O la vertical para obtener en OS (medida en la escala tomada para representar los 100, 200 metros) la altura H, que en dicho momento alcanza la barquilla.

Hechos por Sacconney los cálculos gráficos precisos en la forma indicada y para diversas longitudes de cable desarrollado, obtuvo los resultados que figuran en el siguiente cuadro para su tren de 12 cometas (tracción, 400 kilogramos) y viento de 10 metros por segundo:

Longitudes de cable desarrollado en metros.	Altura de la barquilla sobre el torno en metros.	Longitudes de cable desarrollado en metros.	Altura de la barquilla sobre el torno en metros.
300	215	900	510
400	275	1.000	535
500	333	1.100	544
600	385	1.200	548
700	430	1.300	550
800	475	1.350	550

Como el cuadro indica, los aumentos de altura que adquiere la barquilla por cada 100 metros de cable desarrollado, son relativamente grandes (aunque decrecientes), entre 300 y 700 metros, decreciendo luego rápidamente y llegando a ser insignificantes, a partir de 1.000 metros de cable desarrollado; de modo que en las condiciones del problema es inútil desarrollar más de 900 metros de cable ni pretender alcanzar alturas superiores a 500 metros.

No se contentó con un solo ejemplo Sacconney, sino que resolvió el problema para velocidades de viento de 10, 15 y 20 metros por segundo, y en cada uno de estos casos, para tracciones totales de cable (suma de la de todas las cometas del tren por encima de la barquilla) de 400, 500 y 600 kilogramos, deduciendo los resultados que figuran en el interesante siguiente cuadro, que le sirvió de base para las conclusiones finales:

ALTURAS que se pueden alcanzar en metros.	LONGITUDES DE CABLE DESARROLLADO								
	TRACCIÓN: 400 KILOGRAMOS			TRACCIÓN: 500 KILOGRAMOS			TRACCIÓN: 600 KILOGRAMOS		
	12 cometas.	6 cometas.	3 cometas.	15 cometas.	7 cometas.	4 cometas.	18 cometas.	8 cometas.	5 cometas.
	$V = 10$ m/s.	$V = 15$ m/s.	$V = 20$ m/s.	$V = 10$ m/s.	$V = 15$ m/s.	$V = 20$ m/s.	$V = 10$ m/s.	$V = 15$ m/s.	$V = 20$ m/s.
300	445	470	520	390	405	420	375	385	395
350	540	560		465	480	505	440	445	465
400	635	690	El máximo de altura está a 345 metros, con 650 de cable desarrollado.	545	560	610	510	525	540
450	745	1.100		620	650	720	580	600	625
500	900			705	745	875	645	670	715
550	1.350	El máximo de altura está a 450 metros.		790	850	1.290	720	755	820
600				885	980		795	800	935
650				985	1.145	Máxima altura 550 metros, con 1.290 de cable desarrollado.	870	920	1.070
700	El máximo de altura está a 550 metros.			1.740	1.620		950	1.010	1.325
750				1.400	Máxima altura 695 metros, con 1.650 de cable desarrollado.		1.030	1.115	Máxima altura 712 metros, con 1.390 de cable desarrollado.
800				1.235			1.125	1.230	
850				1.000			1.225	1.390	
900				Máxima altura 825 metros con 2.000 de cable desarrollado.			1.330	1.625	
950							1.460	Máxima altura 9.22 m. con 2.080 de cable desarrollado.	
1.000							1.600		
1.050							1.750		
1.100							2.000		

Del cuadro anterior se deduce la siguiente curiosa consecuencia, que tiene cierto carácter paradójico. Fijándonos en las casillas correspondientes a un mismo esfuerzo tractor del cable, salta a la vista que *cuanto más intenso es el viento, hay que desarrollar mayor longitud de cable para alcanzar una misma altura.* Si nos concretamos al esfuerzo tractor de 400 kilogramos, muestra el cuadro que la longitud de cable desarrollada para alcanzar una altura de observación de 300 metros, es sólo de 445, cuando el viento es de 10 metros por segundo; pasa a ser de 470 si la velocidad de la corriente aérea es de 15 metros por segundo, y hay que desarrollar 520 de cable, cuando ésta alcance 20 metros por segundo; es decir, que cuanto más fuerte sea el viento, más dificultad presenta el elevarse. Esta consecuencia pierde su aspecto paradójico, fijándose en que para un mismo esfuerzo de tracción, cuanto mayor intensidad tiene el viento, su perjudicial acción (proporcional al cuadrado de la velocidad de la corriente aérea) sobre el cable, adquiere mayor intensidad, oponiéndose cada vez más al aumento de altura y obligando a desarrollar mayor longitud de cable para alcanzar la que se desee.

Observaciones.—Sacconney califica como *ventajoso* el desarrollar cable siempre que la altura h que se alcance con dicha maniobra sea igual o mayor que los $^2/_3$ de la longitud L de cable desarrollado, es decir, cuando $h \geqq \frac{2L}{3}$; *normal*, cuando resulta $h = \frac{L}{2}$, y como *inútil*, si $h < \frac{L}{2}$.

Con el cuadro a la vista se ve fácilmente en cada caso cuáles son los desarrollos ventajosos, normales e inútiles de los que en él figuran. De los resultados obtenidos deduce Sacconney las siguientes conclusiones generales para vientos comprendidos entre 10 y 20 metros de velocidad por segundo:

1.ª Para realizar una ascensión montada a 300 metros de altura, basta obtener una tracción en el cable de 400 kilogramos y desarrollar una longitud máxima de cable de 520 metros ($V = 20$ metros por segundo).

2.ª Si se quiere alcanzar una altura de observación de 500 metros, hay que disponer de un tren capaz de desarrollar un esfuerzo tractor total de 500 kilogramos y una longitud máxima de cable de 875 metros ($V = 20$ metros por segundo).

También puede alcanzarse esta altura con 400 kilogramos de esfuerzo tractor, pero sólo para viento de 10 metros por segundo.

3.ª Para conseguir una altura de 700 metros es preciso desarrollar en el cable un esfuerzo tractor de 600 kilogramos y una longitud de cable de 1.325 metros.

La altura de 700 metros es un máximo que no conviene rebasar con

el tren Sacconney; para aumentarla habría que recurrir a un material más pesado y potente, y por lo tanto, más caro y embarazoso.

Condiciones en que se puede alcanzar dicha altura máxima.— Para un viento de 10 metros por segundo se necesitan 15 cometas para producir la tracción de 500 kilogramos necesaria; pero en la práctica y por la grandísima dificultad que presenta el manejo de trenes de más de 12 cometas, no se debe pretender alcanzar dicha altura con el viento indicado.

Con viento de 15 metros por segundo bastan ocho cometas para obtener la tracción de 600 kilogramos, que permite alcanzar la altura deseada.

Finalmente; si la velocidad llega a 20 metros por segundo, con cinco cometas se alcanzan los 700 metros de altura.

Mayores alturas de observación exigirían el empleo de cometas más reforzadas, de cables más resistentes y de tornos más poderosos.

Otros datos obtenidos por Sacconney en sus experiencias.—En sus experiencias de Boulogne-sur-Mer, y empleando cometas de su sistema, de densidad $\delta = 1$, de 10 metros cuadrados de superficie activa y perfectamente embridadas en cada caso para proporcionar el rendimiento máximo con cada velocidad de viento ensayada, obtuvo Sacconney los resultados que figuran en el siguiente cuadro, que relaciona la velocidad del viento con el ángulo de equilibrio o de ataque de la cometa, el que forma con la horizontal el elemento superior del cable de retención y el esfuerzo tractor que la cometa desarrolla.

Velocidad del viento en metros por segundo.	Angulo de ataque en grados.	Angulo del cable con la horizontal en grados.	Esfuerzo de tracción en kilogramos.
8	15	56,50′	21
9	14	59,30′	27
10	13,20′	61,40′	33
12	12,20′	64	47
14	11,50′	65,20′	65
16	11,25′	66,20′	85
18	11,12′	67	107
20	11	67,30′	133

Conviene observar:

1.° La débil variación del ángulo de equilibrio o de ataque de la cometa cuando el viento varía de 12 a 20 metros de velocidad por segundo, variación que no llega a 1 grado y 30 segundos.

2.° Los esfuerzos tractores son sensiblemente proporcionales a los cuadrados de la velocidad de la corriente aérea.

Algunos datos acerca de las cometas Sacconney construídas con arreglo a las indicaciones del Drago Club.—Armadura.—Las piezas que forman la armadura de estas cometas (los montantes y crucetas ya conocidas) son de caña de bambú, de 20 á 24 milímetros de diámetro, y de las longitudes acotadas en las figuras 46 y 47, debiendo advertir que las de las pie-

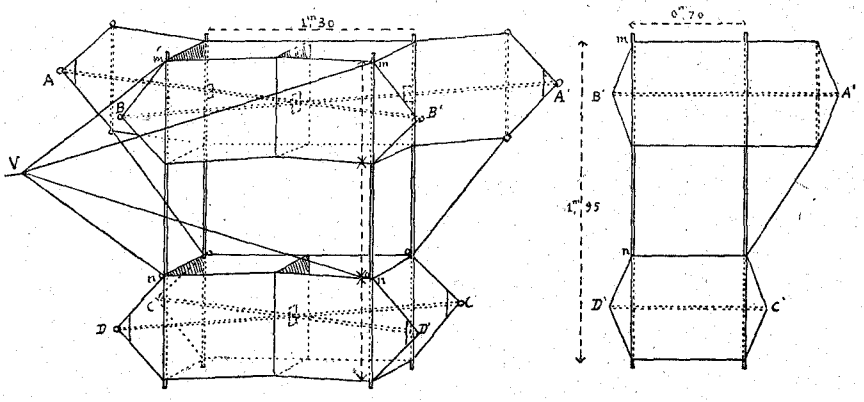


Fig. 46.

zas que forman las dos crucetas (la superior *A A'-B B'* y la inferior *C C'-D D')* son ligeramente superiores a las necesarias, con objeto de que al ir dando de sí la tela con el uso pueda quedar bien tenso el velamen al armar la cometa, y que en ambos extremos va cada una de estas piezas

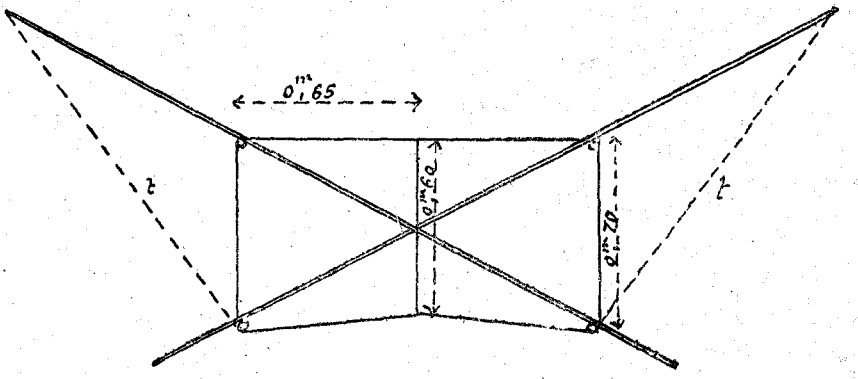


Fig. 47.

provista de un fuerte corchete o gancho para enlazar directamente, o por medio de una cuerda auxiliar que se atiranta lo que sea preciso, los anillos metálicos unidos a los vértices de las dos alas y de las seis aletas. Los montantes llevan en sus extremos unas cuerdas enceradas que sirven para afianzar a los mismos los ocho anillos metálicos sujetos al velamen

en los ocho vértices del cuerpo de la cometa. Los referidos montantes van alojados en unas vainas de tela que forman las aristas laterales de las células.

Los cuatro anillos que en sus ángulos inferiores lleva la célula superior se unen y atirantan a sus homólogos superiores de la inferior, no sólo para dar a la tela la tensión conveniente, sino para obtener la separación debida entre las células. En los puntos indicados en las diversas figuras existen refuerzos de tela con una abertura provista de un ojete metálico para dar paso al exterior de la cometa a las piezas de las crucetas.

Velamen.—La tela empleada es percal de algodón, y para confeccionarlo se emplean bandas de tela de 0,65 metros y de anchura y de las longitudes marcadas en las figuras 47, 48, 49 y 50, que hacen ociosa toda descripción; basta decir que los bordes libres van ribeteados con cinta

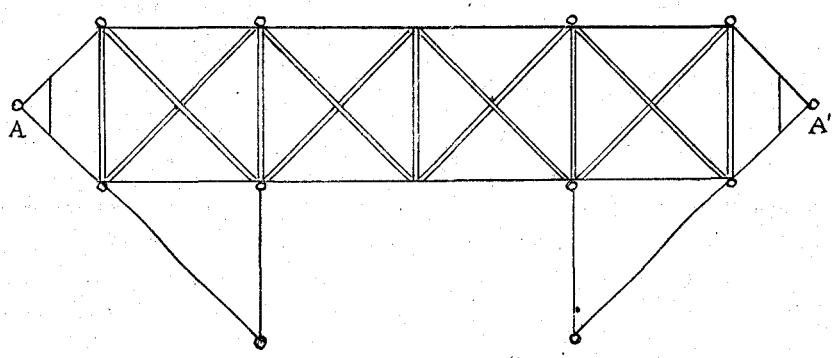


Fig. 48.

fuerte para aumentar su resistencia, y con igual objeto se disponen las cintas *c c* de las superficies sustentadoras. Las alturas de todos los planos directores son iguales y tienen 0,65 metros, pero la anchura de los laterales es de 0,70 metros, mientras la de los intermedios es sólo de 0,60, con lo cual las superficies sustentadoras anteriores afectan la forma de diedro invertido, si bien algunos constructores califican de inútil esta disposición, pues dicen que bajo la acción del viento dichas superficies toman la forma cóncava sin necesidad de variar el ancho de los planos intermedios.

Montaje.—Terminado el velamen y sujeto a los montantes como se ha explicado, para armar la cometa basta colocar las crucetas en su sitio, pasando cada pieza por las aberturas correspondientes y enlazando a sus ganchos terminales como ya indiqué los anillos vértices de las alas y aletas y tesando los enlaces hasta dar al conjunto la rigidez conveniente.

Todos los esfuerzos se ejercen sobre las crucetas, y para distribuirlos

mejor, descargándolos en parte por lo menos sobre los montantes, se unen éstos a los extremos de las crucetas por medio de dos cuerdas: una, sujeta al montante respectivo y terminada en un cazonete c, y otra, amarrada al gancho y terminada en una gaza g (fig. 51), en la que aquél se introduce, flexando algo el montante para poder conseguirlo.

Para desmontar la cometa, se procede en orden inverso para retirar

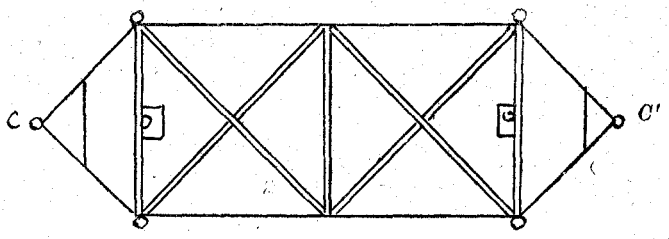


Fig. 49.

las crucetas, cuyas piezas, colocadas sobre el cuerpo de la cometa paralelamente a los montantes, permite arrollar el conjunto y formar un paquete fácilmente transportable.

Brida.—Es de cuatro ramales (fig. 49), que se unen a los montantes en los puntos m y n; el vértice V de la brida es tal que, puesta tirante, quede a la altura del borde superior de la célula superior y a 2 metros de distancia de la cara anterior de la misma (fig. 50). Claro es que esta es una disposición media, pues como se sabe, para obtener de una cometa todo su rendimiento, hay que modificar la brida y disponerla para el rendimiento máximo con arreglo al viento medio existente en el momento de emplearla. La superficie sustentadora de una de estas cometas es de unos 5,5 metros cuadrados.

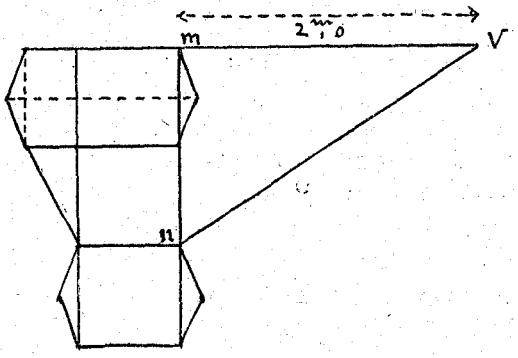


Fig. 50.

Los constructores que, para simplificar la confección del velamen, prescinden de estrechar los planos directores intermedios (con lo cual la cometa resulta formada de cuatro células cúbicas, dos superiores y dos inferiores), llaman unidad Sacconney al cuadrado, cara de una de dichas células, de cuyo lado se deducen todas las medidas de la cometa.

Las alas se componen de un cuadrado, igual a los de las células, y de un triángulo, cuarta parte de dicho cuadrado, más un triángulo inferior mitad del cuadrado tipo, y las seis aletas son otros tantos triángulos isósceles, cuarta parte de la unidad.

Ensayos hechos en España.—Comprobada la necesidad, cada día sentida con mayor imperio, de los observatorios aéreos para poder efectuar toda clase de observaciones y reconocimientos y suministrar datos para la ejecución y corrección del tiro de artillería, se hace preciso el poder disponer de estos observatorios, cualquiera que sean las circunstancias atmosféricas.

Los globos cautivos, por perfeccionado que sea su tipo, no pueden asegurar este servicio de un modo permanente, pues cuando la intensidad del viento excede de ciertos límites (dependiente del volumen y tipo del globo y de la resistencia de los elementos que lo forman) y aun prescindiendo del riesgo que corren los aeronautas (circunstancia de poco valor en campaña), su maniobra resulta poco menos que imposible. Es, pues, indispensable llenar ese vacío tan perjudicial en las operaciones de guerra, recurriendo a un material complementario cuya fuerza sustentadora radique precisamente en la energía de la corriente aérea, es decir, a la cometa o los trenes de cometas.

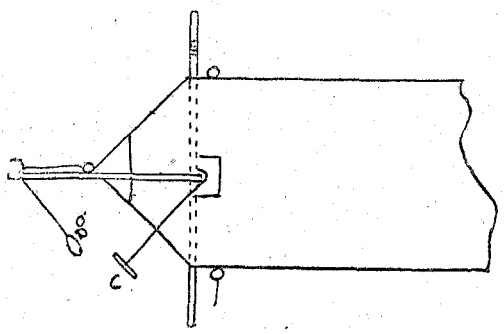


Fig. 51.

Convencido nuestro Servicio de Aeronáutica de la utilidad que para su rama de aerostación tendría el disponer de tan útil complemento, realizó desde hace algunos años numerosas gestiones para adquirir datos que pudieran servir de orientación, sin llegar a conseguirlos por la impenetrable reserva con que, tanto en Inglaterra como en Francia, se llevaban a cabo las correspondientes experiencias, guardando las revistas profesionales un prudente y obstinado silencio acerca de los resultados obtenidos, por lo cual no se podía formar juicio cabal del estado en que el problema se encontraba.

Sólo desde 1913, cuando los trenes de cometas comenzaron a tomar parte en los concursos de aeronáutica y algunos periódicos profesionales insertaron relatos de los éxitos obtenidos y de los perfeccionamientos realizados tanto en el material como en su manejo, se pudo ir formando

concepto y se entablaron nuevas gestiones con una casa belga especializada en la confección de cometas, para adquirir y ensayar un tren, con todos sus elementos, para realizar ascensiones montadas.

Desgraciadamente, y antes de poder efectuar la adquisición, la declaración de guerra interrumpió bruscamente las negociaciones entabladas. No desmayó por ello el entonces Jefe de la rama de Aerostación, comandante Cué, y en su excelente y loable deseo de apreciar prácticamente el partido que podría sacarse de las cometas y de instruir en su construcción y manejo a algunos individuos de tropa, procedió a confeccionar en los talleres afectos al Servicio diversas cometas celulares Hargrave y Potter, con alas y sin ellas, así como pequeños tornos (movidos a brazo) para su maniobra en el aire, realizando, en modestísima escala por la carencia de elementos y de datos teóricos precisos, experiencias muy bien orientadas y minuciosas, tanto con cometas aisladas para estudiar las condiciones de cada uno de los tipos construídos, como con los pequeños trenes de cometas que con ellas pudo organizar.

Luchando con la falta de elementos por las circunstancias creadas por la guerra, logró vencer, poniendo a contribución sus dotes de inteligencia, constancia, y aún de paciencia, no pocas dificultades, consiguiendo instruir (en bien escaso tiempo) a unos cuantos individuos de tropa, no sólo en la confección de cometas y en su maniobra en el aire, sino en su empleo en cualquier circunstancia, utilizando un camión automóvil que, en pocos momentos, se habilitaba para montar sobre su plataforma el torno de maniobra movido a brazo, poleas de orientación del cable, etcétera, para remolcar la cometa y para elevarla, aun en días de calma.

No sin correr el personal positivo peligro por el mal estado de los caminos, logró por este medio proporcionar blancos elevados que se desplazaban a cerca de 50 kilómetros por hora a las secciones de Infantería y de Caballería de la Escuela Central de Tiro, para que practicasen con fusil, con carabina y con ametralladoras el tiro especial sobre blancos de las referidas condiciones, que si bien distan mucho de la realidad dadas las alturas considerables de vuelo y lo enorme de las velocidades de marcha de los modernos aeroplanos, tratan por lo menos de aproximarse a ellas.

Es la anterior una aplicación que creemos no se ha intentado en parte alguna (por lo menos no tenemos noticia de ello), y que con material más adecuado que el que se logró improvisar puede prestar verdadera utilidad para el estudio de las reglas de tiro que convenga seguir para batir aeroplanos o dirigibles.

Las cometas construídas fueron de armadura de caña de bambú, em-

pleando como tela el percal o el satén, y sus tipos, susperficies sustentadoras y densidades las siguientes:

Hargrave.....	S =	1,65	metros cuadrados...		$\delta = 0,86$
Potter.....	S =	1,75	— — ...		$\delta = 0,86$
Hargrave.....	S =	10,80	— — ...		$\delta = 0,87$
	S =	12,45	— — ...		$\delta = 1,00$
	S =	20,64	— — ...		$\delta = 1,26$

Es de esperar que acabada ya la guerra y en posesión de datos teóricos y prácticos más precisos que los que al comenzar aquélla se tenían, no tarden nuestros aerosteros en continuar sus experiencias y en disponer de trenes de cometas, como complemento de sus unidades de aerostación.

Consideraciones finales.

Antes de terminar este trabajo creo oportuno exponer algunas consideraciones de carácter puramente personal, relativas unas a organización y al material las otras, por si pudieran ser de alguna utilidad.

Consideraciones relativas a la organización.—Próxima la creación de un batallón o un regimiento de aerosteros, creo llegado el momento oportuno para que, al organizar las nuevas unidades, se tenga muy en cuenta la utilidad que, con muy reducido gasto, se obtendría dotándolas de trenes de cometas. Para comprender lo exiguo del gasto que el dotarlas de tan útil complemento supondría, basta fijarse en que, no teniendo que utilizar jamás simultáneamente el globo y el tren de cometas, el mismo personal de la unidad, tanto de oficiales como de clases y tropa, realizaría ambos cometidos, adquiriendo con rapidez y facilidad la instrucción especial complementaria que fuera preciso y que tantos puntos de contacto tiene con la técnica aerostática; de modo que, por lo que al personal se refiere, el gasto es nulo.

Respecto al material, gran parte del propio de la unidad de aerostación sería fácilmente utilizable para el tren de cometas, como acontece con el carro-torno-automóvil, que lo mismo puede servir para la maniobra del globo que para la del tren de cometas (cambiando únicamente si fuera preciso el carrete del cable, o llevando desde luego doble carrete), con todos los elementos que se emplean para efectuar el descenso del globo a brazo con pasteca, o con pasteca y carros; con los elementos de equipo de la barquilla, etc.

El gasto se reduciría únicamente al que supone el aumento de un vehículo por unidad (camión-automóvil ligero o carro arrastrado por ganado, según la clase de unidad, habilitado como furgón y almacén para el transporte de las cometas, de sus elementos de repuesto, así como de los destinados a reparaciones) y al relativo a la adquisición o construcción del tipo de tren de cometas que, previo un nuevo período de estudios y de ensayos para proceder con garantías de acierto en la elección, se juzgara más conveniente, ya que en las modestas experiencias hechas, relatadas en el párrafo anterior y por las circunstancias allí indicadas, no hubo lugar a intentar ascensiones montadas.

Cuanto acabamos de decir para las unidades del batallón o del regimiento de aerosteros, puede aplicarse al pie de la letra a las que se organicen para nuestras bases navales, en el caso de que dichas unidades fueran independientes y no destacadas (como parece natural) del referido batallón o regimiento.

Considero, pues, de grandísima conveniencia que, si no todas las unidades, algunas de ellas, dispusieran de trenes de cometas, abrigando el íntimo convencimiento de que habían de obtenerse resultados tan satisfactorios que impusieran su adopción en todas ellas.

Consideraciones acerca del material.—Cometas.—El tipo de cometa Cody de los trenes ingleses, adoptado con ligeras variantes de detalle por Sacconney para su tren, parece sumamente adecuado para estas aplicaciones, por poseer las necesarias condiciones de ligereza y resistencia, unidas a un considerable radio de empleo, ya que puede utilizarse con vientos desde 8 metros de velocidad por segundo (28,8 kilómetros por hora, que es casi el límite superior de empleo prudente del globo-cometa alemán tipo Sigsfeld) hasta 20 metros por segundo, viento intenso que raya ya en la categoría de los huracanes (72 kilómetros por hora). Dicho tipo de cometa tiene condiciones realmente militares, por la gran facilidad que presenta para el transporte, una vez desmontada y arrollada en la forma conocida.

Si se dispone (como es de suponer, pues se trata de un material corriente, a pesar de lo cual no se logró encontrarlo durante la guerra) de tubos de aluminio, quizás conviniera ensayar su empleo en la confección de las armaduras, con objeto de obtener una homogeneidad de peso y de resistencia, imposibles de conseguir con todos los demás materiales, incluso la caña de bambú, y, por lo tanto, una gran estabilidad en el equilibrio de las cometas, condición, como sabemos, de grandísima importancia. Creo también habría de ser fácil y conveniente el estudiar y ensayar una disposición sencilla que permitiera alargar, entre ciertos límites, la longitud de las piezas que forman las crucetas que arriostran y atirantan

el conjunto para facilitar el montaje (sin necesidad de ligaduras ni cuerdas auxiliares) y dar al velamen la tensión conveniente. Pero como para introducir modificaciones conviene proceder con suma cautela y precaución, las que acabo de indicar, y que a primera vista me parecen útiles, habrían de ser ensayadas previamente, comparando los resultados que en la práctica den dos cometas de dimensiones idénticas y de igual densidad, con armadura de tubos de aluminio la una y de caña de bambú la otra. Sólo los resultados comparativos aconsejarían o no la conveniencia del cambio de material. Respecto a la pequeña modificación de detalle, consistente en emplear una disposición sencilla que permita variar la longitud de las piezas que forman las crucetas, ésta puede ser empleada y ensayada fácilmente con cualquier género de armadura.

Bridas.—Teniendo marcadísima influencia en el rendimiento y en la seguridad del tren, la disposición de la brida de cada una de las cometas que lo componen, creo habría de ser de utilidad para ahorrar tanteos y ganar tiempo, proceder del modo siguiente:

1.° Que todas las cometas del tren vayan marcadas y numeradas, llevando, por ejemplo, una *P* la cometa piloto; las sustentadoras una *S*, seguida de su número de orden en el tren, correspondiendo el 1 a la más próxima a la cometa piloto; y marcadas con una *R* y el correspondiente número de orden (llevando el 1 la más próxima a la barquilla) las cometas remolcadoras.

Desde luego, creo de gran conveniencia que todas las cometas sean exactamente iguales, para que las piezas de sus armaduras sean intercambiables.

2.° Elegido el tipo de cometa que se juzgue mejor y construído (experimentalmente en la forma detallada en mi Memoria tantas veces citada) el correspondiente diagrama de las R_i, completado con el de los puntos de aplicación del esfuerzo total que el viento desarrolla sobre la cometa, se debe proceder a calcular *la brida de cada cometa* (como se indicó en la página 53 de aquélla) para cierto número de velocidades de viento, por ejemplo, 10, 13, 16, 18 y 20 metros por segundo, con lo cual se dispondrá de los datos necesarios para colocar en el ramal que enlaza las dos hojas anterior y posterior de la brida *de cada cometa* los puntos de enlace necesarios con la indicación del viento correspondiente, para que, según la intensidad del que exista en el momento de utilizar el tren, se unan los respectivos ramales de retención al punto conveniente de la brida, con lo cual, al mandar preparar el tren, bastará indicar «*para tal velocidad de viento* y *tantas cometas sustentadoras*», según la tracción que se desee dar al cable principal dependiente, como se sabe, de la altura de observación que se quiera alcanzar.

Cometa auxiliar anemómetro.—Además del anemómetro portátil que figura entre los elementos de equipo de cada unidad de aerostación destinado a proporcionar la velocidad del viento junto a tierra, considero habría de dar buenos resultados prácticos para conocer con bastante aproximación dicho dato a determinada altura, 400 metros por ejemplo, disponer de una cometa de densidad media de 0,7 ó 0,8 y de unos 4 ó 5 metros cuadrados de superficie sustentadora, provista de 600 metros de cable de retención y de un pequeño torno de mano con dinamómetro que acuse constantemente su tensión. Dicha cometa debería ir embridada de un modo invariable y haberla sometido, con dicha brida y remolcada con un auto rápido, a diversas velocidades bien comprobadas en día de calma y llevando todo su cable desarrollado para obtener un cuadro que indicará qué tracción del cable corresponde a cada velocidad de viento. Lánzándola como exploradora al tener que emplear el tren, facilitaría por lectura directa de la tensión del cable, con ayuda del cuadro referido, la velocidad existente a la altura que alcance después de desarrollar todo su cable.

Organización general del tren.—Teniendo muy en cuenta las dificultades que en la práctica presenta el lanzamiento de un tren compuesto de gran número de cometas, estimo preferible su descomposición en dos, tren sustentador y tren remolcador (como lo emplean los ingleses y franceses), al tren único ruso.

Tanto por la razón ya dicha de facilitar la construcción de las cometas y de simplificar todo lo posible el material de repuesto que convenga llevar, como por su mayor elasticidad y sencillez de maniobra, considero más ventajoso el tren remolcador formado por varias cometas tal como lo emplearon Madiot y Sacconney, a la cometa única remolcadora utilizada en el tren inglés.

Respecto a la compleja cuestión de si conviene cable único (trenes inglés y Madiot) o es preferible retener el tren sustentador mediante un cable especial, como lo emplea Sacconney, me inclino a creer que sólo la piedra de toque de una práctica continuada puede decidir con seguridad cuál sea la solución más conveniente, ya que cada una de ellas presenta ventajas e inconvenientes muy difíciles de apreciar en su verdadero valor juzgando sólo por impresión, o engolfándose en consideraciones puramente teóricas; buena prueba de ello es lo muy divididas que andan las opiniones, teniendo ambos sistemas numerosos partidarios.

Queda con esto terminado este modestísimo trabajo, escrito con el único objeto de proporcionar reunidos a mis antiguos compañeros y siempre queridos aerosteros, los no muy numerosos datos que dispersos andan por folletos y revistas relativos a un complemento de su servicio

(que quizá estén llamados a estudiar y utilizar en no largo plazo) y que creo habrá de serles de gran utilidad, ahorrándoles las decepciones y disgustos que con tanta frecuencia suele darles Eolo, enemigo irreconciliable de lo más ligero que el aire.

ÍNDICE

Págs.

PRIMERA PARTE

Experiencias previas y nociones teóricas 5
Idem previas hechas con trenes de cometas 23

SEGUNDA PARTE

Descripción de algunos trenes de cometas modernos 27
Trenes del Ejército y la Armada rusa 28
Descripción del tren de cometas de la Marina rusa 29
Idem del tren de cometas del Ejército ruso 36
Idem del tren de cometas empleado en Inglaterra 43
Idem del tren de cometas Madiot 50
Idem del tren de cometas del capitán Sacconney 55

TERCERA PARTE

Experiencias hechas con el tren Sacconney: Modificaciones 65
Consecuencias y datos prácticos obtenidos por el capitán Sacconney en sus experiencias 69
Consideraciones finales 84

[illegible] CENTRAL

ERRATAS MAS IMPORTANTES

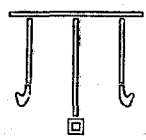
Página.	Linea.	Dice.	Debe decir.
9	15	cerdajo	cordaje
14	31	$S = \frac{p}{S}$	$\delta = \frac{p}{S}$
15	32	$S' = \frac{p + p'}{S}$	$\delta = \frac{p + p'}{S}$
28	7	para	en

INGENIEROS

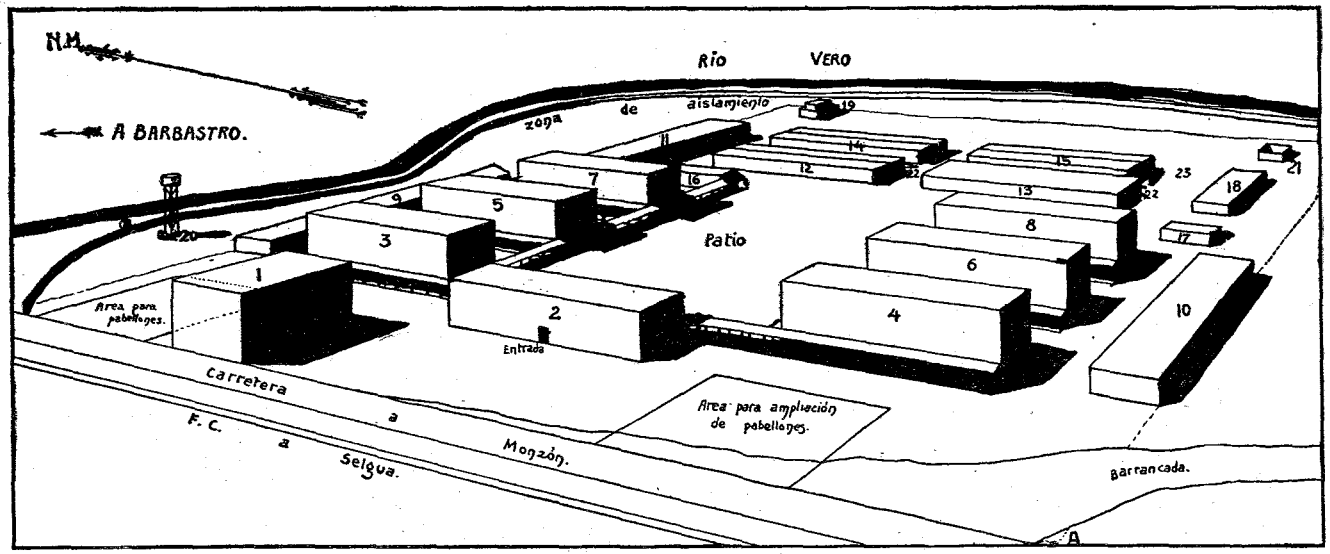
DEL EJERCITO

ACUARTELAMIENTO

LEY DE 29 DE JUNIO DE 1918



MADRID
IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO»
1920



CUARTEL DE ARTILLERIA, EN BARBASTRO

1. Edificio de pabellones.—**2.** Dependencias generales.—**3, 4, 5** y **6.** Pabellones de tropa y servicios.—**7.** Grupo en cuadro y Sargentos.—**8.** Repuesto. Enfermería. Escuela.—**9** y **10.** Cobertizos de material.—**11.** Picadero.—**12, 13** y **14.** Cuadras.—**15.** Cuadra del grupo en cuadro y Plana Mayor.—**16.** Cantina y almacenes.—**17.** Retretes generales.—**18.** Herradero y enfermería de ganado.—**19.** Depósito de municiones.—**20.** Depósito de aguas.—**21.** Estercolero.—**22.** Abrevadero.—**23.** Baño de caballos.

Proyecto de cuartel, para un Regimiento de Infantería en Cáceres (cuartel de la Infanta Isabel), formulado por el comandante de Ingenieros D. Felipe Porta. 2 124.

Sistema.

Pabellones aislados.

Solar.

Cedido por el Ayuntamiento, de 55.363 metros cuadrados sin contar las zonas de aislamiento.

Distribucion.

La tropa está alojada en cinco edificios de tres plantas. En la planta baja del primero de estos edificios, se establecen los servicios de hidroterapia y gimnasio cubierto. En la del segundo, escuelas academias y dependencias sanitarias. En la del tercero, por su proximidad a la cocina, los comedores. En la del cuarto, almacenes y depósito de víveres. La planta baja del quinto pabellón de tropa se destina a dormitorio de Plana mayor y con objeto de evitar la humedad se deja, por debajo del piso del mismo, una cámara de aire.

En las plantas principal y segunda de dichos cinco edificios se situan los dormitorios de las compañías activas, ametralladoras, música y Batallón en cuadro, con todos sus accesorios.

Pabellón de Sargentos.—Lo constituye un pequeño edificio de una planta rodeado de terraza, de dos metros de anchura, cubierta en parte por marquesinas; y en él se establecen el comedor, sala de reunión, cocina, etc.

Cantina.—En otro edificio análogo al anterior, con las dependencias anejas.

Cuadra de ganado de Plana mayor y ametralladoras.—En edificio de una sola planta, con locales para guadarnés, pajeras y depósito de semillas.

Cocina de tropa.—En edificio de una planta, con todos sus accesorios.

Retretes generales.—En dos edificios de una planta, cada uno de ellos con 10 placas a la turca, de hierro esmaltado, y urinarios adosados a los muros formados por canal de cemento, con separaciones de pizarra.

Parques de carruajes, herradero, etc.—Los carruajes se aparcan en dos

edificios de planta baja; en uno para 12 carruajes en su parte derecha, y en la izquierda se situa el herradero, botiquín de ganado, cuadra, enfermería y taller de los maestros armeros. En el otro edificio se situan 20 carruajes que con los anteriores forman la dotación del Regimiento.

Repuesto de municiones.—De una planta, con locales para material simulado y cápsulas, explosivos y almacén de cartuchos.

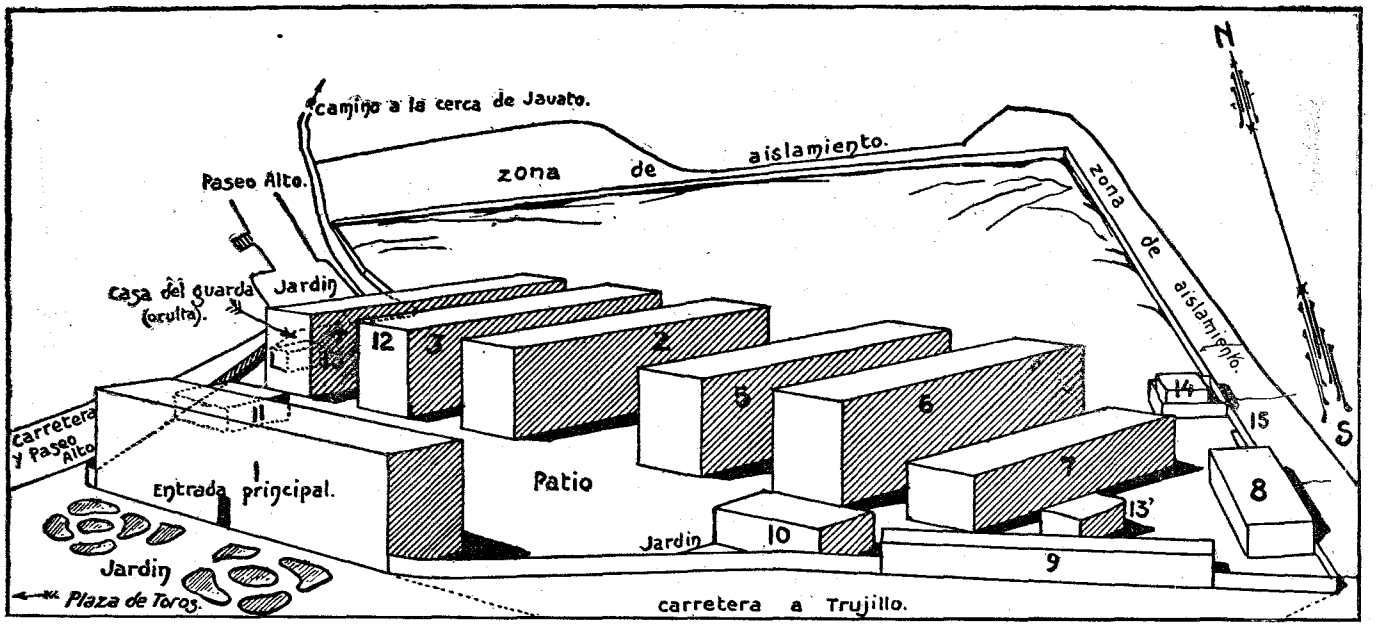
Dependencias generales.—Edificio de tres plantas. En la baja, ocupando el ala derecha el cuerpo de guardia de Oficial y las dependencias de Jefes y Oficiales; al otro lado, cuerpo de guardia de tropa y dependencias anejas. En la planta principal, oficinas y dormitorios para Oficiales. En la planta segunda, los pabellones para el Coronel, Ayudante y Médico.

Construcción.

Cimientos de mampostería ordinaria. Muros con zócalos de sillería de granito trasdosados con mampostería ordinaria; jambas, plintos y cornisas, de sillería de granito. Pavimento de morrillo en calles, patios, cuadras y cocherones; entarimado en escuelas, almacenes y dependencias; baldosín hidráúlico sobre hormigón en todos los dormitorios y servicios afectos. Entramados de pisos metálicos, con bovedillas. Cubiertas de teja plana sobre cerchas de hierro. Red de alcantarillado, de fábrica de ladrillo con sección ovoídea. Pesebres de fundición. Canalones de chapa galvanizada, así como las bajantes con guardacaños de hierro fundido.

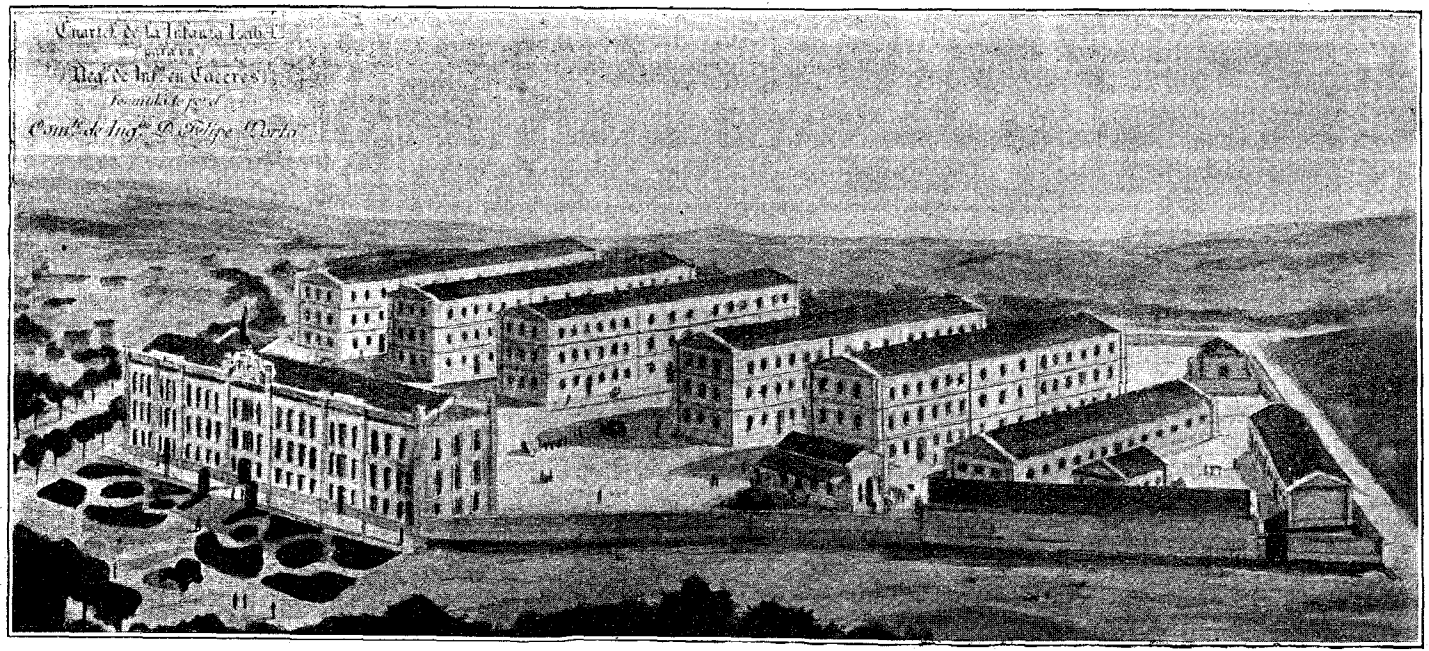
Presupuesto.

De contrata, 3.118.780 pesetas.
Complementario, 29.751 ídem.
Duración de las obras; treinta y seis meses.



CUARTEL DE INFANTERIA «EL TESO», EN CACERES

1. Dependencias generales.—**2, 3, 4, 5 y 6.** Pabellones de tropa.—**7.** Cuadra.—**8.** Herradero y carruajes.—**9.** Parque de carruajes.—**10.** Cantina de tropa.—**11.** Cocina y comedor de Sargentos (medio oculto).—**12.** Cocina de tropa (oculta).—**13.** Retretes generales (ocultos).—**13'.** Retretes generales.—**14.** Repuesto de municiones.—**15.** Abrevadero.



CUARTEL DE INFANTERIA «EL TESO», EN CACERES

Proyecto de cuartel, de nueva planta, para un Regimiento de Infantería en Lorca (Murcia), formulado por el Teniente Coronel de Ingenieros D. Manuel García Díaz.

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

Cedido por el Ayuntamiento, de 85.359,95 metros cuadrados. Ocupa el cuartel 29.031,72 metros cuadrados, quedando el resto de zona de aislamiento y para posibles ampliaciones.

Distribución.

La tropa se aloja en cinco pabellones de tres plantas, de 56,20 por 13,80 metros; en cada una de las plantas principal y segunda de cuatro edificios se aloja una compañía; en el quinto pabellón se alojan en la planta principal las compañías de ametralladoras, y en la segunda, la música, con locales para academia, archivo, almacén, etc., y las secciones de tren y explosivos. En el piso que sirve de alojamiento a cada compañía están las oficinas del Capitán, dormitorio de Suboficiales y Sargentos, almacén de compañía, cuarto de aseo y retretes nocturnos independientes para Sargentos y tropa y cuarto para enseres de limpieza. En las plantas bajas de estos edificios se instalan en un ala de cada pabellón el comedor para las fuerzas que lo ocupan, con cuarto para distribuir la comida, fregaderos y dos alacenas para la vajilla. En el resto de las plantas bajas se instalan los almacenes, escuelas, barbería, locutorio de tropa, gimnasio, almacén de víveres, parque de herramientas, columna de municiones, parques de ametralladoras y demás dependencias.

Enfermería.—Como no existe Hospital Militar en la plaza, precisa la construcción de una enfermería, que ocupa un pabellón de una sola planta con sótano pare impedir la humedad, de 56,20 metros de longitud, teniendo en la parte central 6,80 metros de anchura y en los extremos 11,00 metros. Se instalan en él todos los servicios sanitarios y camas para 28 enfermos y 2 aislados.

Balneario.—Ocupa un pabellón de una sola planta, de 40 por 11 me-

tros; contiene una piscina, 80 duchas, 80 piletas lavapiés, 80 cuartos para vestirse y desnudarse, 12 pilas para baño, 2 retretes y un urinario. En la parte central tiene un saliente de dos plantas: la baja contiene los cuartos para ropas de baño, leñera y carbonera. En la alta dos calderas para calentar el agua, dos depósitos mezcladores de 4 metros cúbicos para agua templada y un depósito de agua fría de 3 metros cúbicos. El objeto de esta instalación es que pueda graduarse la temperatura del agua por el Médico, sin que intervenga la iniciativa individual.

Retretes generales.—Ocupan dos edificios de una planta, situados al NE. y SO. del cuartel, de 14,80 por 6,80 metros. Cada uno contiene 20 retretes para tropa, 5 para Sargentos y 30 urinarios; tanto los retretes como los urinarios llevan depósitos de descarga automática.

Cantina y comedor de Sargentos.—Instalados en un edificio de una sola planta de 40,40 por 7 metros. En la parte de cantina tiene habitación para el cantinero y locales para el servicio de tropa, y en la destinada a Sargentos, comedor, cocina con todos sus accesorios, biblioteca y sala de reunión.

Cocina de tropa y lavadero.—Se instalan en un edificio de 30 por 13,20 metros de una sola planta, cubierta de azotea que se destina a tendedero de ropa. La parte de edificio destinado a cocina, además del local para la instalación de la cocina sistema Mexia, tiene otros destinados a carbonera, fregadero, despensa, preparación de alimentos en frío, enseres de menaje de cocina, oficina y repeso y dormitorio de rancheros. La otra parte, además del local destinado a lavadero, tiene otros para la lejiadora, costura y planchado, ropa sucia y ropa limpia.

Cuadras.—Todo el ganado se instala en un edificio de 38 por 21 metros de una sola planta y con los locales necesarios para todos los servicios.

Enfermería de ganado.—Todos los servicios sanitarios para el ganado se instalan en un edificio de 30,80 por 7 metros, de una sola planta, y situado al NO. del cuartel; en él existen cuatro plazas para ganado con enfermedades no contagiosas y dos para enfermedades contagiosas, teniendo pilas en las cuadras para que el ganado pueda abrevar sin salir de ellas.

Talleres de maestros armeros, herradero y carrocerías.—En un edificio de una sola planta, de 71,80 por 5,80 metros, adosado al muro de cerca, se instalan estos servicios.

Abrevadero.—De 40 metros de longitud, adosado al muro de cerca, a continuación del anterior edificio.

Depósitos de explosivos.—Situados en el ángulo NE., formados por dos compartimientos de 3,60 por 3,20 metros de dimensiones cada uno y aislados por un muro de cerca.

Estercolero.—Situado en el ángulo NO., próximo a la puerta de entrada y salida de los carros.

Dependencias generales.—Ocupan un edificio de 82,20 por 12,40 metros. Consta de tres plantas: en la baja ocupa el centro un vestíbulo de 8 metros de ancho; a su derecha, locales para el Oficial de guardia, cuarto de banderas, sala de reunión, sala de conferencias y consejos de guerra, biblioteca, sala de esgrima, comedor de Oficiales, dormitorios para Jefe y Capitán de cuartel y Oficiales de semana, lavabos y retretes de Oficiales. A la izquierda, cuarto de vigilantes, cuerpo de guardia, Sargento de ídem, sala de Suboficiales, Suboficial encargado del servicio administrativo, cartero, telégrafo, imprenta, correcciones, calabozos y lavabos y retretes para Sargentos y soldados. En el piso principal se instalan el pabellón del Coronel y las oficinas, con despachos para Jefes y Juzgado de instrucción, y en la planta segunda, los pabellones para el Médico y Ayudante y dormitorios para todos los Jefes y Oficiales del Regimiento. La cubierta de este pabellón es de azotea a la catalana.

Muro de cerca.—El espacio ocupado por los anteriores pabellones van cercados por un muro de 3,50 metros de alto, comunica por el exterior por dos puertas, la principal del cuartel en el pabellón de dependencias generales y otra próxima al ángulo NO. para el servicio de carros y ganado.

Depósito de agua cubierto.—De 500 metros cúbicos de cabida, dividido en dos compartimientos, construídos sobre una altura de suficiente cota que existe dentro del solar cedido por el Ayuntamiento.

Pabellones para Jefes y Oficiales.—En la zona de aislamiento del frente del cuartel se construyen cuatro edificios destinados a pabellones, de 31 por 21 metros, con tres plantas. Cada planta tiene cuatro pabellones, resultando 12 por edificio y 48 en total. Siete destinados a Jefes y 41 a Oficiales; todos los pabellones tienen cocina, dos retretes, despensa, lavadero y cuarto de baño y conductos para la evacuación de basuras.

Pabellones de clases de tropa.—En la zona de aislamiento de la parte E. del cuartel se construye un edificio de dos plantas, de 86,50 por 9,40, para pabellones de clases de tropa. Cada pabellón consta de tres habitaciones: cocina, despensa, retrete y lavadero. Además cada pabellón tiene un patio en la parte posterior de 9,40 por 4 metros. El total de pabellones es de 20, divididos en cinco grupos de cuatro pabellones.

Construcción.

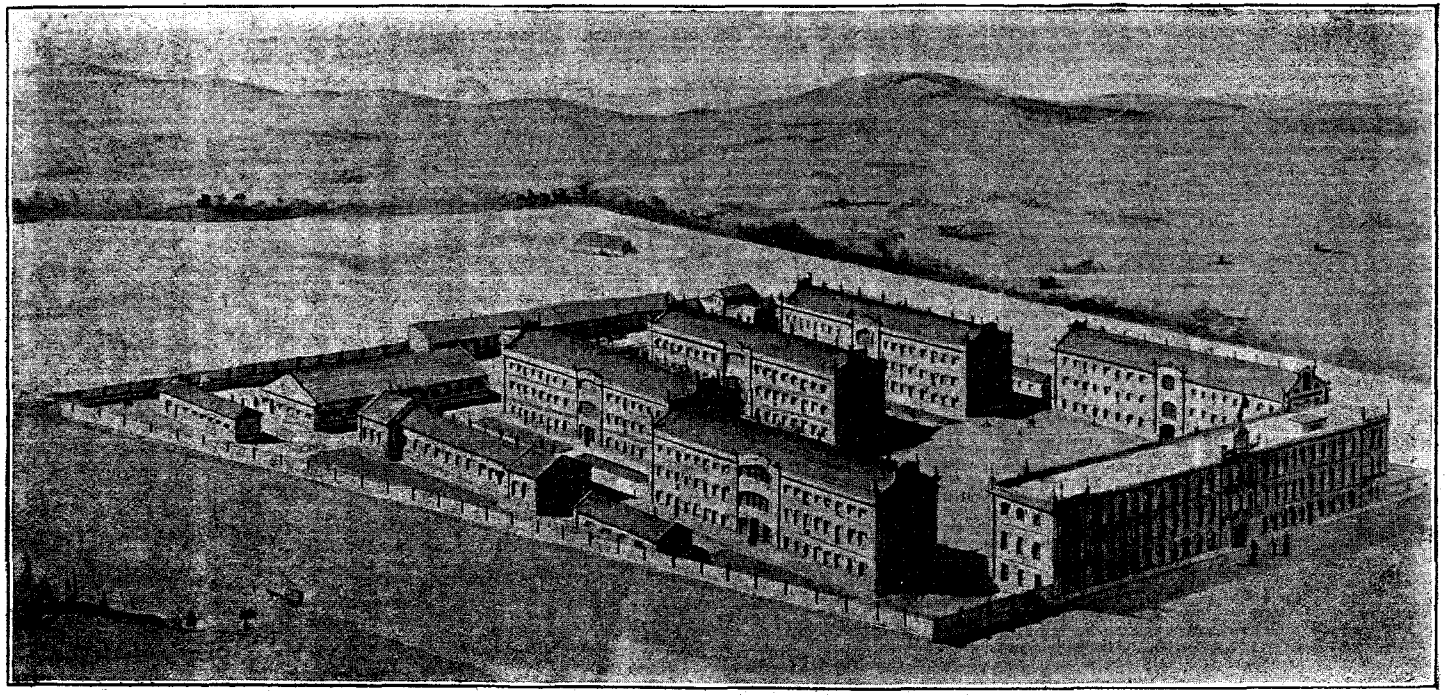
Mampostería ordinaria en cimientos, fábrica mixta de mampostería ordinaria y ladrillo en alzados, con enfoscados y enlucidos ordinarios al interior e hidráulico al exterior. Techos formados por vigas doble T, con

bovedillas de rasilla tomadas con cemento, cubierta de azotea a la catalana en pabellones de Jefes y Oficiales, pabellón de dependencias generales y cocina y lavadero; en los demás edificios, de teja plana, sostenida por armaduras metálicas. Ornamentación, fajas horizontales y verticales, cornisas de hormigón; canal de recogida de las aguas de las cubiertas, forrada de plomo, colocado a libre dilatación; coronamiento con pretiles de ladrillo y balaustrada de cemento. Los pavimentos interiores son, en general, de baldosín de cemento; en las cuadras, de morrillo sobre hormigón; en aceras, de tendido de cemento sobre hormigón con encintado de piedra, y en patios y calles, de tendido de alquitrán mineral sobre grava apisonada, limitados con encintados de piedra, lo mismo que las aceras.

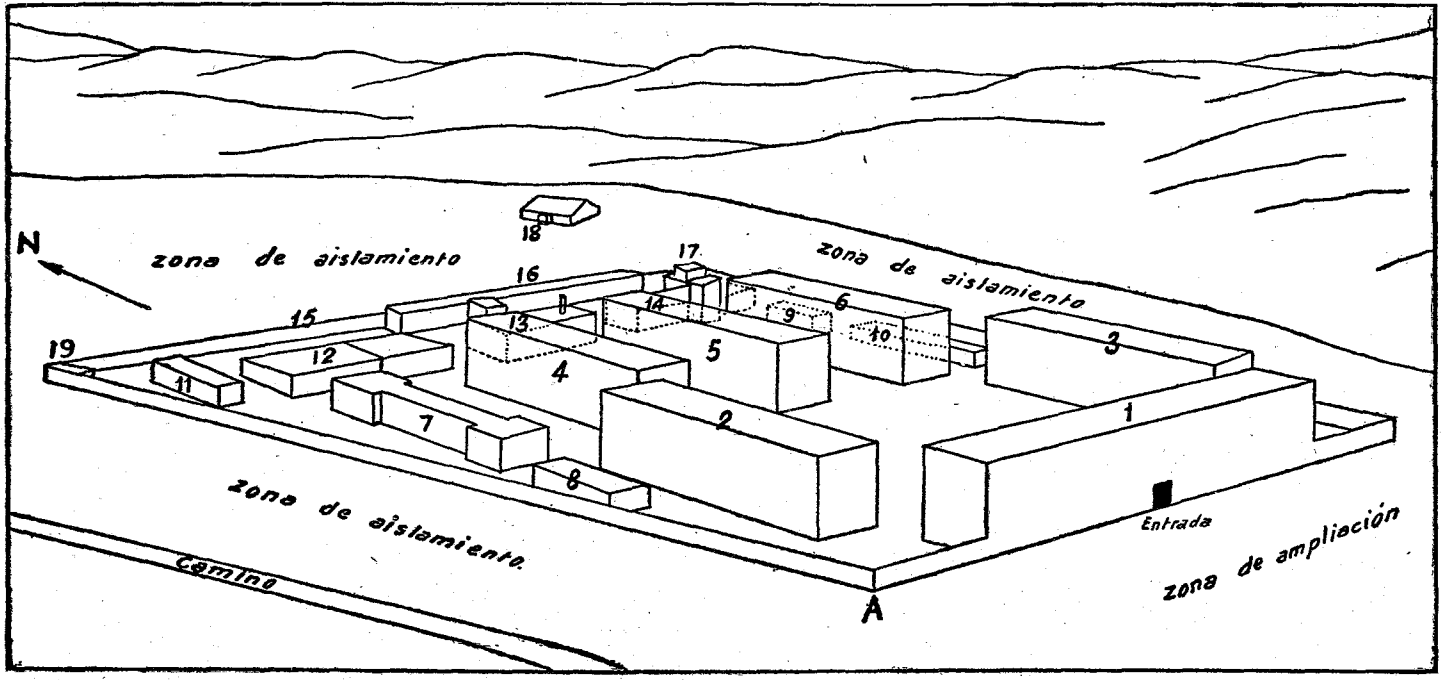
Presupuestos.

Cuartel:
Contrata, 2.792.350 pesetas.
Complementario, 30.616,45 ídem.
Pabellones de Jefes y Oficiales y clases de tropa
Contrata, 1.737.850 pesetas.
Complementario, 15.402,64 ídem.

Tiempo de duración: cuartel, treinta y seis meses; pabellones, diez y ocho meses.



CUARTEL DE INFANTERIA, EN LORCA



CUARTEL DE INFANTERIA, EN LORCA (MURCIA)

1. Dependencias generales.—**2** y **3.** Pabellones de dos compañías de fusiles.—**4.** Ametralladoras, sección de tren y explosivos.—**5** y **6.** Pabellones de dos compañías de fusiles.—**7.** Enfermería.—**8** y **9.** Retretes generales.—**10.** Cantina y comedor de Sargentos.—**11.** Enfermería de ganado.—**12.** Cuadra.—**13.** Cocina y lavadero.—**14.** Hidroterapia.—**15.** Abrevadero.—**16.** Carroceras.—**17.** Repuesto.—**18.** Depósito de agua.—**19.** Estercolero.

Proyecto de cuartel, de nueva planta, para un Regimiento de Infantería en la carretera de Extremadura (Madrid), formulado por el Teniente Coronel de Ingenieros D. León Sanchiz.

Sistema.

De bloque, con los ángulos abiertos.

Solar.

De 22.002,12 metros cuadrados, cuyo emplazamiento aún no se ha fijado, dentro de terrenos de Guerra.

Distribución.

En dos edificios paralelos, y perpendiculares al de Dependencias generales, se alojan los dos Batallones de fusilería, en plantas principal y segunda. El tercer edificio, paralelo al de Dependencias generales, contiene las compañías de ametralladoras, el tercer Batallón y las secciones de Plana Mayor. Todos tienen galerías de comunicación, cubiertas.

Los dormitorios de tropa son de cuatro filas de camas, y tienen todos los accesorios de cuartos de aseo, retretes nocturnos, cuarto para enfermos leves, cuarto para limpieza de armamento y correaje. En las plantas bajas están: en el pabellón núm. 1, el comedor del Batallón, almacén general con sus dependencias, barbería, sastrería y zapatería y las escuelas; en el núm. 2, el comedor del Batallón, barbería, gimnasio, enfermería y dependencias sanitarias e hidroterapia, con 28 duchas y 42 cabinas para vestirse y desnudarse.

Dependencias de ganado.—Una cuadra para ocho caballos de Jefe, una por cada compañía de ametralladoras, para seis caballos y 12 mulos, y otra para la Plana Mayor con 21 plazas y cuatro para las mulas de los carros catalanes. Tienen guadarnés, pajera, cuarto para las semillas.

Con separación, aunque en el mismo edificio, está la cuadra enfermería con seis plazas para enfermedades comunes y tres para contagiosos, en otros tantos locales independientes. En el mismo edificio están el herradero, fragua, botiquín y cuarto para el veterinario.

Accesorios.—A ellos se destinan dos edificios. En ambos hay un grupo de 10 retretes y 10 urinarios, y, además, en el primero, el lavadero, local para cartuchería, talleres de guarnicionero, carpintería y maestros armeros, la cooperativa regimental y local para la cocina Mexía y para

fritos y calderetas, con sus accesorios; y en el segundo, las dependencias de sargentos y la cantina y habitación del cantinero.

Estercolero.—De 16 metros cuadrados.

Caseta para explosivos.—De 4 metros cuadrados.

Tiro de pistola para Oficiales.

Dependencias generales.—Edificio de tres plantas. En la baja, a un lado, el cuerpo de guardia de Oficial y las dependencias de Jefes y Oficiales; al otro, el cuerpo de guardia de tropa, locutorios, Suboficial abanderado, telégrafo, correcciones y calabozos, cartería, lavabos y retretes. En la planta principal, oficinas, sala de consejos y biblioteca, dormitorios para Oficiales de semana con sus dependencias (cocina, baño, retretes). En la planta segunda, los pabellones para el Coronel, Ayudante y Médico.

Construcción.

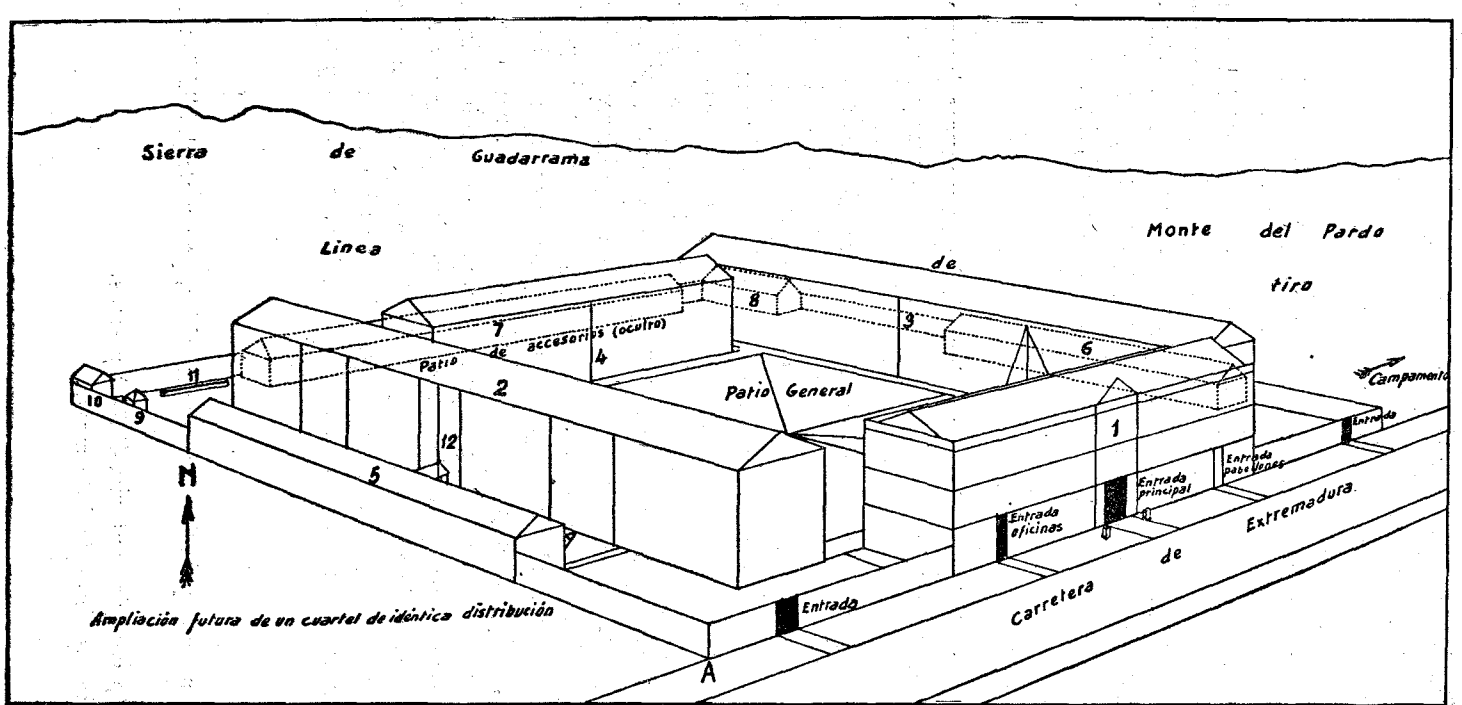
Cimientos: hormigón de piedra partida. Fachadas y muros interiores: de ladrillo de mesa trasdosado de recocho, con impostas y cornisas revocadas imitando piedra en la fachada principal del edificio de Dependencias generales y piedra artificial en las posteriores. Muros interiores: fábrica de ladrillo recocho con mortero ordinario. Apoyos para las galerías: de ladrillo en planta baja y de fundición o hierro laminado en las demás. Caballetes y vierte aguas: vidriados rectos o curvos. Pisos: de viguetas doble T, con bovedillas de dos roscas y plano; cielos rasos y faldones de cubierta, forjado de un tablero de rasilla; cubiertas, de teja plana sobre yeso, tomando las dos hileras inferiores con cemento. Pies derechos, jácenas, cargaderos y entramados de cubierta, de hierro laminado. Limas, vierte aguas, goterones, tapajuntas y buzones de chapa de plomo; calderetas de zinc; hierro forjado con adornos de calamina o bronce en escaleras, antepechos y balcones. Baldosín de cemento ranurado sobre capa de hormigón, en aceras; adoquín de cemento sobre hormigón, en pasos de mucho tránsito; en interiores, mosáico hidráulico gris o con dibujos. Empedrados de cuadras, con pedrusco de plano, sobre hormigón, y enlechado de cemento. Sillería granítica en zócalos exteriores, quicios de puertas de carros, batientes, canales de cuadras, losas y tapas de registro.

Presupuesto.

Importe total, con pabellones indispensables, por contrata, 3.566.220 pesetas.

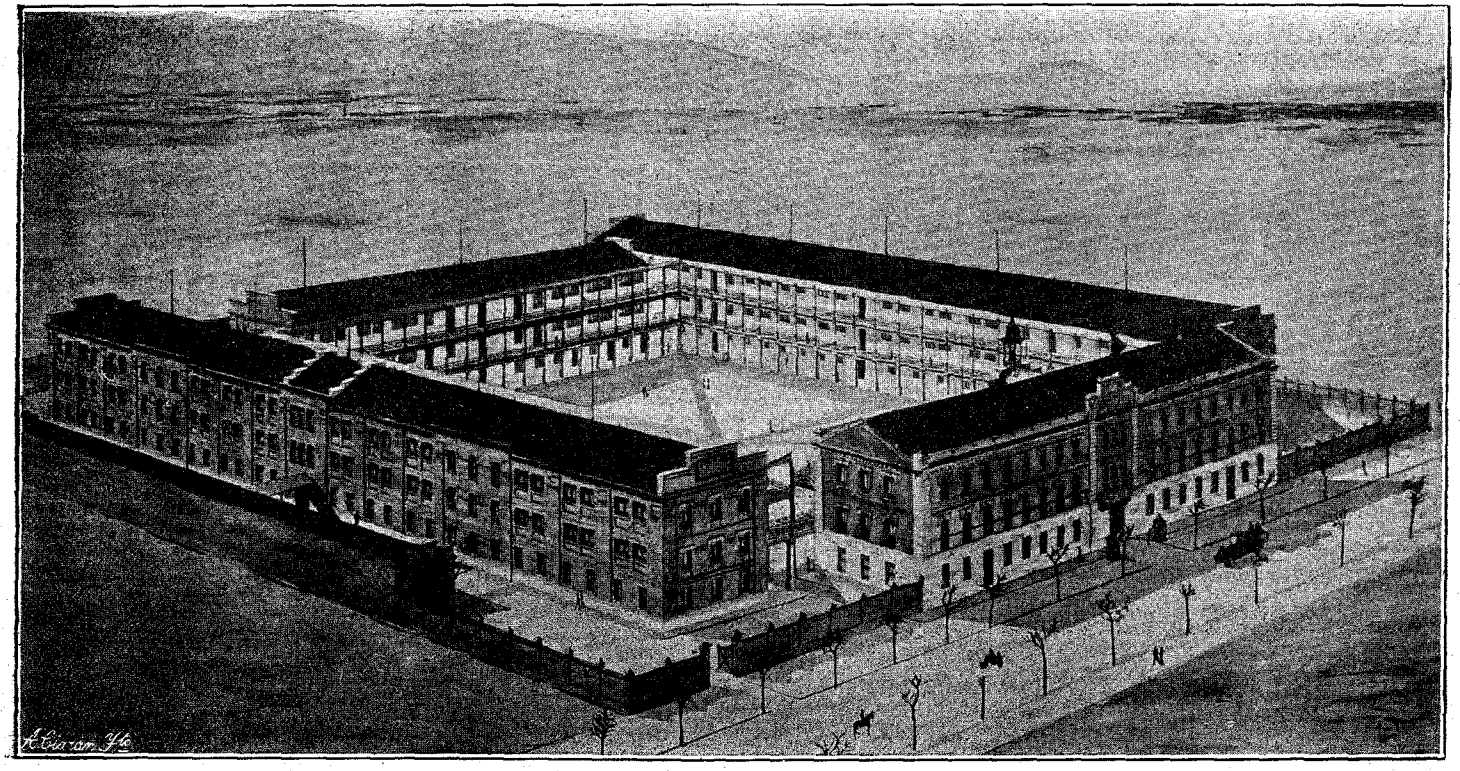
Presupuesto complementario, 43.150 pesetas.

Duración de las obras, treinta meses.



CUARTEL DE INFANTERIA, EN LA CARRETERA DE EXTREMADURA

1. Pabellón de dependencias generales.—**2, 3** y **4.** Pabellones de tropa.—**5.** Pabellón de accesorios, cocinas y servicios, talleres, cochera, repuesto de cartuchos, lavadero y retretes.—**6.**—Cantina y dependencias de Sargentos (oculto).—**7.** Cuadras, herradero, enfermería de ganado (oculto).—**8.** Tiro de pistola (oculto).—**9.** Explosivos.—**10.** Estercolero.—**11.** Abrevadero.



CUARTEL DE INFANTERIA, EN LA CARRETERA DE EXTREMADURA

Proyecto de cuartel, de nueva planta, para un Regimiento de Infantería, en Algeciras, formulado por el Teniente Coronel de Ingenieros D. Miguel Cardona. y Julia

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

De 64.445,48 metros cuadrados contando las zonas de aislamiento, cuya adquisición por Guerra se incluye en el presupuesto.

Distribución.

Entre el edificio de dependencias generales, los cuatro destinados a las ocho compañías de fusiles, y el de la música se limita el patio de formaciones de 80 × 70 metros. Otros dos edificios, a retaguardia de los de las compañías de fusiles, contienen: uno, las dos compañías de ametralladoras, y el otro, las unidades afectas a la Plana Mayor.

Todos estos edificios son de tres plantas: la baja, para accesorios y dependencias, y las dos altas, para dormitorios, que son de cuatro filas de camas, divididos en dos partes por la caja de escalera central, estando situados los cuartos de aseo y retretes nocturnos en un saliente de la fachada posterior y los dormitorios del Oficial, Suboficial y Sargentos, en otro de la fachada principal. Las oficinas y almacén están adosadas a la caja de escalera, bien alumbrada con una claraboya.

En las plantas bajas de los siete edificios de tropa están los comedores para las unidades en ellos alojadas, con cuarto para la distribución y fregadero de platos. Además, en una de las correspondientes a las compañías de fusiles, la cocina de tropa, el depósito de víveres, barbería, imprenta, dependencias de Sargentos, cantina y gimnasio cubierto; en otra, los almacenes generales, con sus accesorios, sastrería, zapatería, el almacén de utensilios y material de acuartelamiento, parque de herramientas y sala de esgrima; en otro, la hidroterapia, lavaderos general e individuales y el taller del maestro armero, y en el último, las escuelas y las dependencias sanitarias con enfermería para 24 camas. En la planta baja del edificio de ametralladoras, local para 16 carros y los parques de las dos compañías, además de los comedores. En la del edificio para unida-

des de Plana Mayor, los comedores, local para 12 carros y otro para nuevos vehículos.

En la del edificio para música, que es de solas dos plantas, el comedor, la academia y sus accesorios.

La cuadra, inmediata al edificio de ametralladoras, es de tres crujías, con cuatros filas de pesebres, con un total de 56 de éstos, con guadarnés, pajera, cuarto para el personal de servicio, cuarto de semillas, enfermería independiente y habitaciones para herrador, forjador y cobertizo para herrar.

Hay dos locales independientes e iguales, de una sola planta y de 25 metros cuadrados de superficie, para almacen de municiones y explosivos.

Cuatro pequeños pabellones de una sola planta contienen, cada uno, dos retretes y cuatro urinarios para Suboficiales y Sargentos y ocho retretes y 18 urinarios para tropa.

El edificio de dependencias generales es de cuatro plantas, con un patio central. En la baja y a la derecha, están el cuerpo de guardia de Oficial, cuarto de banderas y sus accesorios, biblioteca, sala de lectura y dormitorios del Jefe y del Capitán de cuartel; a la izquierda, el cuerpo de guardia de tropa, correcciones, calabozos y accesorios. En la planta principal están las oficinas y los dormitorios de cuatro Jefes, 13 Capitanes y un Capellán, con comedor, sala de reunión, cocina, retretes y baños. En la segunda planta, el pabellón del Coronel y del Ayudante y dormitorios para cuatro Capitanes y tres Subalternos. Y en la tercera, pabellones para los dos Médicos y dormitorios para 12 Subalternos.

Construcción.

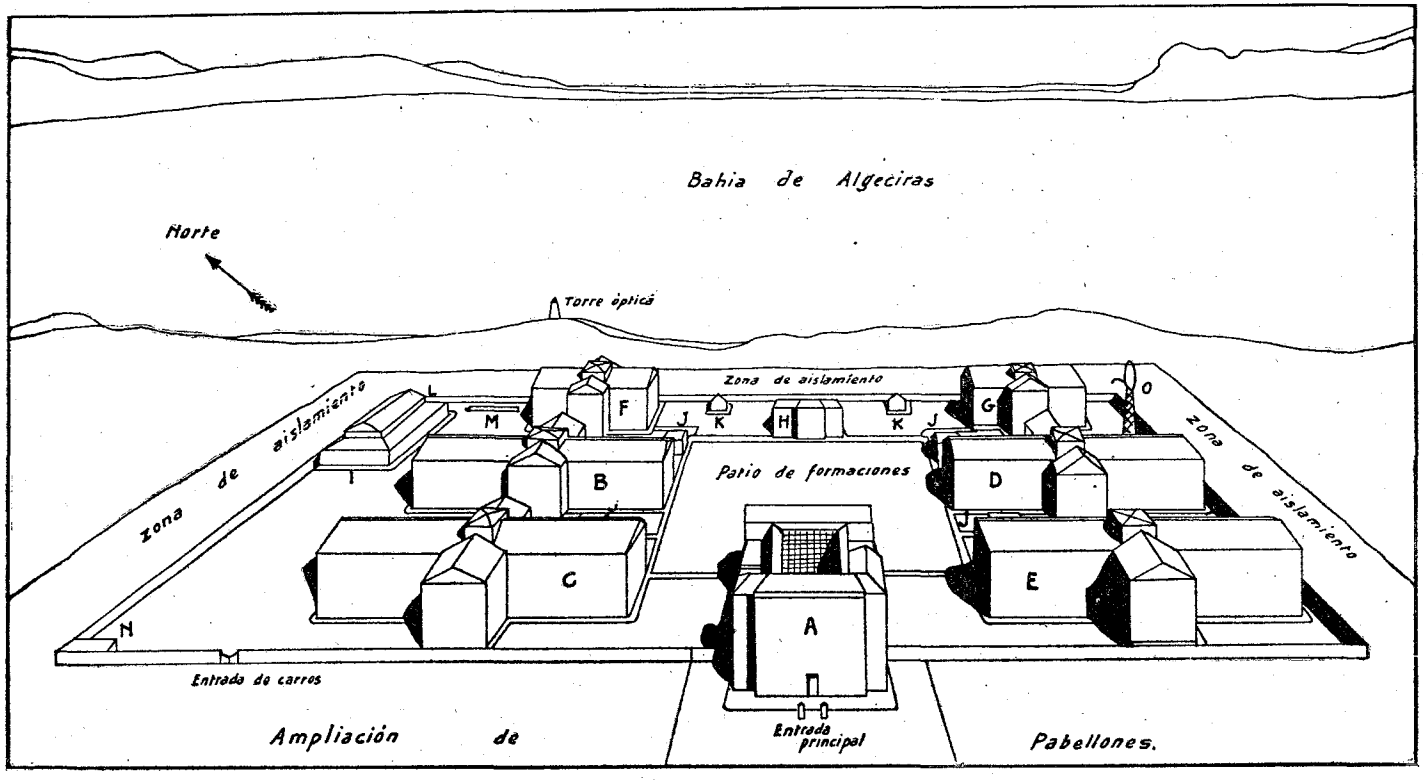
Cimientos de tortada de hormigón hidráulico. Fábrica de mampostería ordinaría, con dinteles, jambas, plintos, pilares y cornisas de ladrillo. Cubiertas de teja laminada sentada con mezcla, sobre ladrillo hueco, apoyado en correas de ⊥ y de azotea en retretes y urinarios. Cerchas metálicas. Cielos rasos de listón de madera sobre viguetillas en ⊥. Entramados de hierro para los pisos, con forjado de bovedillas de doble tabicado. Tabiquería de ladrillo hueco. Solerías de baldosín de cemento comprimido, en general, de un solo color. Enfoscados y enlucidos exteriores con mortero medianamente hidráulico; los interiores, con mortero ordinario, excepto en retretes y cuartos de aseo. Tablas mochileras de cemento armado. Escaleras para los edificios de tropa: de fábrica, en el primer tramo, y de huellas de piedra, sobre zancas de acero, en los demás; en las restantes escaleras, esta segunda parte es de bovedilla de doble tabicado.

Pavimento de las cuadras: adoquinado sobre capa de hormigón y enlechado, con canales de hormigón de cemento. Patios afirmados y aceras de baldosín de cemento y cordón de piedra. Pesebres de hormigón armado. Monteras de cristales en las cajas de escalera de los edificios de tropa. Bajantes de agua de los tejados, de hierro fundido. Tubería de «grés» para bajantes de aguas sucias, y de cemento para el alcantarillado.

Tanques sépticos para las aguas residuales. Elevación de las potables con molino de viento.

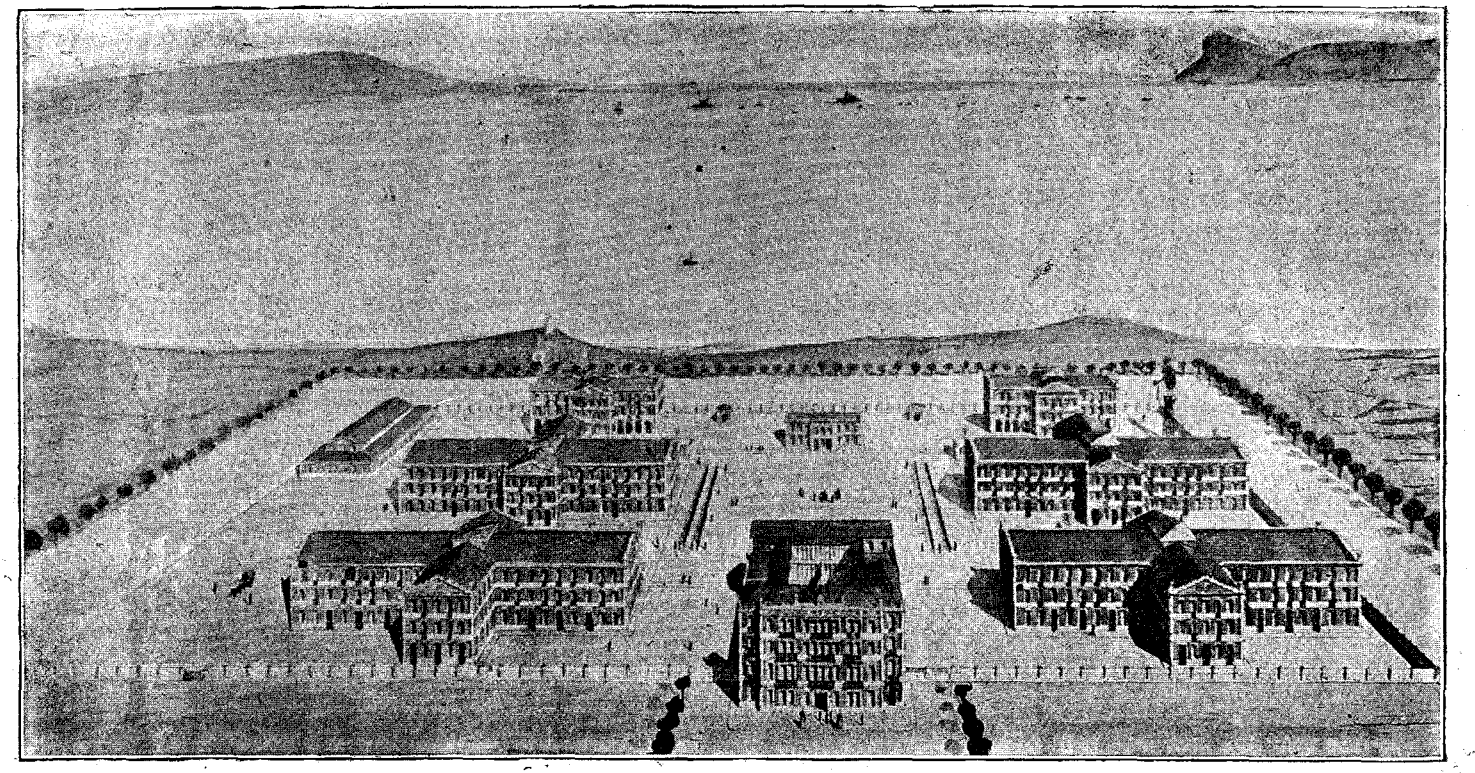
Presupuesto.

Importe total, por contrata, 4.026.030 pesetas.
Idem complementario, 41.249,10 ídem.
Tiempo de duración de la obra, cuarenta y ocho meses.



CUARTEL DE INFANTERIA, EN ALGECIRAS

A. Pabellón de dependencias generales.—**B, C, D** y **E.** Pabellones para dos compañías en segunda y tercera planta y dependencias en las bajas.—**F.** Pabellón de ametralladoras.—**G.** Pabellón de unidades afectas a la Plana Mayor.—**H.** Pabellón de la música.—**I.** Cuadras.—**J.** Urinarios y retretes diurnos.—**K.** Depósitos de cartuchería y explosivos.—**L.** Cobertizo para herrar y curar el ganado.—**M.** Abrevadero.—**N.** Estercolero.—**O.** Pozo.



CUARTEL DE INFANTERIA, EN ALGECIRAS

Proyecto de cuartel para el 10.° Regimiento de Artillería pesada en Huesca, formulado por el Comandante de Ingenieros D. Agustín Loscertales, y Sopena

Sistema.

Pabellones aislados.

Solar.

Propiedad de Guerra, de 32.037,50 metros cuadrados, ampliado con 31.849,60 metros cuadrados adquiridos.

Distribución.

La tropa está alojada en cuatro edificios de tres plantas, los que forman con el de Dependencias generales un patio de forma trapecial orientado al Mediodía.

En la planta baja de dos de los edificios de tropa se sitúan, en la parte central, los comedores, y en los extremos, almacenes de carruajes, siendo cada comedor de capacidad para 150 hombres. La planta baja de otro edificio de tropa se destina a escuelas, gimnasio, sala de esgrima, sala de consejos de guerra y sala de reunión para la tropa. La del cuarto edificio tiene todos los locales reglamentarios para almacén de vestuario y repuesto de atalajes, con inclusión de los talleres de sastrería, zapatería y guarnicionería. Las plantas primera y segunda de los cuatro edificios están distribuídas para dormitorios de tropa con la misma organización: cada planta, dividida en dos por la caja de escalera y cuarto de sargentos, sirve para alojar una batería, con sus anejos de dormitorio de Suboficial, oficina de compañía, repuesto, cuarto de aseo de clases, dos cuartos de aseo de tropa y retretes. Todos estos edificios tienen galerías, cuyo objeto es situar en sus extremos los retretes y que sirven de punto de reunión de la tropa y para la limpieza de vestuario.

Cantina, enfermería y dependencias de sargentos.— Edificio de dos plantas: en la baja, cantina, dependencias de sargentos y barbería. En la planta principal, la enfermería y dormitorios de Oficiales, con escaleras independientes.

Cuadras.—En cuatro edificios de una sola planta, de doble crujía separadas por baterías, destinándose el cuarto a Plana Mayor y enfermería

de ganado, herradero y local para la curación. Todas las cuadras de batería tienen guadarnés, pajera y local para dormir el personal de servicio.

En el extremo del solar se proyecta la cuadra de contagio capaz para ocho caballos, de los que cuatro están en locales independientes y los restantes en locales de a dos plazas. Tienen como anejos dos pequeños locales para veterinarios y piensos.

Cocina, lavadero, etc.—En edificio de una planta, situando la cocina con sus anejos, hidroterapia, lavadero y un grupo de retretes de día.

La hidroterapia, con dos baños, 22 duchas y 22 baños de pies. La cocina, con local para la reglamentaria Mexía de 800 plazas, despensa, fregadero, carbonera, local para preparación de alimentos y cuarto del sargento encargado. Los retretes con cuatro urinarios y seis plazas.

Retretes generales.—Otro edificio de planta baja, con 20 plazas a la turca y 16 urinarios.

Cobertizos para carruajes.—Son seis. Entre las filas de carruajes hay aceras que protejen a los pies derechos, facilitando el paso para la limpieza y revista. Se construyen tabicones transversales para colocar las lanzas de los carros y juegos de limpieza. El muro de piñón de uno de los cobertizos se eleva a 10 metros para que sirva de frontón o juego de pelota.

Picadero.—De 60 × 20 metros, con accesos independientes a la tribuna, cuadra de espera, guadarnés y local para efectos.

Repuesto de municiones.—Dividido en tres locales y aislado por un muro de cerca.

Dependencias generales.—De tres plantas. En la baja, a la izquierda del vestíbulo, Oficial de guardia, biblioteca, estandartes, comedor retretes y baño y dormitorios de Jefe y Oficial de servicio. A la derecha del vestíbulo, cuerpo de guardia de tropa con su dormitorio, sargento de guardia, Suboficiales, imprenta, calabozos, general y de incomunicados, corrección de sargentos, lavabos y retretes. En planta principal, oficinas, juzgado, habitación para Jefes y el pabellón del Coronel. En la planta segunda, pabellones de Ayudante, Médico y Veterinario.

Este edificio, al igual de los de tropa, tiene galerías, en cuyos extremos se sitúan los retretes.

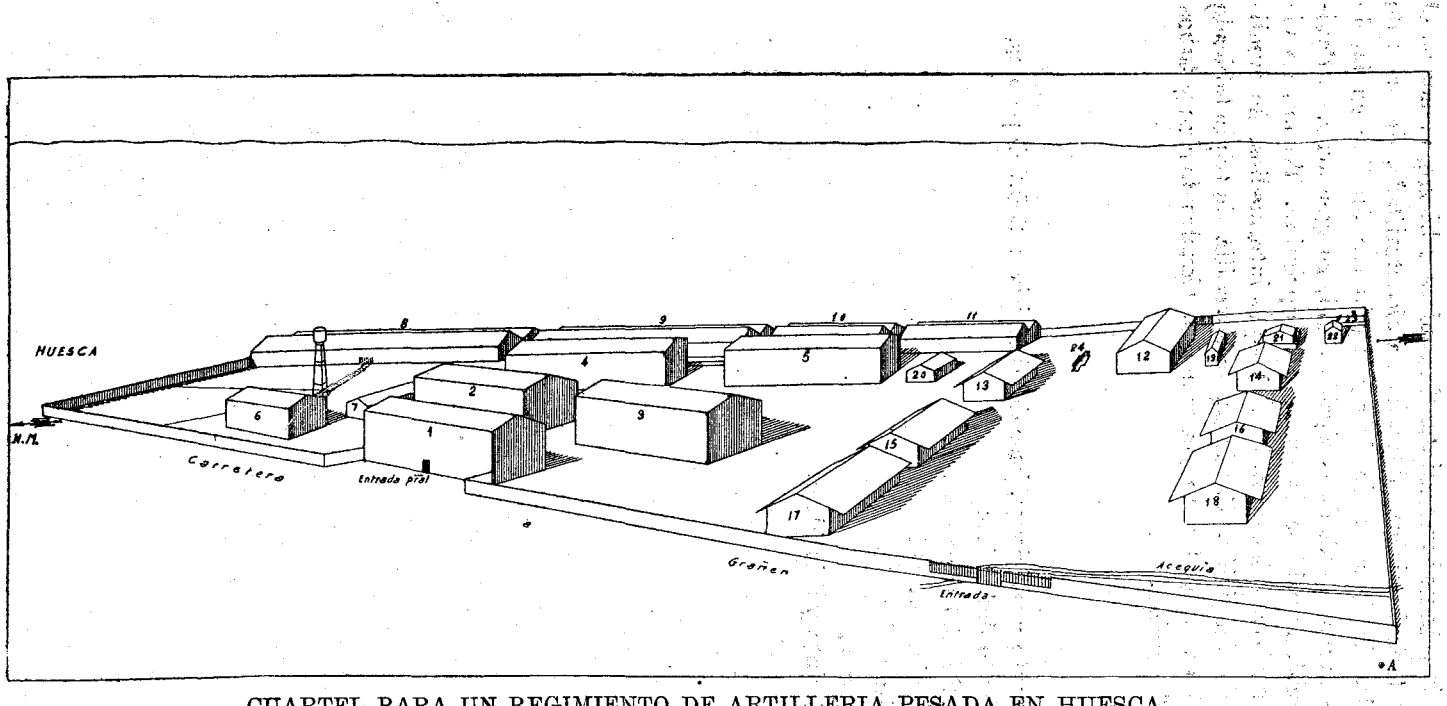
Construcción.

Cimientos de hormigón hidraúlico. Muros de ladrillo en dependencias generales, dormitorios de tropa, picadero y algunos accesorios; el resto de bloque de hormigón hueco o macizo. Cubiertas de teja árabe en los edificios altos y plana en los bajos, excepto en picadero y cobertizos

que será de uralita. Armaduras mixtas de madera y hierro, menos en el picadero que es toda de hierro. Tubería, de alcantarillado, de gres; de hierro forjado las de distribución de agua; y hierro fundido en las de conducción. Los muros de los fosos sépticos, de hormigón armado. Pavimentos, en general, de baldosa de cemento comprimido. Techos, de viguetas de hierro y bovedillas de rasilla. Apoyos intermedios, de fundición. Pesebres, de fundición. Escaleras, de bovedilla de triple tabicado de rasilla, una con yeso y el resto con cemento. Canales de cinc y tubos de bajantes de fundición.

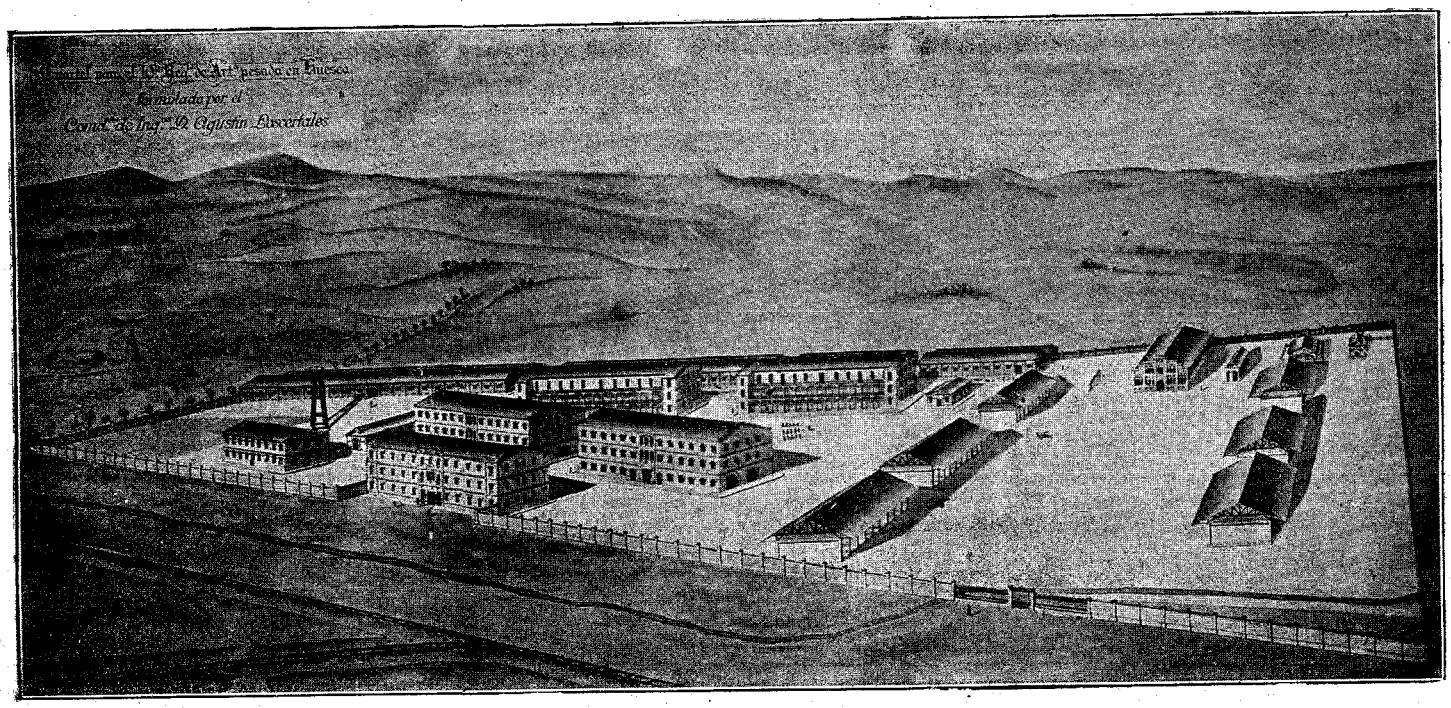
Presupuesto.

Acuartelamiento provisional, base del definitivo: 285.285 pesetas.
Acuartelamiento definitivo:
De contrata, 2.180.600 pesetas.
Complementario, 29.790 ídem.
Tiempo de duración:
Provisional, tres meses.
Definitivo, treinta y seis ídem.



CUARTEL PARA UN REGIMIENTO DE ARTILLERIA PESADA EN HUESCA

1. Dependencias generales.—**2, 3, 4** y **5.** Dependencias de personal.—**6.** Cantina y enfermería.—**7.** Cocina, lavadero e hidroterapia.—**8, 9, 10** y **11.** Cuadras.—**12.** Picadero.—**13, 14, 15, 16, 17** y **18.** Cobertizos para carros.—**19.** Talleres.—**20.** Letrinas generales.—**21.** Repuesto de municiones.—**22.** Cuadra de contagio.—**23.** Estercolero.—**24.** Baño de caballos.



CUARTEL DE ARTILLERIA, EN HUESCA

Proyecto de cuartel para un Regimiento de Caballería, en Sevilla, formulado por el Coronel de Ingenieros D. Eduardo Ramos.

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

De 46.800 metros cuadrados, propiedad de Guerra.

Distribución.

Tropa.—Dos pabellones iguales, de dos plantas, sirven de alojamiento a los cuatro escuadrones, estando las plantas bajas aisladas del terreno por una cámara abovedada. Otro pabellón análogo sirve, en planta alta, para alojar el escuadrón de ametralladoras y obreros y de depósito, y con completa independencia de estos alojamientos, las dependencias sanitarias y los locales para instrucción técnica; en planta baja, dos comedores, cada uno para medio Regimiento.

Ganado.—Está alojado el de los cuatro escuadrones en otras tantas cuadras de cuatro filas de pesebres, con sus accesorios, en cuatro edificios independientes. Un quinto edificio, de análoga disposición exterior, contiene la cuadra del escuadrón de ametralladoras, la enfermería, la de Plana Mayor y las dependencias sanitarias para el ganado. Separada de todas ellas hay una cuadra de contagio para 13 plazas.

Dependencias accesorias.—Están contenidas en cinco edificios. En dos de ellos, de dos crujías, completamente aisladas, van sendos grupos de hidroterapia, aseo y retretes diurnos, en una de las crujías, y, en las otras, el almacén de vestuarios y equipos, con sus accesorios, en uno, y la cocina de tropa, con sus accesorios, y el almacén de víveres, en el otro.

Otros dos edificios de una sola crujía se destinan, uno a cantina, herradero y talleres de herradores, forjadores, armeros y guarnicionero, y el otro a dependencias de sargentos y cobertizos de carros. Finalmente, otro edificio independiente se destina (con un área de 55 metros cuadrados) a repuesto de cartuchos y explosivos, con pasillo y cerca de aislamiento.

Estercolero.—Pequeño espacio cerrado, junto a la cerca, simétricamente colocado con relación al repuesto de municiones y explosivos.

Picaderos.—Uno, cubierto de 55 metros por 21, y otro, descubierto de análogas dimensiones. El primero tiene armaduras de hierro sin tirante y cubierta de teja plana.

Dependencias generales.—Edificio de tres plantas. En la baja, a la derecha, el cuerpo de guardia de Oficial, sala de estandartes, biblioteca y sala de Juntas, cuartos del Capitán de cuartel y Oficiales de semana, comedor, baño, lavabo y retretes; a la izquierda, cuerpo de guardia de tropa, cuartos de arresto, de aseo y retretes, imprenta, cartería y telégrafo. En la planta principal, las oficinas y el pabellón del Coronel. En la planta segunda, los pabellones del Capitán ayudante, Médico, Veterinario y Suboficial.

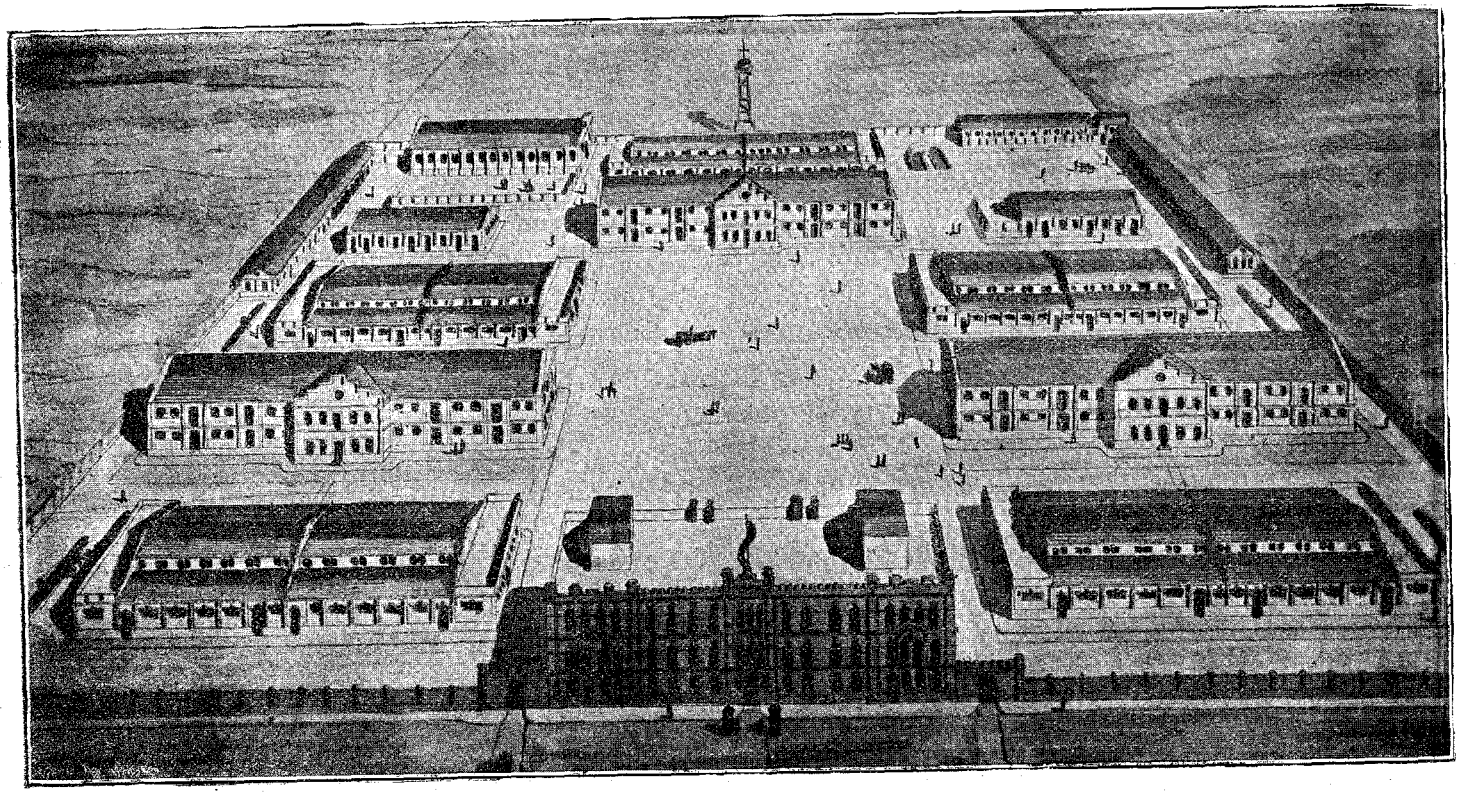
Construcción.

Cimientos: de losas de cemento armado, formando un sunchado general de cada edificio, sobre una capa de hormigón. Entramados de pisos y cubiertas: de cemento armado. Muros y tabiques: de fábrica de ladrillo, al descubierto en las fachadas.

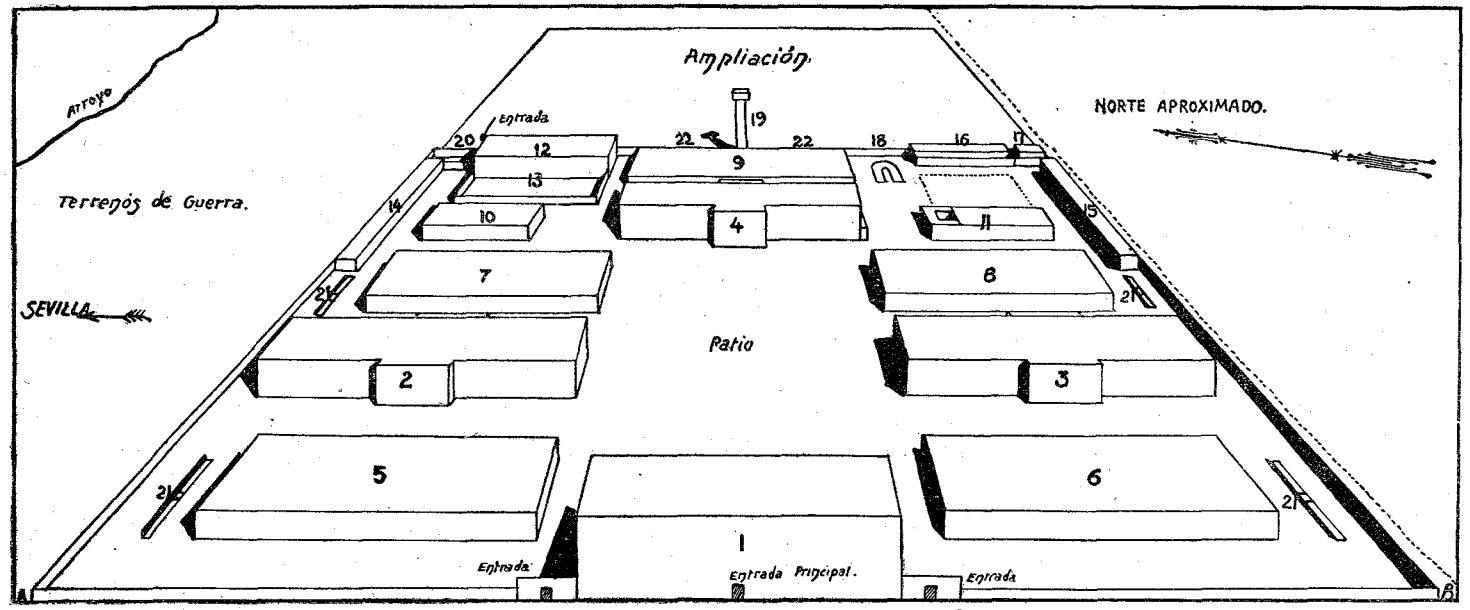
Solerías: de enlucido de cemento en los locales de tropa; de loseta de cemento comprimido, en los de Oficiales; de empedrado de cuña sobre hormigón hidráulico, encintado de adoquín en las cuadras y de afirmado en los patios. Cubiertas de azotea, en Dependencias generales y cuadras, y de teja plana sobre losa de cemento, en los pabellones de tropa. Cielos rasos: de yeso sobre alambrado. Aceras: de tendido de cemento sobre hormigón. Tablas mochileras: de cemento armado. Pesebres: de tabique, sobre armazón de hierro. Tuberías de grés para la evacuación de aguas sucias y de hierro para la distribución de las potables.

Presupuesto.

De contrata, 3.589,680 pesetas.
Complementario, 26.840 pesetas.
Tiempo de duración, veinticuatro meses.



CUARTEL DE CABALLERIA, EN SEVILLA



CUARTEL DE CABALLERIA, EN SEVILLA

1. Dependencias generales.—**2, 3** y **4.** Pabellones de tropa.—**5, 6, 7. 8** y **9.** Cuadras.—**11.** Almacenes, baños, retretes y servicios.—**12.** Picadero cubierto.—**13.** Picadero descubierto.—**14.** Cantina, herradero y servicios.—**15.** Sargentos y cobertizo de carros.—**16.** Enfermería de ganado.—**17.** Almacén de explosivos.—**18.** Baño de caballos.—**19.** Depósito de agua.—**20.** Estercolero. **21.** Abrevaderos.—**22.** Abrevaderos ocultos.

Proyecto de cuartel, de nueva planta, para un Regimiento de Infantería en Barcelona (cuartel del Bruch), formulado por el Comandante de Ingenieros D. Vicente Martorell.

Sistema.

Mixto de bloque, con ángulos abiertos y pabellones aislados.

Solar.

Propiedad de Guerra, ampliado con 6.200 metros cuadrados, expropiados.

Distribución.

El patio principal del cuartel, lo forman el edificio de dependencias generales y tres edificios de tropa, en cuyas plantas bajas se sitúan dependencias y en las 1.ª y 2.ª dos compañías de fusiles, por edificio y planta.

Casi paralelo a uno de estos edificios laterales, existe otro, en cuyas plantas 1.ª y 2.ª se alojan igualmente dos compañías de fusiles. Un quinto edificio en el lado opuesto, sirve de alojamiento a dos compañías de ametralladoras con los dormitorios en planta 1.ª y 2.ª, así como también el tren de cuerpo y sección de obreros y explosivos. La música se aloja en la planta principal de un edificio situado en el chaflán del solar.

En la planta baja del edificio de tropa núm. 1 están: el comedor para dos compañías, gimnasio cubierto y oficinas del tercer Batallón; en el número 2: comedor para dos compañías y escuelas; en el núm. 3: comedor para dos compañías y dependencias sanitarias; en el núm. 4: comedor para dos compañías y almacén regimental con sus dependencias, y en el número 5: comedor para las compañías de ametralladoras y parque de ametralladoras y carruajes.

Dependencias de Suboficiales, sargentos, cantina y barbería.—En el edificio del chaflán, ocupando la planta baja, la cantina, con vivienda para el cantinero y la barbería, y en la planta 2.ª, las dependencias de Suboficiales y sargentos.

Cuadras.—En edificio de una sola planta, situado entre el edificio de tropa núm. 3 y el de ametralladoras, con 56 plazas para caballos y mulos, con guadarnés, pajeras, etc. y el herradero. Una cuadra enfermería

de ganado con tres plazas, dos de ellas independientes, con botiquín y cobertizo para curas.

Hidroterapia.—Adosado al anterior edificio, por su lado mayor, está el destinado a este servicio, con seis baños, 32 duchas, con cuartos para vestirse y desnudarse, cuarto para lavapiés y caldera para el agua caliente.

Edificio de accesorios.—De una sola planta. Contiene: parque de herramientas, talleres de armería, tres plazas de retretes, local de enseres para la limpieza general, cocina de tropa, con local para la cocina «Mexía», otro para preparación de alimentos en crudo, despensa, dos carboneras y fregadero; los lavaderos (mecánicos y a mano), con cuartos para la ropa limpia y sucia y un local para el material de la columna de municiones.

Retretes generales.—En dos de los ángulos del patio principal, hay dos pequeños edificios de tres plantas en comunicación, cada una de ellas, con los edificios de tropa, por medio de galerías, destinados a retretes constituyendo los de las plantas bajas, los generales del cuartel, y los de las plantas altas, los nocturnos de los dormitorios adyacentes.

Repuesto de municiones.—En el ángulo que forman los accesorios, un edificio de una sola planta, aislado en un patio.

Estercolero.—En el ángulo Oeste del muro de cerca, de 14 metros cuadrados.

Dependencias generales.—Edificio de tres plantas. En la baja, a la derecha, sala de recibo y biblioteca para Oficiales, sargento de guardia, corrección de sargentos, locutorio de tropa, calabozos, sala de consejos de guerra y juzgado de instrucción; a la izquierda, Oficial de guardia, sala de banderas, comedor de Oficiales, cuerpo de guardia de tropa y cuarto de prevención. En la planta principal, las oficinas del Coronel y Mayoría, despachos de los Jefes, capilla, con su sacristía, dormitorios de Jefes, Capitán de cuartel y Oficiales de semana. En la planta segunda, los dormitorios del Comandante Mayor y los demás Oficiales del Regimiento.

Pabellones.—Edificio de tres plantas: en la baja y segunda, cuatro Oficiales en cada una, y en la principal, dos Jefes.

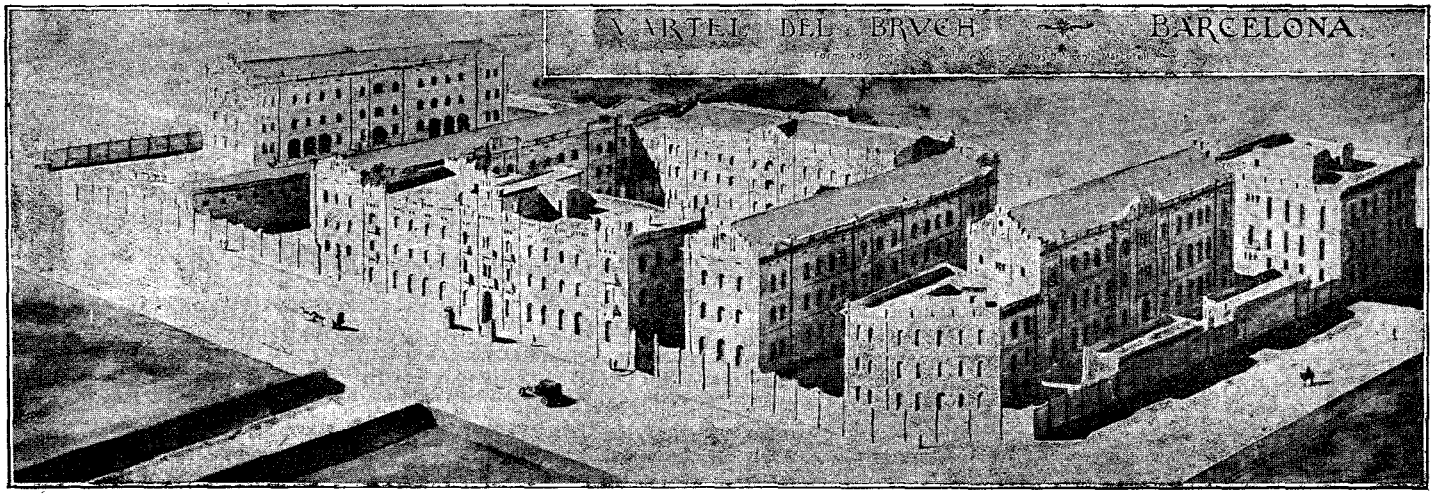
Construcción.

Cimientos: se aprovechan los existentes, de mampostería hidráulica en su mayor parte; los refuerzos se hacen con fábrica de ladrillo, siendo algunos de los nuevos sobre pilares aislados; en el edificio núm. 3, se apoya la fachada del patio sobre un arco estribado en dos antiguos muretes. Las fábricas son de sillería en los zócalos, mampostería ordinaria

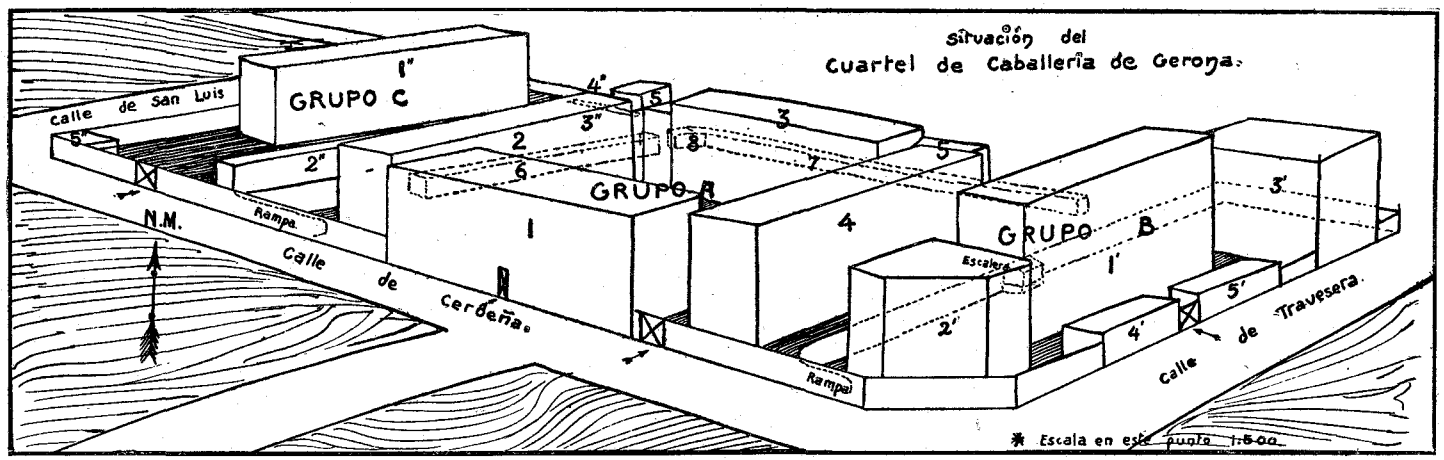
en muros de más de 45 centímetros de espesor y de ladrillo para espesores menores; piedra artificial para encuadrar los vanos; cubierta de azotea, menos en los edificios de tropa, que es de teja plana; entramados de suelos y cubiertas y pies derechos, de hierro laminado. El abastecimiento de aguas se hace tomándola de la distribución general de la población, llevándola a depósitos de cemento armado. La ventilación es la natural, por puertas y ventanas. Tiene alumbrado eléctrico. Evacuación de excretas a la alcantarilla general, por el intermedio de pozos Mouras. Pavimentos de tendido de cemento sobre hormigón o de loseta de cemento comprimido. Cielos rasos enlucidos de los intradoses de las bovedillas. Patios afirmados y aceras de cemento, con bordillo de adoquín. Escaleras de bovedilla de triple tabicado.

Presupuesto.

De contrata, 3.926.320 pesetas.
Complementario, 21.300 ídem.
Tiempo de duración, treinta y seis meses.



CUARTEL DE INFANTERIA DEL BRUCH, EN BARCELONA



CUARTEL DE INFANTERIA DEL BRUCH, EN BARCELONA

Grupo A.

1. Dependencias generales.
2. Edificio de tropa núm. 1.
3. Idem de íd. núm. 2.
4. Idem de íd. núm. 3.
5. Retretes generales y nocturnos.
6. Pabellón de hidroterapia (oculto).
7. Accesorios (oculto).
8. Municiones (oculto).

Grupo B.

1'. Edificio de tropa núm. 1.
2'. Servicios.
3'. Pabellón de Jefes y Oficiales.
4' y 5'. Almacenes.

Grupo C.

1''. Edificio de tropa núm. 5.
2''. Cuadras y sus dependencias.
3''. Enfermería de ganado (oculto).
4''. Abrevadero y fuente.—5''. Estercolero.

Proyectos de cuarteles, de nueva planta, para una Compañía mixta de Sanidad Militar y otra, montada, de Intendencia, en Pamplona, formulados por el Capitán de Ingenieros D. Manuel Miguélez.

COMPAÑÍA DE SANIDAD

Sistema.

Pabellones aislados.

Solar.

Propiedad de Guerra, de 8.500 metros cuadrados.

Distribución.

En seis edificios que son: dependencias generales y dormitorios, cantina y cocina, baños y retretes, cuadra, garage y cobertizo para herrar, colandería y almacenes de material.

Dependencias generales y dormitorios.—Situado en el frente principal del cuartel, con acceso por la calle del Padre Moret, es análogo al del proyecto para una compañía de Intendencia, del mismo autor. Es de dos plantas: en la baja, elevada 0,50 metros sobre la rasante, está situado en el centro de la línea de fachada el vestíbulo de 12,60 × 5,80. A la derecha del anterior, la sala de Oficiales, comedor, despacho y dormitorio del Capitán, ídem del Teniente, cuarto de baño, lavabo y w. c., sala de visitas de tropa, oficinas con despacho del Suboficial y archivo, depósito de víveres y escalera de acceso a la planta principal. A la izquierda del vestíbulo, cuerpo de guardia de tropa, sargento de guardia, almacenes de efectos y equipos, taller de sastrería y zapatería, sala de reconocimiento y botiquín, sala de espera, corrección de sargentos y tropa, calabozo y comedor de tropa. En la planta principal, ocupando los extremos, dos dormitorios de tropa para 32 y 30 hombres, dormitorio de sargentos y Suboficial, enfermería, escuela y sala de conferencias, cuartos de aseo y retretes de tropa y sargentos y locales para almacenes de efectos de ausentes, enseres de limpieza y para la limpieza de vestuario y armamento.

Cantina y cocina.—De una sola planta. La cantina con cocina, despacho, almacén y sala de reunión. La cocina con sus anejos de fregadero,

despensa y carbonera. Dependencias de sargentos, compuestas de comedor, cocina, despensa y carbonera.

Baños y retretes.—De una sola planta. La hidroterapia la constituyen: dos baños, tres duchas y nueve lavapiés. Retretes diurnos de cuatro plazas y cuatro urinarios. Baño, urinario y retrete de sargentos.

Los tres edificios anteriores unidos por galería.

Garage y cobertizo para herrar.—Aloja dos camiones, carro estufa de desinfección y motocicleta con sidecard, teniendo contiguos un taller de reparaciones y otros de carpintería y guarnicionería. Además, el cobertizo para herrar, con fragua.

Colandería y almacenes para el material.—Edificio de una planta formando martillo y divido en varios locales que son: colandería, almacén para nueve carros, otro para artolas, bastes, etc., y, por último, cuatro locales para seis carros cada uno y otro para tres.

Cuadras.—Ocupan un edificio que separa el patio principal de el del material. La parte central está destinada a la cuadra general con 39 plazas. El ganado, en cuatro filas con pesebres centrales. En una de las partes laterales del edificio y con accesos por la cuadra, están los anejos de pajera, semillas y guadarnés, así como abrevadero. En la otra parte lateral del edificio, con separación absoluta de la cuadra general, está la enfermería de ganado de cuatro plazas con su pajera y botiquín. Independientemente de esta última cuadra y contigua a ella, existe un local para dos plazas de ganado en observación.

Construcción.

Cimientos de mampostería hidráulica. En edificio principal eleva su planta 0,50 metros con cámara de aire, formando el piso con bovedillas. Muros de mampostería, a excepción de los del vestíbulo, caja de escalera y longitudinales del edificio principal, que son de ladrillo. Tabiques de distribución y tabiquillos de duchas, de ladrillo. Tabiques divisorios de los dormitorios y vallas de cuadras, de hormigón armado. Ornamentación de fachada, de piedra artificial. Escaleras con bóvedas tabicadas. Piso, jácenas y apoyo del edificio principal, de cemento armado. Pavimentos de madera, a excepción de cocina, retretes, cuartos de aseo e hidroterapia, que son de cemento o loseta de cemento. En cobertizos, almacenes de material y colandería, tortada de cemento sobre hormigón. Muro de cerramiento de mampostería sobre zócalo de sillarejo de Ezcaba, albardilla, de hormigón de cemento. En frente principal y parte de los laterales, verja de hierro forjado, sobre zócalo de sillería. Aceras de cemento con encintado de piedra. Patio principal, empedrado de morrillo con encintado de adoquín; los demás, de Mac-Adam.

Presupuesto.

De contrata, 834.628 pesetas.
Complementario, 6.416 ídem.
Tiempo de duración, veintiocho meses.

COMPAÑÍA DE INTENDENCIA

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

Propiedad de Guerra, de 6.358 metros cuadrados.

Distribución.

En seis edificios, que son: dependencias generales y dormitorios, cantina y cocinas, baños y retretes, cobertizo para cuatro carros y colandería, cobertizo para cuatro carros y herradero y cuadra.

Dependencias generales y dormitorios.—Situado en el frente principal del cuartel con acceso por la calle del Padre Moret. Es de dos plantas; en la baja, elevada 0,50 metros sobre la rasante, está situado en el centro de la línea de fachada del vestíbulo de 12,50 por 6,00 metros. A la derecha del anterior, la sala de Oficiales, comedor, dormitorio del Capitán, dormitorio de los Oficiales, cuarto de baño, lavabo y w. c. sala de visita de tropa, depósito de víveres, comedor de tropa, reconocimiento y botiquín. A la izquierda del vestíbulo, cuerpo de guardia de tropa, sargento de guardia, oficinas, calabozos, corrección de sargentos, almacén de vestuario, con cuarto para taller de zapatería y sastrería, almacén de efectos y escalera de acceso a la planta principal. En ésta, ocupando los extremos, dos dormitorios para 28 hombres cada uno, dormitorio de sargentos, enfermería, escuela y sala de conferencias, cuartos de aseo de tropa y sargentos, retretes, dormitorios del Oficial de semana y Suboficial y local para la limpieza de vestuario y armamento.

Cantina y cocinas.—De una sola planta. La cantina, con cocina, despacho, almacén y sala de reunión. La cocina, con sus anejos de fregadero, despensa y carbonera. Dependencias de sargentos compuestas de comedor, cocina, despensa y carbonera.

Baños y retretes.—De una sola planta. La hidroterapia la constitu-

yen dos baños, tres duchas y nueve lavapies. Retretes diurnos de cuatro plazas y cuatro urinarios. Baño, urinario y retrete de sargentos.

Los tres edificios anteriores se unen por una galería.

Cobertizos, colandería y herradero.—Dos edificios de una planta simétricos. En uno de ellos, alojamientos para cuatro carros, lavadero y secadero. En el otro también se alojan cuatro carros y existe un local para herradero con fragua.

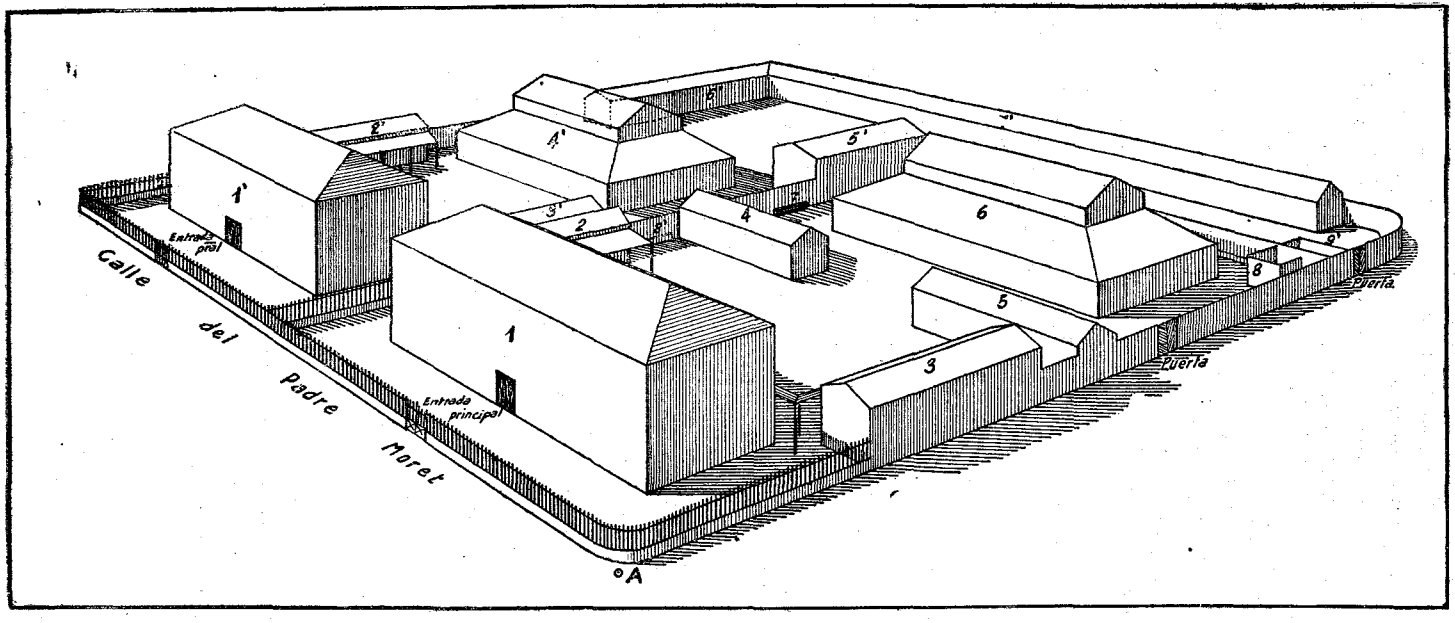
Cuadras.—Ocupan un edificio situado detrás del patio que forman los anteriores y aislado por todos sus frentes. La parte central está destinada a la cuadra general, con ocho plazas de caballos y 39 mulos. El ganado en cuatro filas, con pesebres centrales, siendo la anchura de la cuadra de 21,20 metros. En una de las partes laterales del edificio y con accesos por la cuadra, están los anejos de pajera, semillas y guadarnés, así como abrevadero. En la otra parte lateral del edificio, con separación absoluta de la cuadra anterior, está la enfermería de ganado, de cuatro plazas, con su pajera y botiquín. Con independencia de esta última existe un local para dos plazas en observación.

Construcción.

Cimientos de mampostería hidráulica. En edificio principal eleva su planta baja 0,50 metros con cámara de aire, formando el piso con bovedillas. Muros de mampostería, a excepción de los de vestíbulo y caja de escalera, que son de ladrillo. Los de separación de dormitorios, de cemento armado. Ornamentación de fachada, con piedra artificial. Escaleras, de bóvedas de tres alfas, de ladrillo. Piso del edificio principal, de cemento armado, con jácena y apoyos. Pavimentos, de madera, a excepción de cocina, retretes, hidroterapia y cobertizos, que son de cemento o loseta de cemento. Muro de cerramiento, de mampostería sobre zócalo de sillerejo de Ezcaba, albardilla de hormigón de cemento. En todo el frente principal, verja de hierro forjado sobre zócalo de sillería. Aceras, de cemento con encintado de piedra. Patios, empedrados de morrillo con encintado de adoquín.

Presupuesto.

Importe total del de contrata, 675.759,17 pesetas.
Idem complementario, 4.780 ídem.
Tiempo de duración, veinte meses.

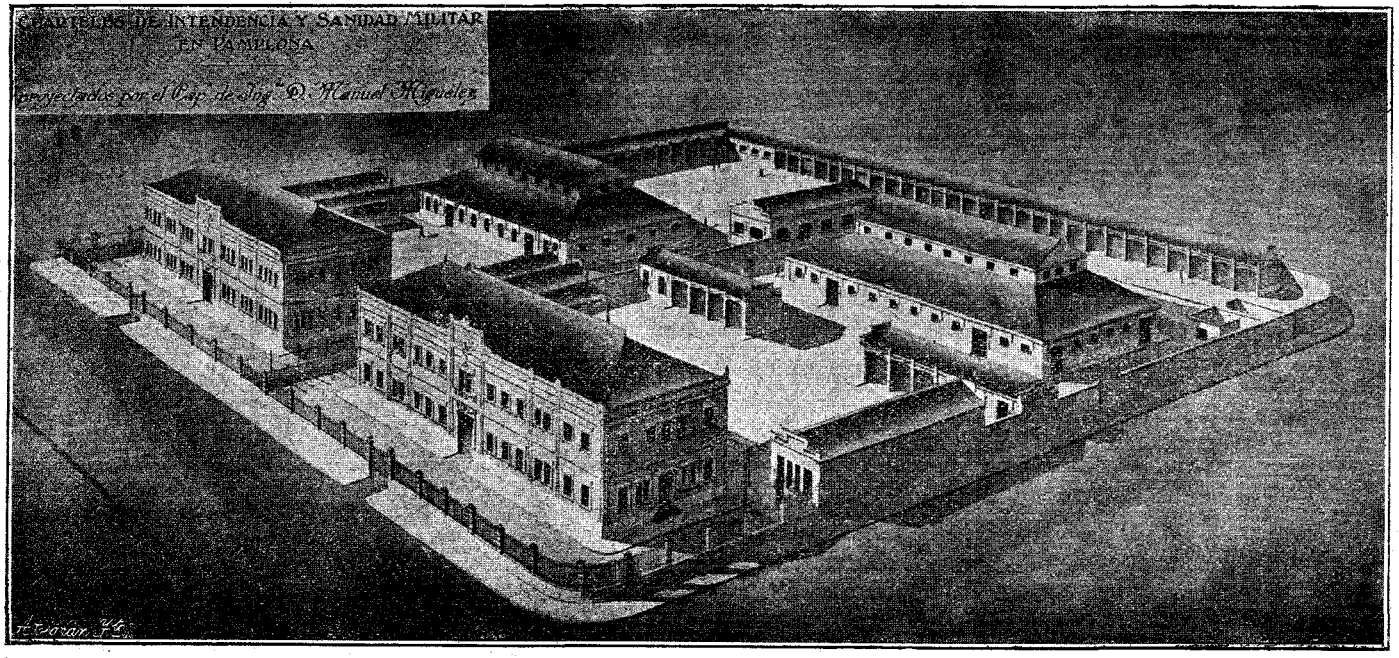


CUARTEL PARA SANIDAD, EN PAMPLONA

1'. Dependencias generales.—**2'.** Cantina y cocinas.—**3'.** Retretes y duchas.—**4'.** Cuadra.—**5'.** Garaje y cobertizo para herrar.—**6'.** Colandería y almacén para el material.—**7'.** Almacenes para el material.—**8'.** Abrevadero (oculto).—**9'.** Estercolero.

CUARTEL PARA INTENDENCIA, EN PAMPLONA

1. Dependencias generales.—**2.** Baños y retretes.—**3.** Cantina y cocinas.—**4.** Cobertizo para carros y para herrar.—**5.** Cobertizo para carros y colandería.—**6.** Cuadra.—**7.** Abrevadero. **8.** Estercolero.



CUARTELES DE INTENDENCIA Y SANIDAD MILITAR, EN PAMPLONA

Proyecto de cuartel, de nueva planta, para un Regimiento de Artillería ligera, en Albacete, formulado por los Capitanes de Ingenieros D. Julio García Rodríguez y D. Antonio Rodríguez.

Sistema.

Pabellones aislados.

Solar.

Cedido por el Ayuntamiento, de 100.000 metros cuadrados.

Distribucion.

La tropa está alojada en cuatro edificios de tres plantas, pues el número 6 que figura en la perspectiva no se construye, y en su día servirá para dos baterías del actual grupo en cuadro, cuando cuente con plantilla similar a la de los de activo.

Las plantas bajas de los edificios de tropa, se destinan a dependencias y las otras dos plantas, en los 2, 3 y 4, alojan una batería con locales para dormitorio de sargentos, oficina y almacén de batería, furriel, cuartos de aseo y retretes nocturnos. En el núm. 5, planta baja, va una amplia sala de reunión para la tropa, local para el material de acuartelamiento y comedor para el grupo en cuadro. En la planta principal, los almacenes de vestuario y equipos, monturas y atalajes y en la planta segunda, dormitorio para el grupo en cuadro.

Biblioteca y comedor de sargentos.—Edificio de una sola planta, con sala de reunión y biblioteca, comedor, cocina, despensa y w. c.

Cantina.—Como el anterior, con sala de reunión, despacho, cocina y pabellón del cantinero.

Enfermería.—De una planta, elevada 1 metro del suelo y con cámara de aire aisladora, con sala para 20 enfermos, dos cuartos para enfermos aislados, depósito de camillas y material sanitario, almacén de drogas y efectos, despacho del Médico, farmacia y botiquín, enfermero, cuarto de baño, fregadero, dos retretes y un pequeño cuarto con cocina.

Hidroterapia.—En edificio de una planta, con un adosado de dos, cuyo objeto es situar elevados los depósitos de agua templada y fría y las cal-

deras para calentar el agua. Cuenta con 12 baños, 80 duchas y 80 lavapiés. Además, tiene piscina.

Comedores generales.—Ocupan toda la planta baja del edificio núm. 3 y la mitad de la del núm. 5, con cuarto para la distribución y otros para fregaderos y vajilla.

Almacenes generales.—En la planta principal del edificio núm. 5, distribuída en cuarto para probar la ropa, oficinas del Capitán y escribientes, almacenes de vestuario y equipo, de monturas y atalajes, talleres de sastrería y zapatería, almacén para 1.000 vestuarios y equipos y otro también para monturas y atalajes.

Cocina.—En edificio de planta baja, con locales para la cocina reglamentaria, preparación de alimentos en crudo, dormitorio de rancheros, enseres de menaje, fregadero, carbonera, despensa, oficina y repeso.

Escuelas, barbería, almacén de víveres y gimnasio.—En la planta baja del pabellón núm. 2. En las primeras, cuarto de profesores, academia de sargentos, escuelas de soldados y cabos, gabinete para útiles y modelos de enseñanza y cuarto de enseres de limpieza. La barbería con completa independencia de lo anterior y entrada por el vestíbulo. Almacén de víveres compuesto de dos locales, con acceso directo, y, por último, un amplio gimnasio.

Lavadero.—En edificio de una planta con azotea para tender la ropa y con cuartos para ropa sucia y limpia, costurero y planchado, local de pilas y lejiadora.

Cuadras.—En los edificios 11, 12 y 13. Están constituídas por locales de 20 metros de ancho, con cuatro filas de pesebres, dos centrales y otras dos en los muros, siendo la longitud de cada edificio la correspondiente al ganado de tres baterías en los edificios 11 y 12, y en el 13 sólo se incluye en el presupuesto la parte correspondiente al ganado del grupo en cuadro y de Plana Mayor, quedando el resto sin construir. Están divididas en locales de media batería, con pajera, semillas, guadarnés y cuarto para el personal de servicio.

Enfermería de ganado.—Comprende dos edificios independientes, uno de éstos para no contagiosos con 20 plazas, pajera y cebada, cuarto de veterinarios, botiquín y laboratorio. El otro para contagiosos, con ocho locales independientes para otros tantos enfermos, pajera, semillas, cobertizo para reconocimientos y curas, botiquín y laboratorio.

Talleres.—De una sola planta, comprende talleres para seis ajustadores, para dos forjadores, para maestro armero y para carretería con almacén de herramienta.

Alojamiento del material rodado.—El material de piezas y carros correspondientes, se aparca en los cobertizos 19 y 22, que tienen 15 metros

de anchura. Los 19 son para las cuatro piezas y cuatro carros de una batería y carro de grupo y un carro cocina. En uno de los 22 van dos baterías del 2.° grupo y en el otro una batería de dicho grupo con carro de grupo y carro cocina y una batería del grupo en cuadro, también con su carro de grupo y el de cocina. El resto del material del grupo en cuadro se almacena en la planta baja del edificio núm. 4.

Picadero.—De 24 por 70 metros. En uno de los testeros lleva dos galerías, una alta y otra baja, estando esta última a 1,50 metros del piso del picadero y teniendo dos escalerillas de acceso desde el pasillo de entrada.

Herradero.—De una planta con cobertizo para herrar y almacén de herramienta y material.

Repuesto de municiones.—Edificio 26, de un solo local con estanterías.

Retretes generales.—Situados en el patio principal, comprenden 16 plazas para tropa y cuatro para sargentos.

Dependencias generales.—Edificio de tres plantas. En la planta baja el vestíbulo de 10,50 metros de ancho dividido en tres partes, cada una con puertas de acceso desde el exterior y pasos al patio; a la derecha, dependencias de Oficiales, formadas por Oficial de guardia, cuarto de estandartes, sala de reunión, sala de conferencias y consejos de guerra, comedor de Oficiales, biblioteca, sala de esgrima, dormitorios de Jefe, Capitán de cuartel y Oficiales de semana, lavabos, w. c. y locutorio de tropas A la izquierda, cuarto de vigilantes, cuerpo de guardia de tropa, sargento, Suboficiales, ídem de servicio administrativo, cartero, telégrafo, imprenta, calabozos, general y de incomunicados y corrección de sargentos. En planta principal, oficinas, juzgado y pabellón del Coronel. En la planta segunda, dormitorios de Jefes y Oficiales y pabellones de Ayudante, Médico y Veterinario.

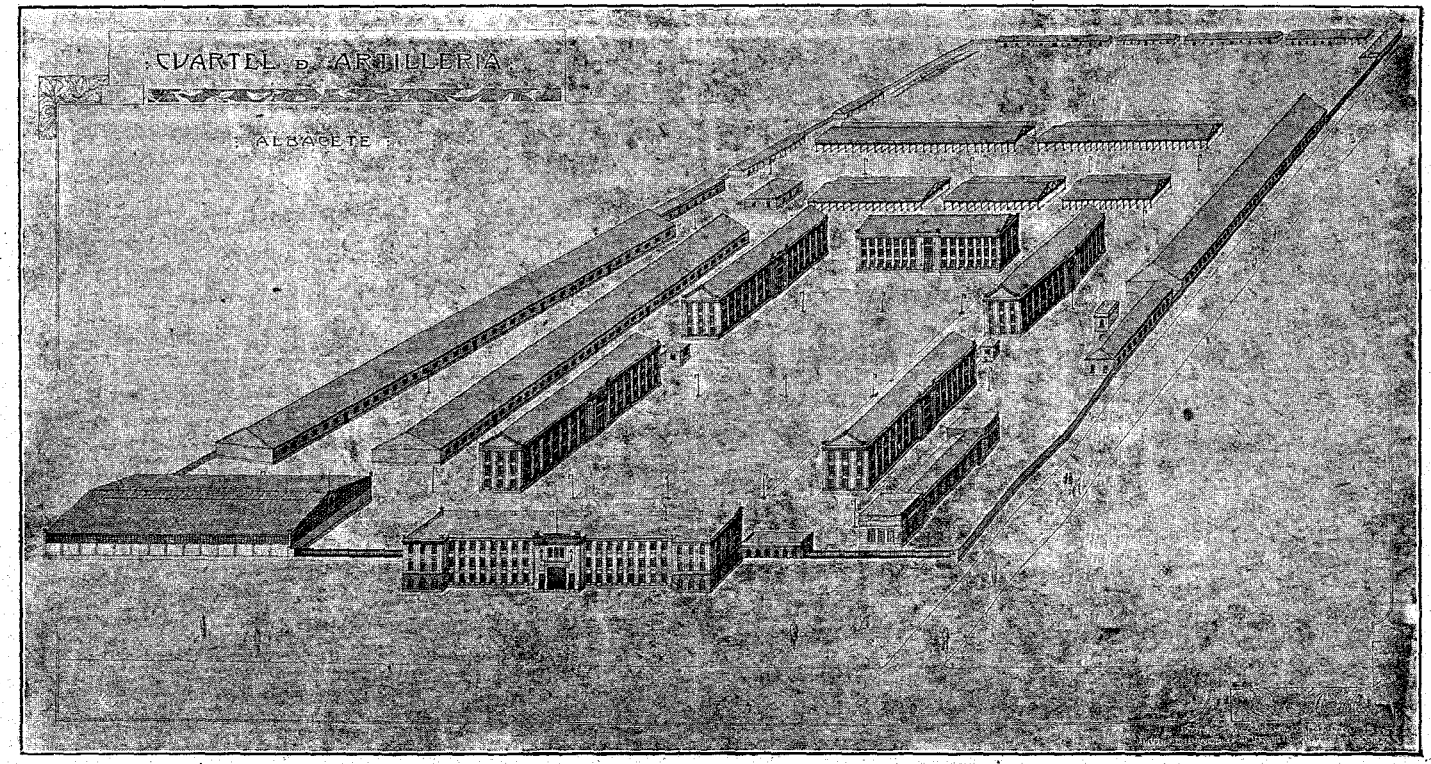
Construcción.

Cimientos de hormigón. Muros de mampostería ordinaria, con mortero ordinario. Fábrica de ladrillo en tabiques y forjados. Armaduras metálicas. Cubiertas de azotea a la catalana teja plana y palastro ondulado. Los pisos, de bovedillas sobre viguetas I. Entramado del vestíbulo y depósito de aguas, de cemento armado. Escaleras, zancas palastro y peldaños de mármol natural o artificial, según los casos; en hidroterapia y picadero tabicadas a la catalana. Pavimentos de baldosín de cemento comprimido, excepto en la sala de esgrima que es entarimado, el gimnasio que es de arena sobre una pequeña capa de hormigón y en el picade-

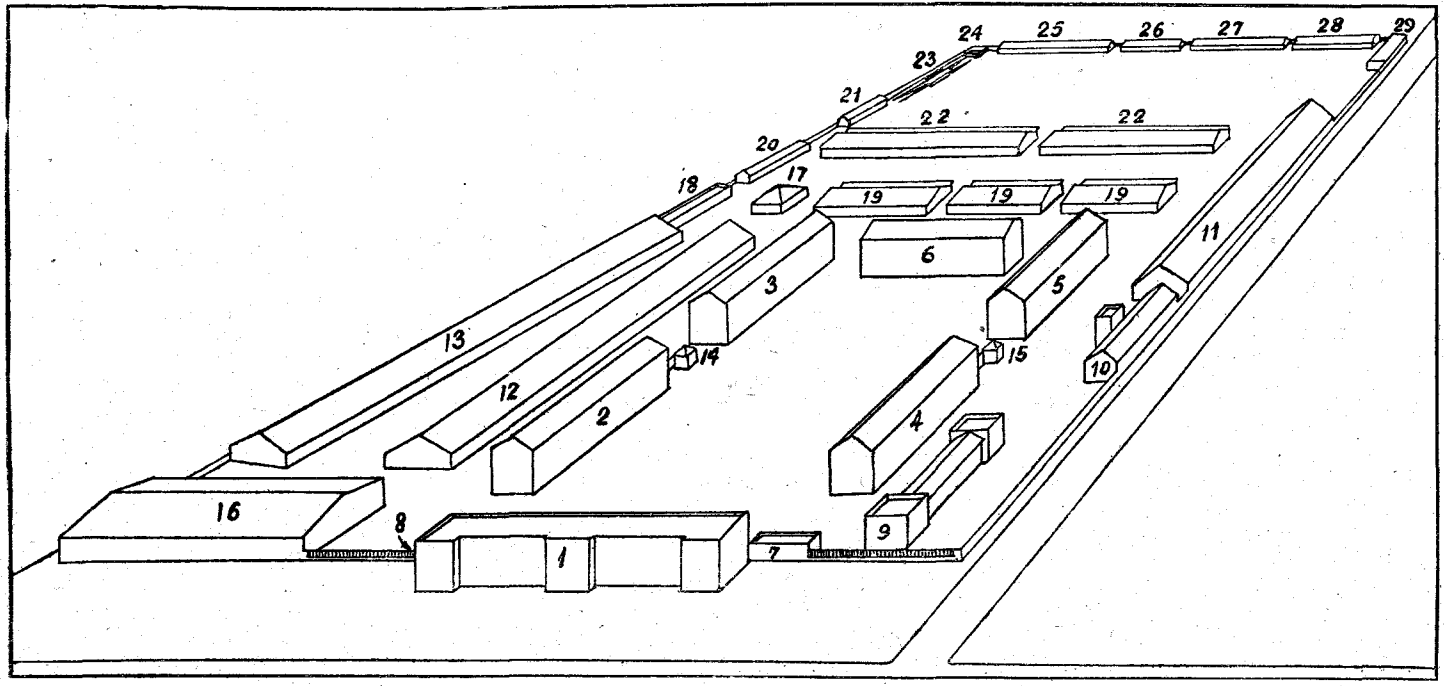
ro que es de corcho sobre capa de hormigón árido; en las cuadras, de morrillo, sentado sobre mortero de cemento. Tuberías de evacuación, de grés, para aguas sucias, y de cemento, para las de lluvia.

Presupuesto.

De contrata, 3.498.320 pesetas.
Complementario, 37.259,67 pesetas.
Tiempo de duración, cuarenta y dos meses.



CUARTEL DE ARTILLERIA, EN ALBACETE



CUARTEL DE ARTILLERIA, EN ALBACETE

1. Dependencias generales.—**2, 3, 4, y 5.** Pabellones de tropa.—**6.** Pabellón para dos baterías del grupo en cuadro, que no se construye.—**7.** Comedor de sargentos.—**8.** Cantina (oculto).—**9.** Enfermería.—**10.** Baño, duchas y lavapiés.—**11 y 12.** Cuadras para tres baterías.—**13.** Cuadra para baterías del grupo en cuadro y Plana Mayor.—**14 y 15.** Retretes diurnos.—**16.** Picadero.—**17.** Cocina de tropa.—**18.** Lavadero.—**19.** Cobertizos para piezas y carros de una batería.—**20.** Carrocera.—**21.** Herrradero.—**22.** Cobertizos para dos baterías.—**23.** Baño de caballos.—**24.** Estercolero.—**25.** Cuadra de caballos enfermos no contagiosos.—**26.** Repuesto.—**27.** Cuadra de caballos enfermos contagiosos.—**82.** Talleres.—**29.** Tiro de pistola.

Proyecto de cuartel para un Regimiento de Infantería en Astorga, formulado por el teniente coronel de Ingenieros D. Ricardo Echevarría y Ochoa.

Sistema.

Mixto, de bloque y pabellones.

Solar.

Cedido por el Ayuntamiento, de 60.000 metros cuadrados de extensión.

Distribución.

El conjunto de edificios afectan la forma de un gran rectángulo, adosando a los lados laterales Q y C en sentido perpendicular y formando cremallera, cinco edificios en cada uno, de 24 metros de saliente, dejando en el interior de aquel rectángulo dos patios: uno, central, para las formaciones del Regimiento, y otro, accesorio, estando estos patios circundados por una galería general de 4 metros de anchura.

La tropa de los dos Batallones está alojada en las plantas 1.ª y 2.ª de los edificios D, E, F, G, H, P, O, M, N, L, C y Q.

En la planta baja de los edificios C, D, E, F, G y H, se instalan la barbería, tercer Batallón en cuadro, despacho de Jefes, escuelas y sala de conferencias, gimnasio, sala de esgrima, hidroterapia, dependencias de sargentos y parque de una compañía de ametralladoras.

En la planta baja de los edificios Q, L, M, N, O y P, se sitúan los almacenes del Regimiento, dormitorio de tropa para las secciones afectas a la Plana Mayor, talleres de sastrería, zapatería, depósito de víveres, armería, parque para una compañía de ametralladoras y dependencias para Suboficiales.

Cantina, cocina, comedores y lavadero.—En la planta baja del edificio A se instalan la cantina, el lavadero mecánico, filtros y cocina de tropa. En las plantas 1.ª y 2.ª del mismo edificio A, se disponen los comedores

de tropa con sus locales anejos para fregadero de platos, etc., comunicándose aquéllos con la cocina, por medio de monta-platos.

Cuadras.—El ganado se instala en los edificios de una sola planta K, J e I, con la debida separación e independencia entre los de las diferentes unidades, con todos los locales anexos, como herraderos, almacenes de paja y semillas, guadarnés, botiquín y enfermería de ganado.

Dependencias generales.—Consta de tres plantas: el cuerpo central y de dos las laterales. En la baja, a la izquierda del vestíbulo: guardia de tropa, calabozos, locutorio, imprenta, telégrafo, correo, lavabos y retrete; a la derecha: oficial de guardia, cuarto de banderas, fiscalía, jueces instructores, comedor de oficiales, sala de justicia y conferencias, biblioteca de Oficiales y cuarto de aseo. En planta principal y en el centro, pabellón del Coronel; en la lateral izquierda, oficinas y archivo, y en la lateral derecha, dormitorios y anexos de oficiales.

En la planta segunda del cuerpo central, los pabellones para el Médico y Ayudante.

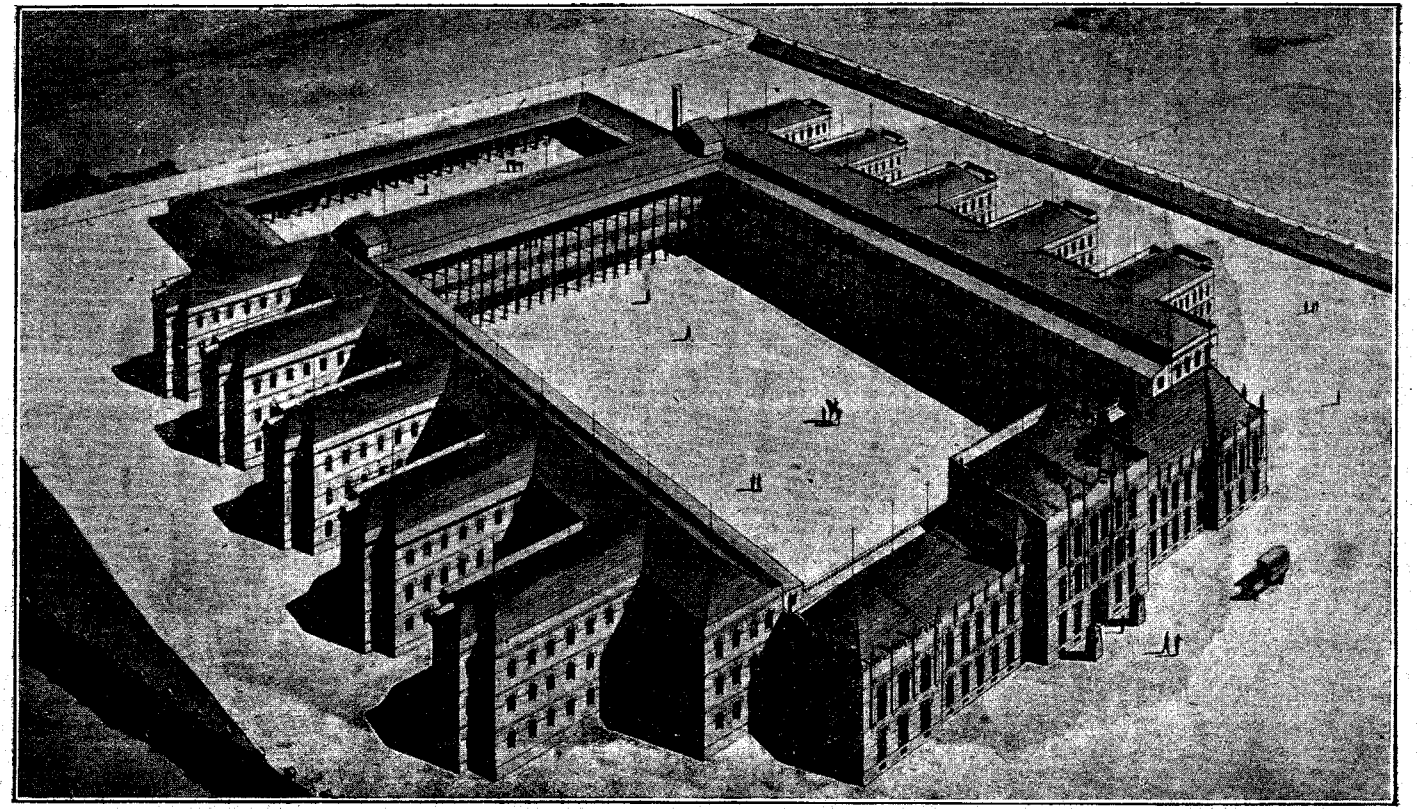
Pabellones para Jefes y Oficiales.—En la zona de aislamiento del frente principal se proyectan tres grupos de pabellones para toda la oficialidad del Regimiento; el central, para 22 oficiales, de cuatro plantas; el de la derecha, de tres plantas, para 6 Jefes, y el de la izquierda, de otras tres para 9 Capitanes.

Construcción.

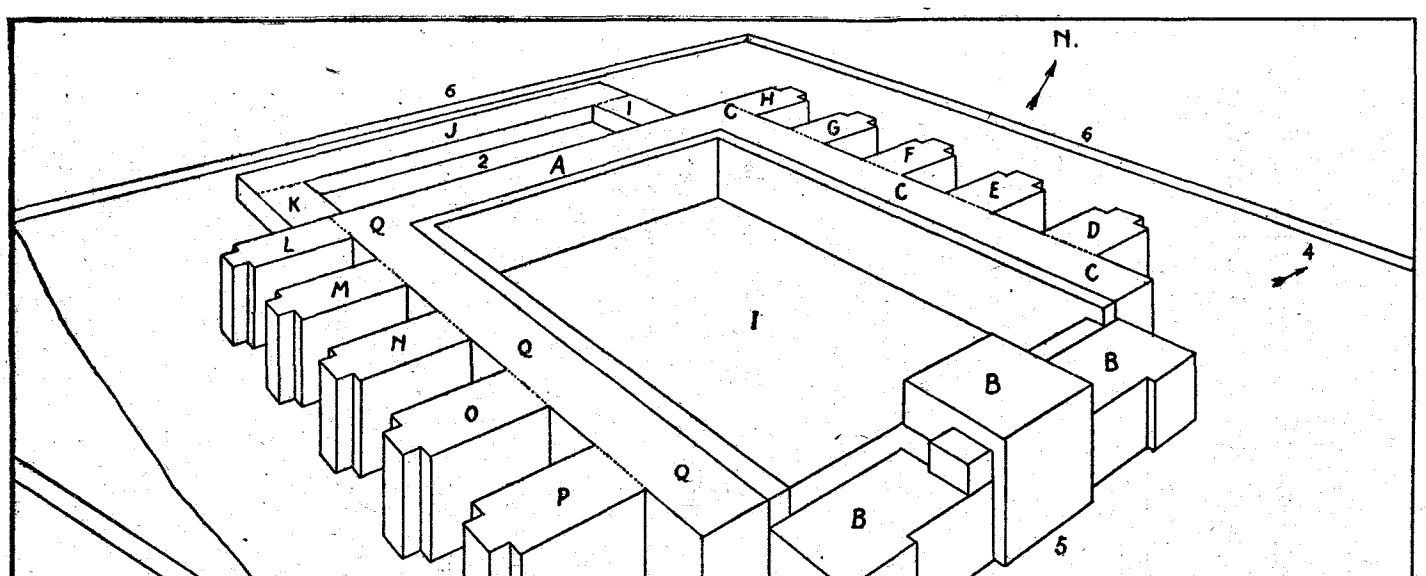
Mampostería ordinaria para los cimientos de muros y tabicones. Mampostería ordinaria con cercados de ladrillo en los huecos para todos los muros de fachadas exteriores e interiores; cantería de piedra granítica con labra lisa para los zócalos exteriores de fachadas. Hormigón armado para los apoyos aislados, vigas y losas de pisos, incluso los depósitos acumuladores de agua y escaleras. Armaduras de hierro con enlatado de madera y teja plana para las cubiertas. Tabicones y tabiques divisorios de ladrillo. Pavimentos continuos de portland ranurado para las plantas bajas, galerías de todos los pisos, aceras exteriores y dependencia de tropa; losetas de cemento comprimido para todos los locales de Jefes y Oficiales; de baldosín de arcilla cocida para dormitorios y comedores de tropa; de piedra caliza para cuadras; pesebres de hormigón armado; tubos bajantes de zinc, para la distribución de agua, de hierro galvanizado; alcantarillado de fábrica hidráulica de ladrillo y tapas sueltas de hormigón armado.

Presupuestos.

Cuartel:
De contrata, 3.007,310 pesetas.
Complementario, 12.830 idem.
Tiempo de duración, veintisiete meses.
Pabellones de Jefes y Oficiales:
De contrata, 660.000 pesetas.
Complementario, 8.810 idem.
Tiempo de duración, nueve meses.



CUARTEL DE INFANTERIA, EN ASTORGA



CUARTEL DE INFANTERIA, EN ASTORGA

A. Planta baja: cantina, lavadero, parques de carruajes y herramientas y cocinas. Principal y segunda: comedores.—**B.** Planta baja: cuerpo de guardia, calabozos, correcciones y dependencias anejas, cuarto de banderas, oficiales de semana, sala de juntas y dependencias anejas. Planta principal: oficinas, pabellón del Coronel, dependencias y dormitorios de oficiales. Planta segunda: pabellones del Ayudante y del Médico.—**C, D, E, F, G y H.** Planta baja: parque y escuela de ametralladoras, sargentos, carpintería, hidroterapia, material de Ingenieros, gimnasio y esgrima, academias y escuelas. Planta principal: dormitorios de 1.ª y 2.ª Compañías del 2.º Batallón. Planta segunda: 3.ª y 4.ª Compañías del 2.º Batallón.—**Q, P, O, N, M y L.** Planta baja: Plana Mayor, almacén de equipos y regimental, zapatería, sastrería, depósito de víveres, armeros, parque y escuela de ametralladoras, suboficiales, barbería y escaleras. Planta principal: dormitorios de 1.ª y 2.ª Compañías del 1.er Batallón. Planta segunda: 3.ª y 4.ª Compañías del 1.er Batallón.—**L y K.** Municiones y cuadras del ganado de ametralladoras.—**J.** Explosivos y cebos, cuadras de ganado de Plana Mayor y carros, herradero, carros catalanes, taller de carros, pajeras.—**I.** Patio central.—**2.** Patio de accesorios.—**3.** Zona para ampliación de pabellones.—**4.** Entrada general.—**5.** Entrada al cuartel.—**6.** Muro de cerramiento.

Proyecto de cuartel, de nueva planta, para un Regimiento de Artillería ligera, en Sevilla, formulado por el capitán de Ingenieros D. Antonio Sánchez Cid.

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

De 85.550 metros cuadrados, propiedad del Estado.

Distribución.

La tropa se aloja en cinco edificios de dos plantas. Tres de ellas, con el de dependencias generales, limitan el patio de formaciones, y los otros dos son perpendiculares a la longitud de éste. Estos últimos contienen una batería activa en cada planta; sus paralelos contienen, cada uno, otra batería en la planta alta, y el quinto edificio, paralelo al de dependencias generales, contiene las tres baterías en cuadro y el gimnasio cubierto. Amplias aceras, con emparrados, en los frentes del patio correspondientes a los edificios de tropa sustituyen a las salas de reunión de los dormitorios.

Almacenes, escuelas y sala de reunión.—En la planta baja de uno de los edificios de tropa que limita el patio central, conteniendo también la sastrería y zapatería.

Comedores, barbería y cuartos del cartero y del cabo de limpieza.—En la planta baja del edificio simétrico al anterior.

Dependencias sanitarias para el personal.—Edificio de una planta, con la sala de reconocimiento, despacho del Médico, cuartos para el material, laboratorio, sala de espera y enfermería, con siete plazas, y sus accesorios.

Dependencias para Suboficiales y sargentos.—Edificio independiente de una sola planta, próximo al de dependencias generales.

Cantina de tropa.—Análogo al anterior y entre él y el de dependen-

cias generales. Tiene habitación para el cantinero, con tres locales independientes de la cantina.

Cocina.—Edificio de una planta, próximo a los comedores. Además del amplio local para la cocina reglamentaria, despensa y cuarto para el sargento, en un patinillo inmediato, tiene un cobertizo para paelleras, carbonera, un cuarto para enseres y fregadero.

Hidroterapia.—Pabellón de una planta, dividida en tres partes independientes para Suboficiales, sargentos y tropa. La primera tiene cuatro duchas, tres baños, ocho lavapiés, un retrete y un urinario; la segunda, 10 duchas, seis baños, 25 lavapiés, un retrete y un urinario, y la tercera, 28 duchas, 16 baños, 74 lavapiés, dos retretes y dos urinarios.

Retretes diurnos.—Cinco pequeños edificios de una planta, adosados al muro de cerca; cada uno tiene cuatro plazas para soldados y una para sargentos y 12 urinarios. Cada grupo tiene cuatro puertas y tres ventanas altas.

Cuadras.—Cada batería activa tiene una cuadra de dos filas de pesebres, con guadarnés y demás dependencias, en edificio independiente. Otros tres edificios contienen: uno, las cuadras de dos baterías en cuadro otro, la de la tercera y la de plana mayor, y el otro, la cuadra-enfermería de no contagiosos, abrevaderos, depósito de piensos y forrajes, máquinas trituradoras y depósito de víveres.

En edificio independiente, provisto de un patinillo cercado, está la cuadra de contagio, con 10 plazas completamente aisladas, y los demás accesorios indispensables.

Picadero.—De 45 por 15 metros, cubierto de teja plana sobre armadura de hierro.

Cobertizos para el material.—Son dos para los dos grupos activos, de 27 plazas cada uno, y otro de 15, para el grupo en cuadro, formados por pies derechos y armaduras de hierro y cubierta de teja plana. El pavimento es de adoquín y las plazas están separadas por aceras elevadas sobre aquél.

Taller de herradores, cobertizo para carros, lavaderos individuales, local para el motor bomba y cuadro del alumbrado y depósito de agua enterrado.—Edificio adosado al muro de cerca, de una sola planta, de 84,6 por 7,5 metros. Tiene un cuarto para dos carreros y dos guadarneses. El número de carros que se pueden aparcar es de 12.

Parques de baterías activas, taller de recomposición de carruajes y parques de grupos activos.—Adosado, como el anterior, al muro de cerca, se destina al aparcamiento de los carros de batería y de grupo que exigen mayor seguridad. Tiene 70,4 por 7,5 metros.

Parques de batería y grupo en cuadro y talleres de armero, ajustadores

y guarnicionero.—Simétrico del anterior con respecto al edificio de dependencias generales. Tiene 77 por 7,5 metros.

Repuesto de municiones.—De 29 por 7 metros de superficie útil. Sobre pavimento de asfalto elevado del terreno natural por una cámara de aire de 50 centímetros. Techo, como de azotea. Cubierta, de teja plana sobre armadura de hierro. Doble pared: la interior, de tabique, separada de los muros por un pasillo de 1 metro. Tiene un muro de cerca a 3 metros de los del almacén.

Estercoleros.—Uno para cada grupo, cubierto, y de 6 por 3 metros.

Baño de caballos y abrevaderos.—Estos últimos en número de 12, de fábrica de ladrillo al descubierto, con revestimiento interior de azulejos blancos.

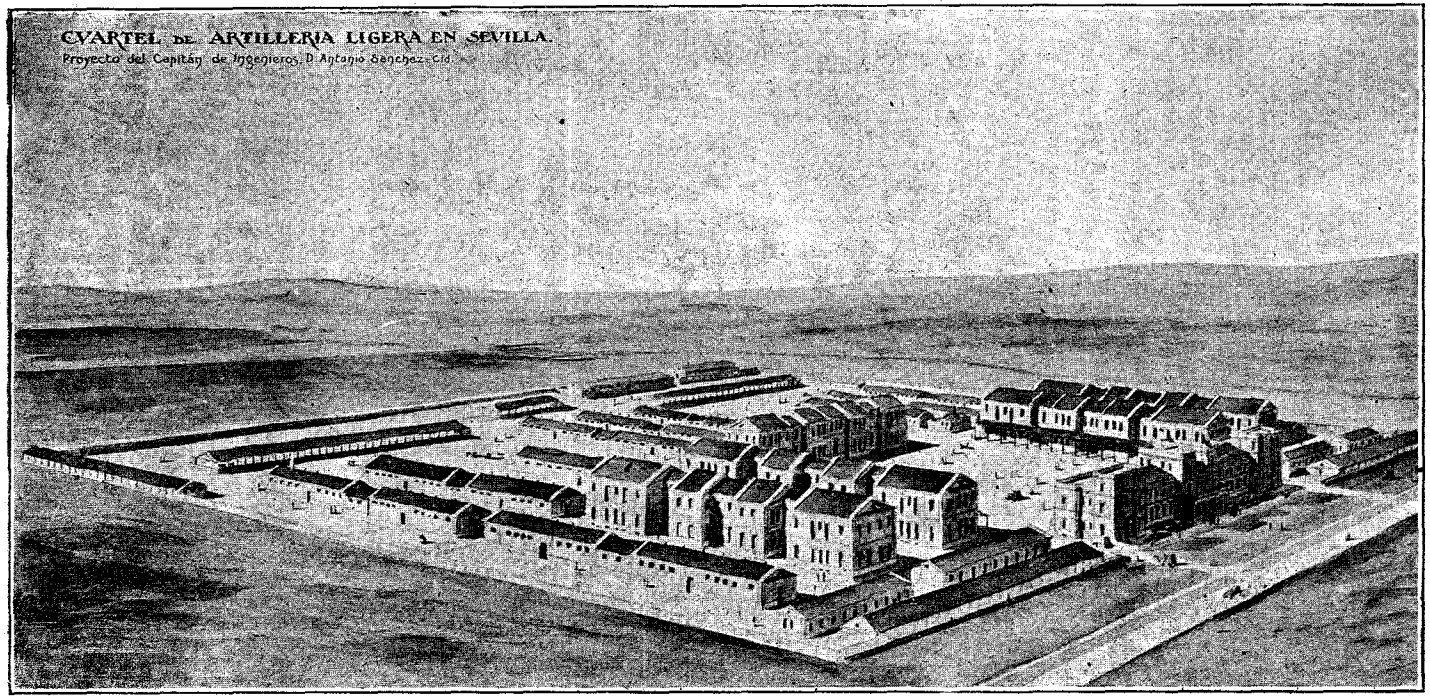
Dependencias generales.—En planta baja, a la izquierda, el cuerpo de guardia de tropa, con las correcciones, locutorios e imprenta y el pabellón del Veterinario; a la derecha, el cuerpo de guardia de Oficiales, biblioteca, sala de justicia, dormitorios del Jefe y Capitán de cuartel, comedor, aseo y retrete y el pabellón del Capitán-Ayudante. En planta principal, oficinas, dormitorios para los Jefes y pabellones del Coronel y del Médico, y en planta segunda, los dormitorios de Oficiales y los lavaderos de los pabellones.

Construcción.

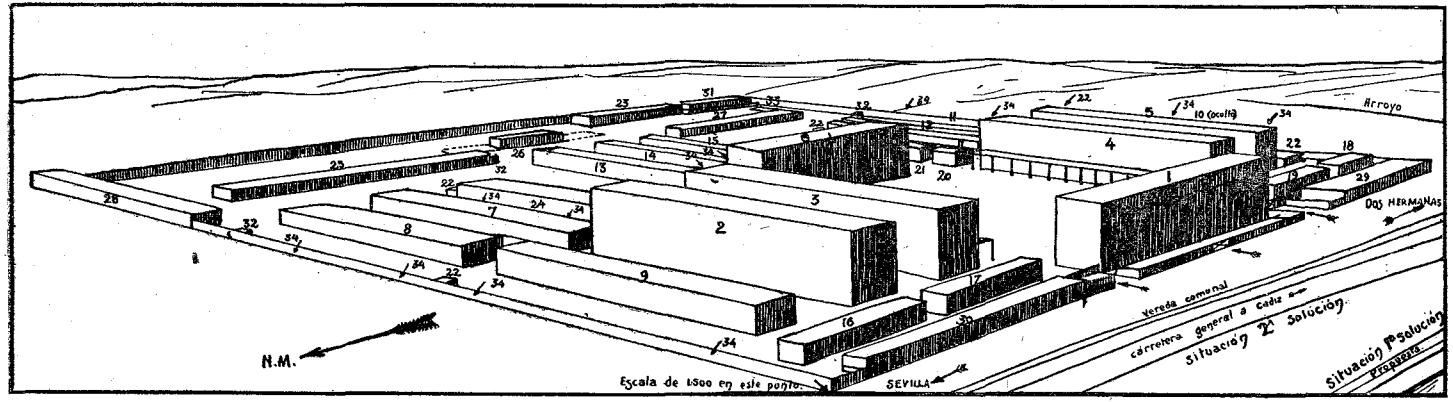
Cimientos, de fábrica de ladrillo sobre losa de hormigón armado. Muros de ladrillo, al descubierto en los paramentos exteriores. Pavimentos interiores, de tendido de cemento o de losetas. Entramados de suelos y cubiertas de acero laminado. Cielos rasos, de yeso sobre tejido metálico. Cubierta, de teja plana sobre listones clavados en un tablero de madera. Escaleras, en general, sobre bóveda de triple tabicado. Pavimentación de patios y calles, de afirmado, con aceras y pasos de tendido de cemento adoquinado o empedrados. En las cuadras, pisos de adoquín tomado con cemento, sobre capa de hormigón.

Presupuesto.

Importe total, por contrata, 4.196.310 pesetas.
Complementario, 37.050 ídem.
Tiempo de duración de la obra, treinta y seis meses.



CUARTEL DE ARTILLERIA, EN SEVILLA



CUARTEL DE ARTILLERIA, EN SEVILLA

1. Dependencias generales y pabellones.— **2** y **5.** Dormitorios para dos baterías.— **3** y **4.** Dormitorios para una batería y servicios. **6.** Dormitorio para baterías en cuadro.—**7** a **12.** Cuadras de batería activa.—**13.** Dos cuadras de batería en cuadro.—**14.** Una cuadra de batería en cuadro.—**15.** Cuadra-enfermería y servicios.—**16.** Dependencias sanitarias del personal.—**17.** Dependencias, deportes y conferencias.—**18.** Dependencias de Suboficiales y sargentos.—**19.** Cantina de tropa.—**20.** Cocinas.—**21.** Pabellón de hidroterapia.—**22.** Retretes de día.—**23.** Enfermería de ganado contagioso.—**24.** Picadero cubierto.—**25** a **27.** Cobertizos de material.—**28.** Servicios diversos y talleres.—**29.** Parques de batería activa y servicios.—**30.** Parques de batería de cuadro y servicios.—**31.** Municiones.—**32.** Estercoleros.—**33.** Baño de caballos.—**34.** Abrevaderos.

Proyecto de cuartel, de nueva planta, para un Regimiento de Caballería, en Palencia, formulado por los Comandantes de Ingenieros D. José Díaz y López Montenegro y D. Jerónimo Robredo.

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

Cedido por el Ayuntamiento en el antiguo campo de instrucción, con una superficie total de 192.372 metros cuadrados, de los que se cercan para el cuartel 75.481 metros cuadrados.

Distribución.

La tropa se aloja en dos edificios de tres plantas y uno de dos plantas. En cada una de las plantas principal y segunda de los primeros, se aloja un escuadrón en dos dormitorios para medio escuadrón cada uno, con dormitorio para el Oficial de semana, Suboficial, sargentos, oficina y almacén, enfermería, dos cuartos de aseo y en saliente de la línea de fachada, dos retretes, con gran ventilación y absoluto aislamiento. También tiene, con separación para cada dormitorio, salas de reunión y limpieza de vestuario y armamento. En el edificio de dos plantas, en la planta principal se aloja el escuadrón mixto, depósito y Plana Mayor, en la misma disposición que los anteriores.

Se utilizan las plantas bajas de los edificios de tres plantas, situando en una de ellas, los almacenes, escuelas y dependencias de sargentos, y en el otro, los comedores y dependencias sanitarias. En la baja, del de dos plantas, está proyectado gimnasio, cantina, tiro de pistola y escuelas del escuadrón mixto.

Almacenes generales.—Ocupan parte de la planta baja del pabellón de tropa de la izquierda. Comprende el almacén de vestuario y equipo del Regimiento, cuarto de prueba de prendas, despachos del Oficial y escribiente, talleres de sastrería, zapatería y sillero-guarnicionero, local para almacén de utensilios y material de acuartelamiento, almacén para 300 equipos y monturas y almacenes de escuadrón.

Dependencias de sargentos.—En la planta baja anterior, con comedor, sala de reunión, biblioteca, dos plazas de duchas y dos de baños, retretes, cocina, despensa y carbonera.

Dependencias para la instrucción de las tropas.—En la misma planta anterior, con cuarto de profesores, academia de sargentos, escuela de cabos, sala de modelos, escuela de primeras letras, sala de conferencias de 12,60 × 9,20 y escuela de aspirantes a cabos.

Comedores.—En la planta baja del pabellón de tropa de la derecha, divididos en dos locales: uno, para dos escuadrones, escuadrón mixto y Plana Mayor, y el otro, para dos escuadrones. Tiene local para la distribución del rancho y fregadero.

Dependencias sanitarias.—En la misma planta anterior, con sala de espera, despacho del Médico, botiquín, aparatos de desinfección y cuarto para los sanitarios.

Barbería.—En la misma planta anterior, con servicios separados para cada escuadrón.

Escuelas del escuadrón mixto.—En la planta baja del edificio donde se aloja, comprendiendo cuarto de profesores, escuelas de ametralladoras, de explosivos, de obreros y sala de modelos.

Cantina.—En la misma planta anterior, con sala de reunión de 12,70 × 5,90 metros, despacho y vivienda del cantinero.

Gimnasio cubierto.—En la misma planta anterior, de 18,15 × 12,70 metros.

Tiro de pistola.—También en la misma planta, de 20,45 × 12,70 metros.

Dependencias accesorias.—En edificio de una sola planta, comprendiendo la cocina de tropa, hidroterapia, lavadero, taller de maestro armero y almacén de víveres. La cocina de tropa con local para la reglamentaria, cuarto para preparar los alimentos en crudo, fregadero, despensa y carbonera. Comprende la hidroterapia: 24 cabinas para duchas, 11 de baños y caldera para calentar el agua de los servicios anteriores.

Cuadras.—El ganado de los escuadrones se aloja en cuatro edificios iguales para los cuatro escuadrones, otro para el escuadrón mixto y otro para los caballos de Plana Mayor. Los primeros en cuadra separados para 64 plazas, con cuatro filas de pesebres centrales, cuadra de caballos especiales, guadarnés, pajera y semillas. El ganado del escuadrón mixto, en dos cuadras, una para 63 plazas y otra de 24 para caballos de carga y tiro, existiendo en el mismo edificio los parques de ametralladoras, y contando con los anejos enumerados. La cuadra del ganado de Plana Mayor, de 24 plazas con el ganado en dos filas, los pesebres en los muros longitudinales y con los anejos correspondientes.

Herradero y cobertizo de carros.—En edificio independiente de una planta, comprendiendo el primero, el cobertizo para herrar de 36 × 5,36 metros, dos fraguas de herradores y un local para depósito del material de herrar; y el segundo, cobertizo para 12 carros, guadarnés y cuarto para los carreros.

Enfermería de ganado no contagioso.—En edificio de una planta con 34 plazas, en dos filas de pesebres, cobertizo de curas, cuarto para veterinarios, laboratorio, botiquín, pajera y semillas.

Enfermería de ganado contagioso.—También en edificio de una planta, distribuído en un cobertizo de 55,72 × 3,22 metros, que da acceso a las cuadras independientes, en número de 12, cada una de 5 × 3,72 metros, cuarto para ordenanzas, lavabo, retrete, pajera, botiquín, veterinario y laboratorio.

Picadero.—De 70,40 × 25 metros en total del edificio, con pista de 63,80 × 23,80, cuadra de reposo, guadarnés y efectos de picadero y tribuna.

Retretes diurnos.—En dos edificios iguales, con ocho plazas para tropa, dos para sargentos y el mismo número de urinarios cada uno.

Dependencias generales.—Edificio de cuatro plantas. En la baja, cuarto de estandartes, salas de conferencias y consejos de guerra, Oficial de guardia, comedor, sala de esgrima, dormitorios para Jefe y Capitán de cuartel y un Oficial, cuerpo de guardia de tropa, Sargento de guardia, locutorio, calabozos, corrección de sargentos, imprenta y cartero. En planta primera, oficinas, juzgado y pabellón del primer Jefe. En planta segunda, los pabellones de Ayudante, Médico y Veterinario y los dormitorios para los Jefes. En planta segunda, los dormitorios de Capitanes y subalternos y el telégrafo.

Repuesto de municiones.—Comprende local para cartuchos, otro para cebos y otro para explosivos.

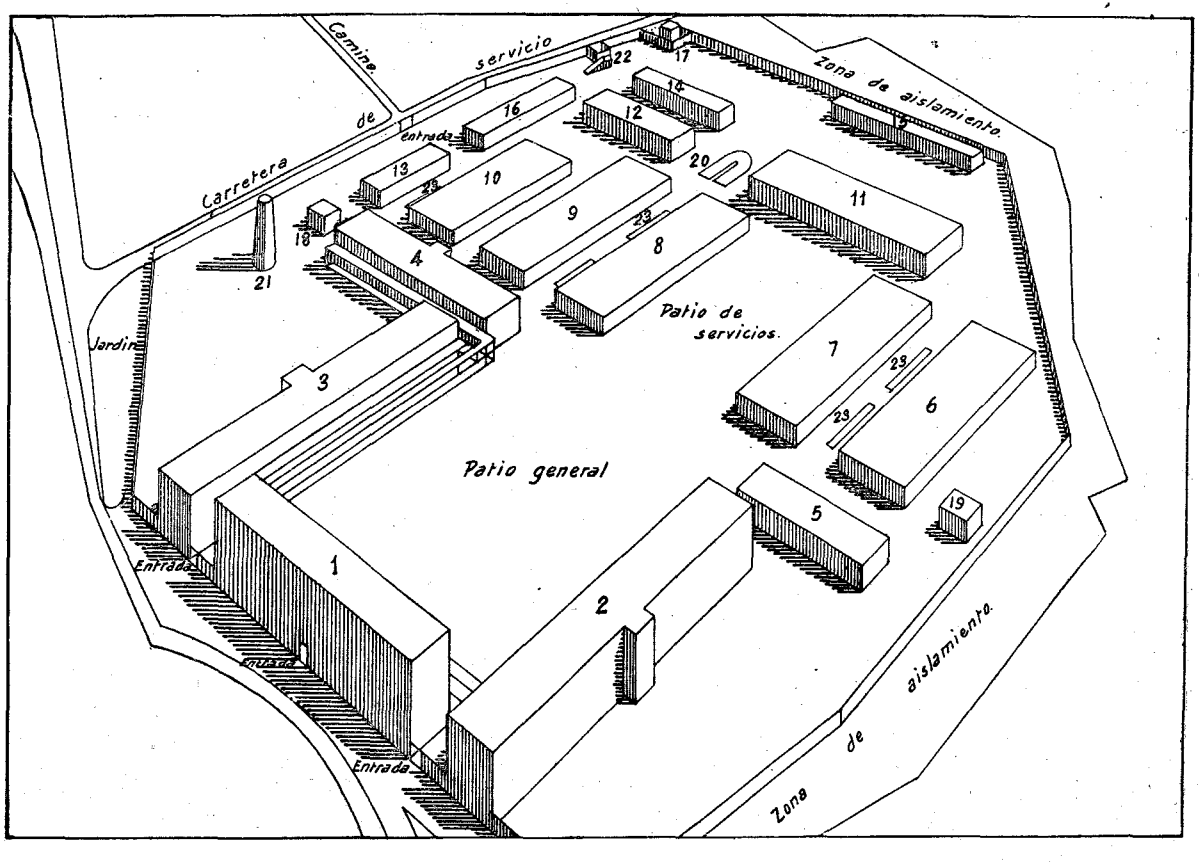
Construcción.

Cimientos: de mampostería semi-hidráulica sobre capa de hormigón de cemento. Muros: de fábrica mixta de mampostería y ladrillo. Zócalo: de sillería en edificio principal, así como elementos de ornamentación. Pisos y apoyos: de cemento armado. Armaduras: de cemento armado en dependencias generales, edificios de tropa y retretes diurnos; en el resto, de hierro laminado. Cubierta: de teja plana. Pavimentos: de madera y baldosín de cemento; en cuadras, capa de hormigón, otra de arena donde se asienta el empedrado, rellenando los huecos con alfalto fundido; en herradero, de adoquín sobre hormigón, rellenando las juntas con morte-

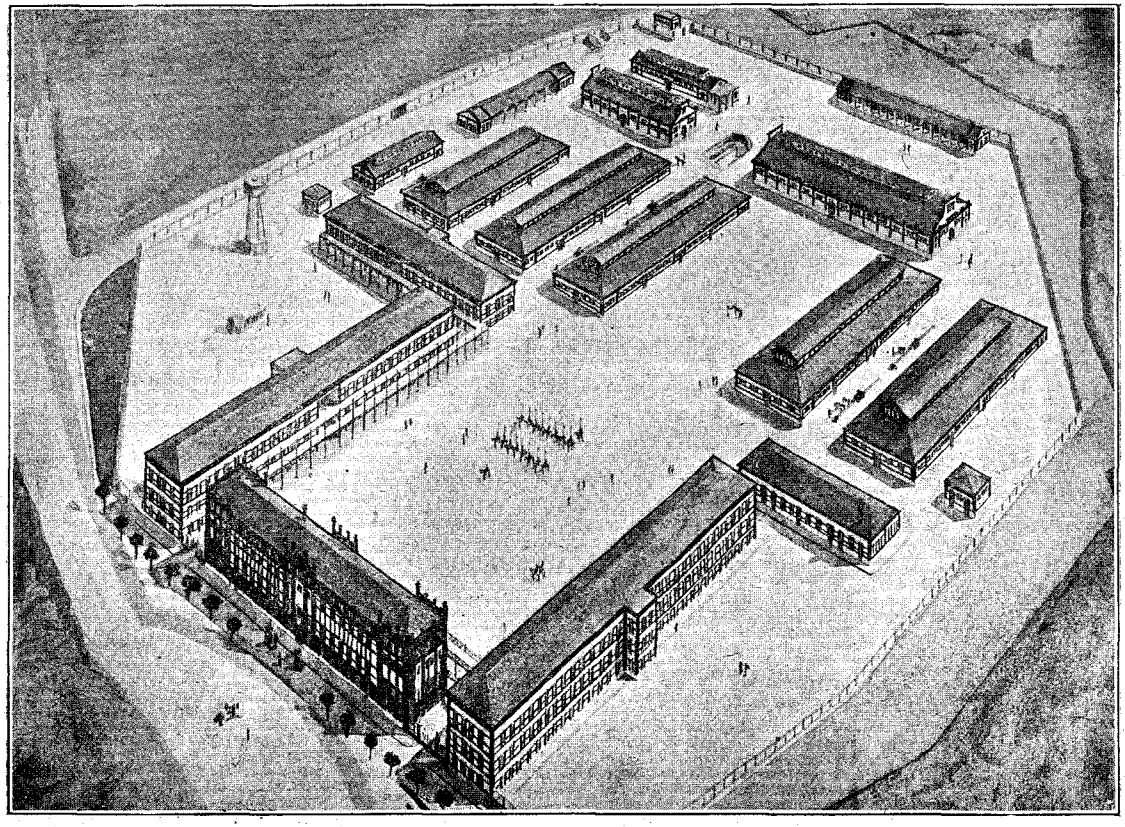
ro de cemento. Pavimentos de patios: de empedrado de morrillo con maestras y encintados de adoquín en los de gran tránsito y en los demás afirmados de piedra partida; todos con pasos de adoquín. Muros de cerca: fábrica mixta de mampostería y ladrillo, sobre zócalo de sillería en fachada y de mampostería en el resto.

Presupuesto.

De contrata, 4.593.860 pesetas.
Complementario, 33.520 ídem.
Tiempo de duración, cuarenta y ocho meses.



1. Servicios generales y pabellones.—**2** y **3.** Dormitorios para cuatro escuadrones y dependencias.—**4.** Dormitorio del escuadrón mixto, de depósito y Plana Mayor.—**5.** Dependencias accesorias.—**6, 7, 8, 9** y **10.** Cuadras con sus anejos para cuatro escuadrones y un escuadrón mixto.—**11.** Picadero de tandas.—**12.** Picadero de volteo.—**13, 14** y **15.** Cuadras con sus anejos para caballos de Plana Mayor, enfermos no contagiosos y contagiosos.—**16.** Herradero y cobertizo de carros.—**17.** Depósito de municiones.—**18** y **19.** Retretes diurnos.—**20.** Baño de caballos.—**21.** Depósito de aguas.—**22.** Estercolero.



CUARTEL DE CABALLERIA, EN PALENCIA

Proyecto de cuartel, de nueva planta, para el 5.° Regimiento de Zapadores Minadores, en Valencia, formulado por el Coronel de Ingenieros D. Salvador Navarro. y Pago 81

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

Adquirido, con superficie total de 41.444,40 metros cuadrados, de los cuales, 26.188,35 metros cuadrados, corresponden al cuartel, descontando zonas de aislamiento y la parte de solar destinada a pabellones para Jefes y Oficiales.

Distribución.

La tropa se aloja en tres edificios: dos de ellos, están unidos en su parte central, formando en conjunto uno solo en H y constan de tres plantas, situándose en la baja el comedor de tropa, que ocupa una de las crujías entera, teniendo en la otra la cantina, hidroterapia, barbería y gimnasio y en la parte central del conjunto o travesaño de la H, dos salas de reunión de tropa, y entre ellas, las escaleras. En planta principal, se alojan cuatro compañías con sus correspondientes dependencias, con dos entradas para cada una, para que resulten los dormitorios divididos para medias compañías; para esto se utiliza una galería que al mismo tiempo sirve de recreo y esparcimiento al soldado, pues desde ella se domina el jardín correspondiente a este edificio y el patio del gimnasio para los ejercicios al aire libre. Los cuartos de aseo, en número de uno, por compañía, están en dicha parte central e independientes de los dormitorios.

En el piso 2.° van otras cuatro compañías en la misma forma que en el principal.

La escalera central sirve para todos los pisos y dormitorios, por ser doble, con mesetas centrales.

El otro edificio de tropa está separado del anterior por una calle de 15 metros de anchura; es de planta rectangular, con la misma longitud y anchura y con una escalera central. Es de dos plantas, y en ellas se si-

túan, en planta baja, parques de material y atalajes, almacén de vestuario y equipo y el almacén depósito con sus accesorios de zapatería, sastrería, cuarto de prueba y oficina. En la planta principal, se aloja la 9.ª compañía activa y las en cuadro, en análogas condiciones que las del edificio anterior.

Cuadras.—Hay tres edificios de planta baja para cuadras y además una para enfermería y otra pequeña para contagio. En un edificio está la cuadra de mulos de carga con 94 pesebres de 1,40 metros en doble fila central con sus accesorios de guadarnés y pajera, estando formando calle de 15 metros de anchura con el destinado a atalajes y cargas del parque a lomo, para poder atalajar con facilidad y rapidez.

La cuadra de caballos para 54 plazas está en otro edificio igual al anterior, con sus accesorios de guadarnés, ordenanzas y pajera, ocupando un extremo de este edificio el lavadero con sus pilas, cuartos de ropas limpias y sucias y para hervir la ropa.

Adosada al muro de cerca de la parte posterior, está la cuadra para mulos de tiro con 40 plazas con sus accesorios de guadarnés, ordenanzas y pajera, siendo las dimensiones de la crujía y la longitud de pesebres iguales a las anteriores, o sean 10 y 1,40 metros respectivamente.

La enfermería de ganado con 10 plazas y sus accesorios, ordenanzas, pajera y botiquín, está adosada al muro posterior e inmediata al herradero.

La cuadra de contagio para tres plazas está en un sitio más aislado, inmediato al repuesto de municiones.

Herradero y cobertizo de carros.—Están en la misma línea de la cuadra de mulos de tiro, con la superficie reglamentaria, el primero, y para 20 carros el segundo.

Almacén de explosivos y repuesto de municiones.—Son iguales, con muro de cerca para aislamiento y separados uno de otro, emplazados cerca de la enfermería de ganado, el primero, y de la de contagio, el segundo.

Cocina de tropa.—Adosada al muro de cerca de la derecha, enfrente del comedor de tropa, y tiene todos sus accesorios de despensa, carbonera, fregadero, alimentos en crudo y patio independiente.

Comedor de sargentos, sala y biblioteca.—Inmediata a la anterior, con fachada al patio principal, tiene vestíbulo, cocina, cuarto de baño, water-closet, despensa, cuarto para la vajilla, carbonera, habitación para el cocinero y dos grandes salas destinadas: una, a comedor, y otra, a sala de reunión y biblioteca; hay además un patio independiente.

Letrinas generales de tropa.—Hay dos iguales para 12 plazas de tropa y cuatro de clases, cada una, situadas a los extremos de la calle, de 15 me-

tros, que queda entre el edificio grande de tropa (H) y el de dormitorio y almacén. El sistema de pozos Mouras perfeccionado, vertiendo las aguas depuradas a la acequia.

Hay además, distribuídos por el perímetro del cuartel, tres urinarios de fundición, con mamparas de palastro.

Omitimos mencionar los muchos retretes colocados en las dependencias y accesorios.

Talleres del maestro armero, guarnicionero y economato.—Están a continuación de las letrinas, cocina, etc., formando entre todos un edificio de planta baja de 100 metros de longitud y con patios independientes.

Talleres del regimiento, pajera y semillas.—Constituyen la terminación del edificio anterior.

Abrevadero.—Adosado al muro de cerca, con desarrollo de 37,50 metros, inmediato a las cuadras y en el trozo comprendido entre el almacén de semillas y el urinario cercano a la cuadra de contagio.

Estercolero.—A la terminación del cobertizo de carros y junto a la puerta de salida de éstos.

Calles y jardines.—Se forman amplias calles paralelas entre los principales edificios, y además, otras dos perpendiculares por los extremos de los mismos: resultan dos grandes patios, uno principal, de 6.072,50 metros cuadrados, en forma de cuadrilátero, con lados de 95,50 metros (dependencias generales), 117 en el opuesto (edificio de tropa), 77,50 en el costado izquierdo y 36 en el derecho, en el que hay en el centro un frente de altar, y otro posterior, de 38 metros de anchura, y de longitud, de 100.

En la fachada, en el perímetro e interior de la H y en los ángulos inaplicables, se construyen jardines para recreo y esparcimiento de la tropa.

Edificio de dependencias generales.—Forma, con un jardín que tiene delante, la fachada del cuartel y es de tres plantas: en la baja, están el cuerpo de guardia, salas de banderas y de esgrima, comedor de Oficiales, sala de Jefes, dormitorios para Jefe y Capitán de cuartel, ordenanzas, teléfono, lavabos y w. c., cuarto del vigilante, dormitorio para la guardia, sargento, corrección, calabozos, cuarto de presos, imprenta, abanderado, cartero, w. c., academia de sargentos, escuelas de cabos y soldados y enfermería de tropa para siete camas, con despacho del Médico, reconocimiento, etc.

En la planta principal, están las oficinas del Regimiento y los pabellones del Coronel, Ayudante, Médico y Veterinario.

En la planta segunda, dormitorios para todos los demás Jefes y Oficiales del Regimiento, con cuarto de aseo y w. c.

Construcción.

Cimientos de hormigón hidráulico, mampostería hidráulica y semihidráulica. Todos los muros, de fábrica mixta de mampostería ordinaria y ladrillo, prescindiendo de toda clase de sillería y elementos caros.

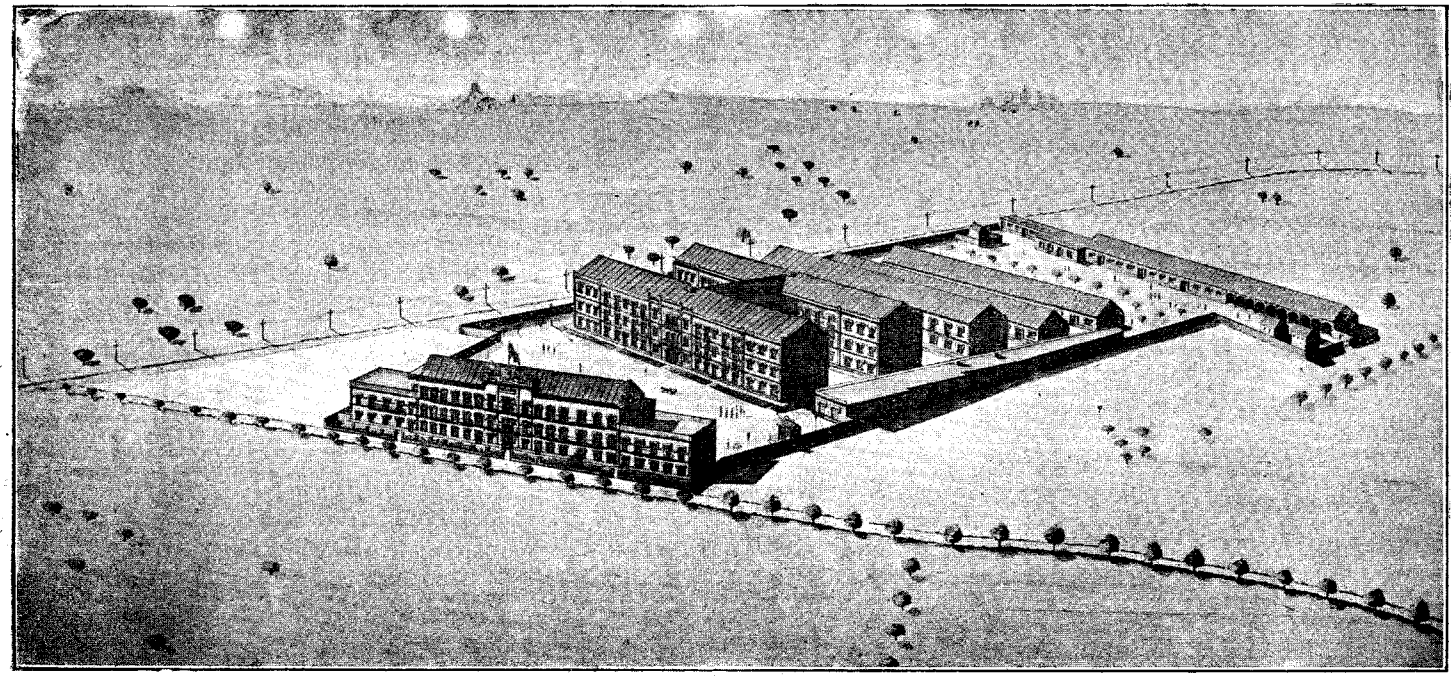
Pisos de viguería doble I, de hierro laminado, bovedillas de rasilla y baldosa de cemento en los locales de oficiales y tropa y de empedrado, en las cuadras y patios. Pies derechos centrales en las crujías grandes, formados por hierros laminados cosidos con pletinas, los cuales sostendrán las carreras o jácenas, también de hierro. Cubiertas: algunas de azoteas y la casi totalidad de cerchas de hierro y teja plana. Pesebres de granito artificial, con barbada de hierro curvado; también serán de este granito las bañeras, lavapiés, lavabos, tableros de mesa de comedor, etc., etcétera.

Todas las demás construcciones, como las ya dichas, son las corrientes u ordinarias, para evitar todo gasto que no sea absolutamente necesario.

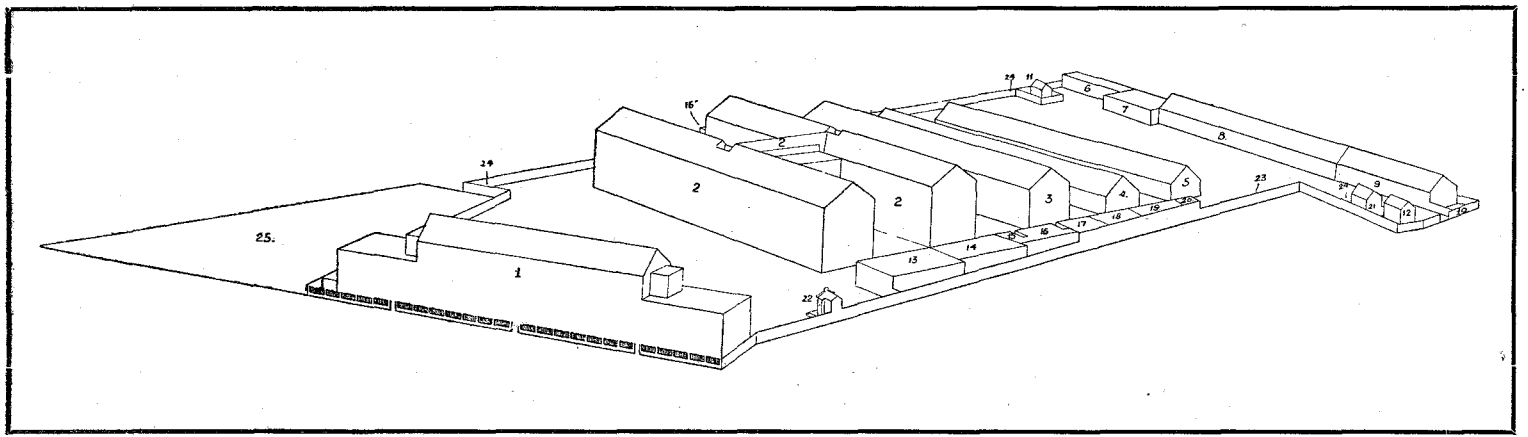
Presupuesto.

Por gestión directa, 2.617.220 pesetas.

Duración de la obra, treinta y seis meses.



CUARTEL DE INGENIEROS, EN VALENCIA



CUARTEL DE INGENIEROS, EN VALENCIA

1. Dependencias generales.—**2.** Dormitorios de ocho compañías y dependencias de tropa.—**3.** Dormitorio de tropa, almacén y parque de material.—**4.** Cuadra para mulos de carga.—**5.** Cuadra para caballos y lavadero.—**6.** Enfermería de ganado.—**7.** Herradero.—**8.** Cuadra para mulos de tiro.—**9.** Cobertizo de carros.—**10.** Estercolero.—**11.** Almacén de explosivos.—**12.** Repuesto de municiones.—**13.** Dependencias de sargentos.—**14.** Cocina de tropa.—**15.** Taller del maestro armero.—**16** y **16'**. Letrinas generales.—**17.** Guarnicionero.—**18.** Economato.—**19.** Talleres.—**20.** Pajera.—**21.** Cuadra de contagios.—**22.** Frente de altar.—**23.** Abrevadero.—**24.** Urinarios.—**25.** Solar reservado para pabellones.

Proyecto de cuartel para un Regimiento de Artillería ligera, en Pontevedra, formulado por el Comandante de Ingenieros D. Jesús Romero Molezún.

Sistema.

Mixto, de pabellones independientes, enlazados entre sí, excepto aquéllos que por su destino deben quedar aislados.

Solar.

40.000 metros cuadrados, cedidos por el Municipio y 24.687 metros cuadrados, que se adquirirán por Guerra.

Distribución.

La característica de este proyecto responde a tener todos los elementos de cada batería reunidos en forma que constituyan un pequeño cuartel dentro del general, a cuyo fin cada batería tiene un patio de servicio (con capacidad suficiente para poder formar toda la unidad), cuadras, locales, accesorios y cobertizos reunidos y dispuestos los segundos alrededor del primero para facilitar el servicio y hacer posible la comunicación a cubierto, situando este pequeño cuartel lo más inmediato posible al dormitorio correspondiente.

Del mismo modo que los servicios de batería se agrupan alrededor de su patio, así también todos los servicios y dependencias de carácter general se reúnen alrededor de un gran patio, provisto de galerías; los dormitorios, concentrados, se sitúan en el centro del cuartel y formando uno de los lados de aquél; rodeando a este conjunto, los cuartelillos de las distintas unidades en comunicación directa con el mismo, y exteriormente, utilizando del mejor modo el terreno, las dependencias insalubres y aquéllas que por su naturaleza deben quedar aisladas.

Dormitorios de tropa.—Están instalados en las dos plantas de los ocho pabellones centrales, distribuídas a razón de media batería en cada una de ellas, situándose los locales anejos de dormitario para sargentos, oficina, sala de reunión, cuarto de aseo, retrete, etc., en el edificio que sirve de enlace y comunicación a todos los pabellones del cuartel.

La anchura de estos pabellones es para dos filas de camas y las plan-

tas bajas, que se utilizan para dormitorios, están elevadas y aisladas convenientemente del terreno natural.

Comedores.—Están instalados en las plantas bajas de los últimos pabellones dormitorios, más próximos al edificio destinado a cocina de tropa.

Hidroterapia y lavadero.—Estos servicios van instalados en un pabellón de una planta, emplazado exteriormente al grupo de edificios y al lado oeste.

Enfermería de tropa.—Pabellón de una planta situado a la derecha del de dependencias generales, con cámara aisladora, sala para 12 camas, dos cuartos para enfermos aislados, locales para botiquín y reconocimiento, filtros, baños, retretes y un pequeño cuarto con cocina.

Almacenes, escuelas, etc.—En los edificios, que a la vez sirven de comunicación entre los demás, de una planta, van instalados, el almacén de víveres, de vestuario y equipo, talleres de todas clases, retretes diurnos, escuelas de cabos, dependencias de sargentos y las escaleras.

Cocina.—En un pabellón de una sola planta, en forma de T, va instalada la cocina, situada al fondo del cuartel, con locales para la cocina reglamentaria, preparación de alimentos en crudo, despensa, carbonera, fregadero y una marquesina.

Cuadras, cobertizos y accesorios de una batería.—En pabellones, formando los pequeños cuartelillos de batería, para dos filas de pesebres, con pasillo central para el ganado de media batería, conteniendo locales para pajera, almacén de semillas, útiles de limpieza y guadarnés. El material de piezas y carros correspondientes se aparca en los cobertizos de planta circular que cierran los patios de unidad. El ganado y material de plana mayor y grupo de depósito se sitúa en los pabellones de planta rectangular emplazados al fondo del cuartel.

Enfermería de ganado.—Comprende dos edificios situados al Sudoeste, uno de éstos, para no contagiosos con 25 plazas, pajera y cebada, etc. El otro, para contagiosos para 10 caballos, en locales independientes.

Picadero.—De 16 por 45 metros. En uno de los testeros lleva una galería con cuarto de aseo, tribuna baja y enseres.

Herradero.—De una planta, con cobertizo para herrar y otro de curas, botiquín, laboratorio, esterilización, fragua, despacho y almacén.

Repuesto de municiones.—De un solo local de 7,40 por 8,40 metros.

Ejercicios corporales.—De una planta, con local para gimnasio, sala de esgrima, ropero, baño y tribuna.

Abrevaderos.—En los patios de las baterías.

Dependencias generales.—Edificio de dos plantas. En la planta baja, vestíbulo; a la derecha, locales para el cuerpo de guardia de tropa y la

cantina, y a la izquierda, el cuarto de banderas y las escuelas de tropa, sargentos, salas de modelos, suboficiales, comedor y sala de reunión. En la planta principal, oficinas del Regimiento y dormitorios para los Jefes y Oficiales.

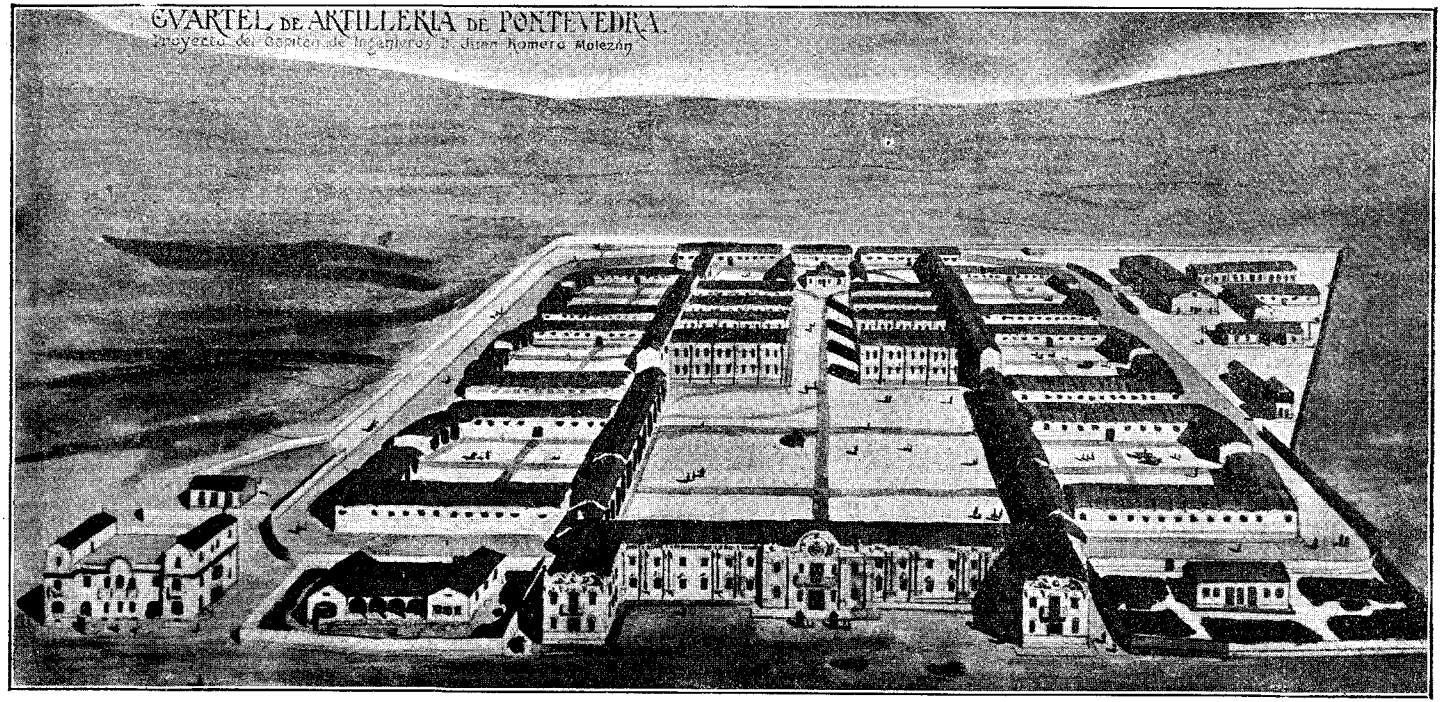
Pabellones.—En un edificio independiente de dos plantas en la parte central y tres en las laterales, van instalados los cuatro pabellones reglamentarios para el Coronel, Capitán Ayudante, Médico y Veterinario.

Construcción.

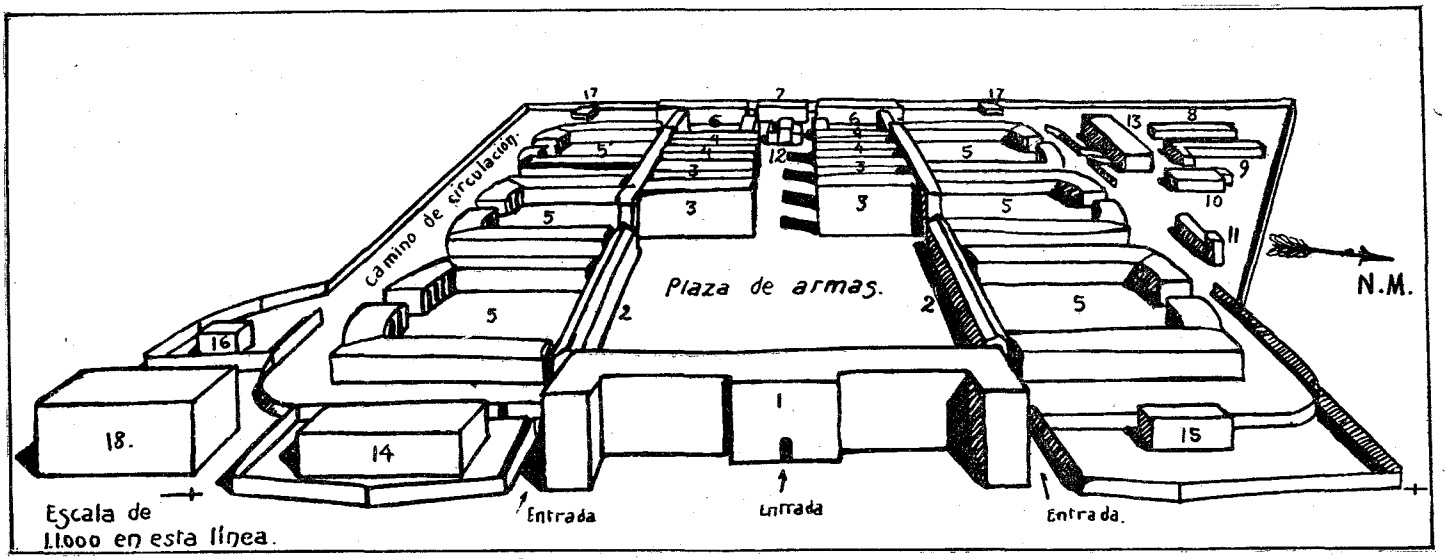
Cimientos de mampostería, con mortero de cemento. Mampostería careada y encintada para el basamento, con coronación de sillería recta de perpiaño para la cornisa del basamento. Muros de sillería de granito en las fachadas exteriores del edificio principal y las de frente y laterales del edificio y pabellones. De mampostería en el pabellón, enfermería y para la fachada posterior de los pabellones reglamentarios. Para los demás muros se emplea el perpiaño de 30 ó 40 centímetros, a excepción de los dormitorios y locales accesorios anejos, que se emplea el bloque hueco de hormigón. Tabiques de ladrillo hueco. Pisos de entramado de hierro y pavimentos de uso corriente: de madera, en las dependencias de Oficiales; de baldosa ordinaria con dibujos y de cemento, para los edificios restantes, y de adoquines rejuntados con mortero hidráulico, para el piso de las cuadras; para los patios, macadam, con pasos de adoquín; aceras de cemento. Cubiertas de teja plana sobre armaduras de hierro. Evacuación de aguas sucias con tubería de grés. Escaleras exteriores y de comunicación, entre patios, de granito.

Presupuestos.

De contrata, 2.883.826,23 pesetas.
Complementario, 71.218,13 ídem.
Tiempo de duración, treinta y seis meses.



CUARTEL DE ARTILLERIA, EN PONTEVEDRA



CUARTEL DE ARTILLERIA, EN PONTEVEDRA

1. Dependencias generales.—**2.** Servicios y dependencias accesorias.—**3** y **4.** Dormitorios de tropa.—**5.** Patios de las cuadras, cobertizos y accesorios de batería.—**6.** Patio de las cuadras, cobertizos y accesorios del grupo en cuadro.—**7.** Patio y cuadra de P. M.—**8.** Cuadra enfermería de contagio.—**9.** Cuadra enfermería ordinaria.—**10.** Herradero.—**11.** Hidroterapia.—**12.** Cocina.—**13.** Picadero.—**14.** Enfermería de tropa.—**15.** Ejercicios corporales.—**16.** Repuesto de municiones.—**17.** Estercolero.—**18.** Pabellones.

Proyecto de cuartel para un Regimiento de Caballería en Pamplona, formulado por el Capitán de Ingenieros D. José Sánchez Ruiz.

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

Propiedad de Guerra, de 77.474 metros cuadrados.

Distribución.

Los edificios principales del cuartel destinados a la tropa y al ganado se agrupan alrededor de un gran patio central de 89 por 29 metros. Por el lado contiguo a la calle está limitado el patio por el edificio de dependencias generales. De este modo quedan las dependencias del ganado a la izquierda, y todo lo concerniente a la tropa, a la derecha, es decir, las primeras a sotavento de las segundas con relación a los vientos reinantes.

La tropa está alojada en tres edificios, dos de ellos de tres plantas, y el tercero de dos. En las plantas altas se proyectan dormitorios para los cinco escuadrones, uno por planta, con locales para dormitorios de sargentos, suboficial, sala de reunión, cuartos de aseo, oficina, Oficial de semana, almacén y retrete nocturno.

Las plantas bajas de estos edificios se destinan a comedores, almacenes de vestuario y equipo, zapatería, sastrería, baños, escuelas, dependencias de sargentos, gimnasio, barbería de tropa, dependencias sanitarias, con enfermería, depósito de víveres y talleres de sillero guarnicionero.

Cuadras.—Cada escuadrón dispone de un edificio de una sola planta para alojar el ganado, con cuatro filas de pesebres, locales para pajeras, cebada, semillas, guadarnés y dos departamentos para cuatro caballos especiales, cada uno.

La cuadra para el ganado de Plana Mayor, es para dos filas de pesebres, con dos pasillos laterales, con los correspondientes locales anejos, y todos llevan en su interior abrevaderos para caso de heladas.

Enfermería de ganado.—Para el ganado no contagioso se proyecta una cuadra para 32 plazas con los locales anejos.

Para el ganado contagioso se destina un edificio con locales independientes para el 2 por 100 del efectivo; con cielo raso, pesebre de cestilla desmontable y abrevadero.

Estos pabellones van colocados en el ángulo S-E. lo más a sotavento posible de los demás edificios.

Dependencias para veterinarios.—En un edificio de una planta se proyectan los servicios de veterinaria, con locales para profesores, botiquín y laboratorio.

Cocina de tropa y cantina.—Edificio de una sola planta, con locales para la cocina, preparación de alimentos en crudo, fregadero, despensa, carbonera, maestro armero, cantina, comedor de sargentos y pequeña cocina.

Colandería y duchas.—Edificio de una sola planta, con locales para colandería, ropa sucia, calderas, duchas y pediluvios.

Tiro de pistola y esgrima.—Como el anterior, con sala de esgrima, tribuna, baño, lavabo, ropero y patio descubierto.

Cobertizo para herrar.—Edificio de una planta con dos locales para herrar, fragua y material.

Baño de caballos.—Edificio cubierto, con entrada y salida por los costados, colocado lo más cerca posible de las cuadras.

Depósito de cartuchería y explosivos.—De una planta, con muro de aislamiento, dividido en dos locales.

Alojamiento de los carros.—En parte de las plantas bajas de uno de los pabellones de tropa.

Retretes diurnos.—En tres pequeños edificios convenientemente situados se proyectan tres grupos de retretes, uno de ocho plazas y dos de cuatro.

Estercolero.—Se proyecta una explanada de amplitud suficiente, construída por una losa de hormigón con sumidero de cestilla para dar fácil salida a las aguas de la limpieza.

Picaderos.—Se proyectan dos: uno cubierto, de 70 por 25 metros y otro descubierto, de volteo, de 45 por 15 metros. Ambos tienen tribuna alta, y en la parte baja correspondiente a ellas, se disponen dos locales para guadarnés y accesorios.

Dependencias generales.—Edificio de tres plantas. En la baja, el vestíbulo, con locales para el cuerpo de guardia de tropa, y locutorio, en la izquierda, y sala de estandartes, dormitorios para el Jefe y Capitán de cuartel en la derecha.

En la planta principal, oficinas, dormitorios para Jefes y Oficiales y

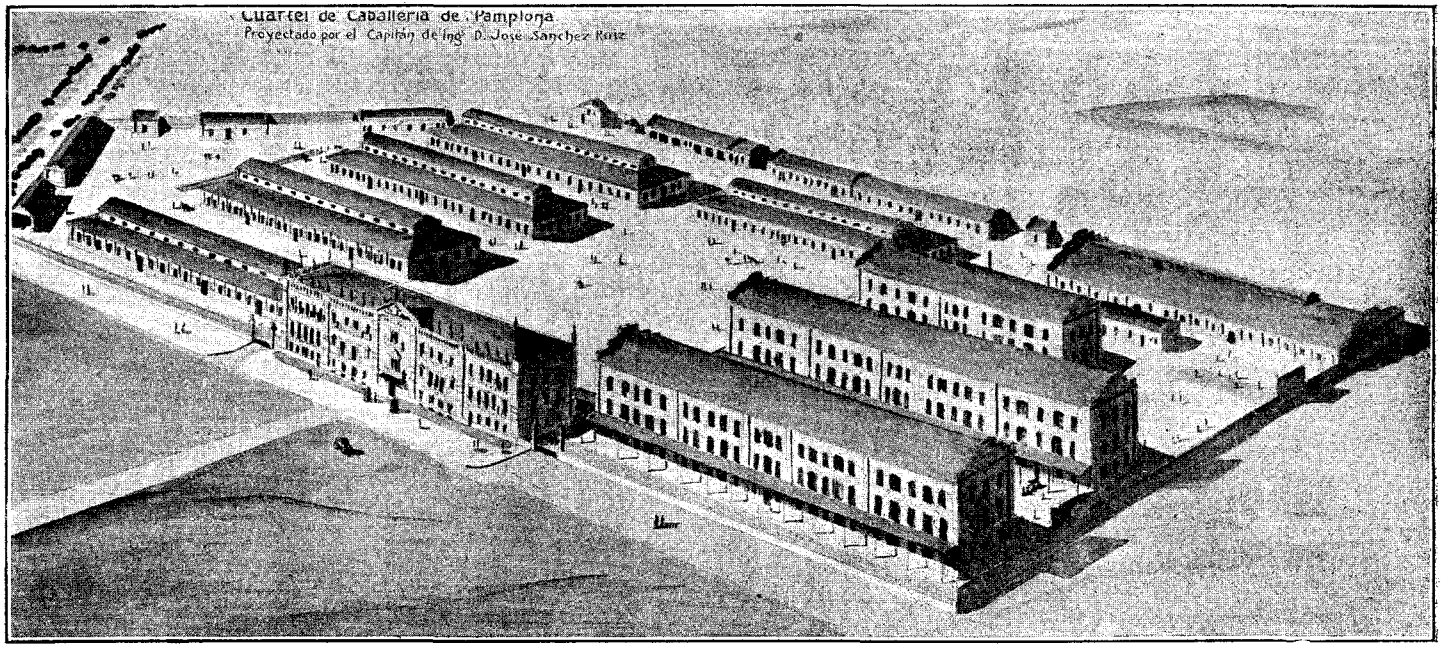
pabellón del Coronel. En la planta segunda, los pabellones para el Capitán ayudante, Médico y Veterinario y dormitorio para el resto de la oficialidad.

Construcción.—Cimientos de mampostería con mortero de cemento. Muros de fachada y carga de mampostería ordinaria con mortero ordinario. Zócalos de sillería en el edificio principal, y en los demás, de sillarejo; tabiques de ladrillo; pisos de hormigón armado; cubiertas de teja plana; armaduras de hierro; pavimentos de loseta de cemento, en dormitorios; entarimado en oficinas y pabellones; adoquín de pequeñas dimensiones sobre lechos de arena y hormigón, rejuntado de cemento, para las cuadras, adoquinado corriente para el herradero y empedrado de morrillo ordinario para patios y calles.

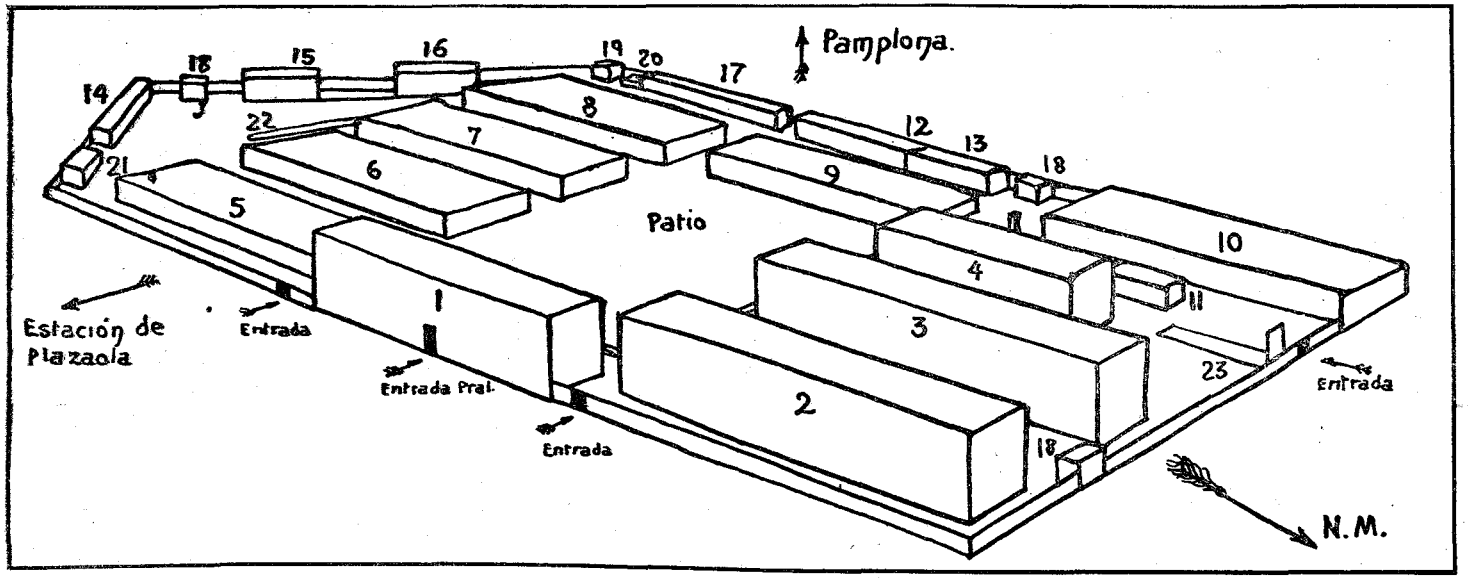
Alcantarillado y recogida de aguas pluviales de gres y cemento respectivamente.

Presupuesto.

De contrata, 4.300.136 pesetas.
Complementario, 13.791 ídem.
Tiempo de duración, treinta y seis meses.



CUARTEL DE CABALLERIA, EN PAMPLONA



CUARTEL DE CABALLERIA, EN PAMPLONA

1. Dependencias generales.—**2, 3** y **4.** Dormitorios de tropa.—**5** a **9.** Cuadras.—**10.** Picadero.—**11.** Cocina y cantina.—**12.** Cuadra de Plana Mayor.—**13.** Enfermería de ganado.—**14.** Idem de ídem contagioso.—**15.** Tiro de pistola.—**16.** Colandería y duchas.—**17.** Cobertizo para herrar y veterinarios.—**18.** Retretes.—**19.** Explosivos.—**20.** Estercolero.—**21.** Baño de caballos.—**22.** Abrevadero.—**23** Juego de pelota.

Proyecto de cuartel para un Regimiento de Infantería, en Salamanca, formulado por el Teniente Coronel de Ingenieros D. Juan Ramón y Sena.

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

Cedido por el Ayuntamiento, de 32.000 metros cuadrados de extensión.

Distribución.

Un patio central para formaciones y para *foot-bal*, de 146 por 72 metros, está limitado por el edificio de dependencias generales, cuatro edificios para las ocho compañías de fusiles, en las plantas 1.ª y 2.ª, y para dependencias, en las bajas, y un quinto edificio, frente al de dependencias generales, para ametralladoras, secciones afectas a la Plana Mayor y 3.er Batallón. Dos edificios en la misma línea del de dependencias generales, se destinan a pabellón del Coronel, uno, y otro, para los del Capitán Ayudante y Médico. Los demás servicios, en edificios aislados, exteriores al patio principal, que está rodeado por una marquesina de cristales, para facilitar las comunicaciones.

Detrás del edificio de ametralladoras queda otro patio de 2.500 metros cuadrados.

Los dormitorios de tropa son de cuatro filas de camas y tienen: local para la limpieza de correajes y armamento, lavabos, retretes nocturnos, repuestos, oficina, dormitorios para el Oficial de semana, suboficial y sargentos y cuartos para el furriel, enseres de limpieza y ropas inútiles.

Comedores de tropa.—En la planta baja del edificio núm. 2. Son dos, separados por la caja de escalera y el fregadero de vasijas. Cada uno tiene 24,85 por 12,52 metros.

Almacén regimental.—En la planta baja del edificio núm. 3, con repuesto para 2.000 equipos, almacén regimental, con sus oficinas, local para pruebas, almacenes de material de acuartelamiento y de tiro al blanco, sastrería y zapatería.

Parque de ametralladoras, herramientas y repuesto de las compañías de ametralladoras.—En la planta baja del edificio en que se alojan éstas, número 4.

Hidroterapia, gimnasio y barbería.—En la planta baja del edificio número 5. Hay 20 duchas, seis baños de pila y dos retretes, con cuarto para la caldera y carbonera. El gimnasio tiene las mismas dimensiones de los comedores.

Academias, escuelas y dependencias sanitarias.—En la planta baja del edificio núm. 6, donde está también el cuarto para los filtros.

Dependencias de sargentos.—Edificio aislado, de dos plantas. En la baja, cocina, comedor, que es a la vez sala de reunión y terraza cubierta; en la principal, sala de estudio, biblioteca y terraza descubierta.

Cantina.—Edificio análogo al anterior. En la planta baja, la cantina, terraza cubierta, y en la principal, la vivienda del cantinero.

Cocina, almacén de víveres y lavadero.—En un solo edificio, completamente aisladas las tres dependencias. La cocina tiene: despensa, carbonera, fregadero y cuarto para la preparación de alimentos en crudo. El almacén de víveres tiene una bodega semi-enterrada y un almacén en al mansarda además del de planta baja y el despacho.

Cuadras.—En un solo edificio, de una planta, dividido en dos partes simétricas para cada una de las compañías de ametralladoras, con guadarnés, pajera, cuarto para semillas y abrevadero de invierno. Son de dos filas de pesebres, fijos en los muros.

Cobertizos para carros.—Edificio de una sola planta, adosado al muro de cerca, de 54 por 10,60 metros, con 12 cierres metálicos.

Herradero, almacén de carruajes, enfermería de ganado, talleres de maestros armeros.—Como el anterior, de 61,40 por 6,20, sin cierres metálicos para los cobertizos. Tiene dos cuartos para carreros y conductores y despacho para el veterinario.

Retretes diurnos.—Colocados entre los edificios correspondientes a las compañías de fusiles, con edificios de una planta, que contienen, cada uno, 12 retretes y 26 urinarios.

Hay además, almacén de municiones aisladas, estercolero y un juego de pelota.

Dependencias generales.—Dividido en dos edificios con un paso central acristalado. En el de la izquierda, planta baja, sala de banderas, Oficial de guardia, Jefe y Capitán de cuartel, biblioteca, comedor, baño, ordenanzas, retretes, suboficial, juzgado y amplia sala para consejos de guerra. En el de la izquierda, sargento de guardia, locutorio, cuerpo de guardia de tropa, correcciones y calabozos, cartería, cuarto de aseo y retretes.

En planta primera, a la izquierda, las oficinas, y a la derecha, los dormitorios para los Oficiales.

Construcción.

Cimientos y muros, de mampostería, con cercos, jambas y pilares de ladrillo. Entramados de hierro, forjados con bovedilla de ladrillo hueco, tanto en pisos como en la cubierta, que es de teja plana. Solerías, en general, de baldosín de cemento, de entarimado en algunos locales, de empedrado con asfalto en las cuadras y sobre arena en los cobertizos, de enlucido de cemento en algunas plantas bajas y en las aceras. Escaleras sobre bovedillas tabicadas. Cielos rasos, de bovedilla plana de rasilla. Frisos de azulejo en cocinas, retretes y baños. Pinturas, en general, al temple. Cornisas y plintos aterrajados.

Pavimentación de patios a la macadam.

Tuberías para agua potable, de hierro.

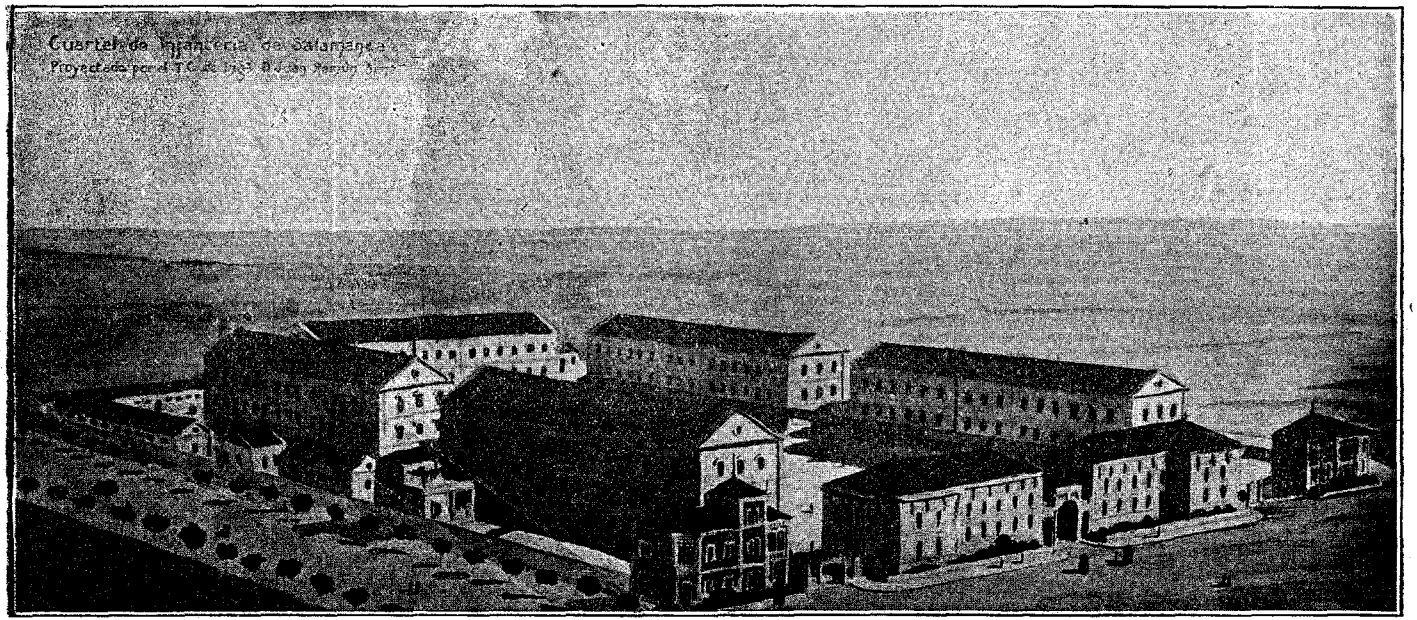
Alcantarillado, con tuberías de grés.

Presupuesto.

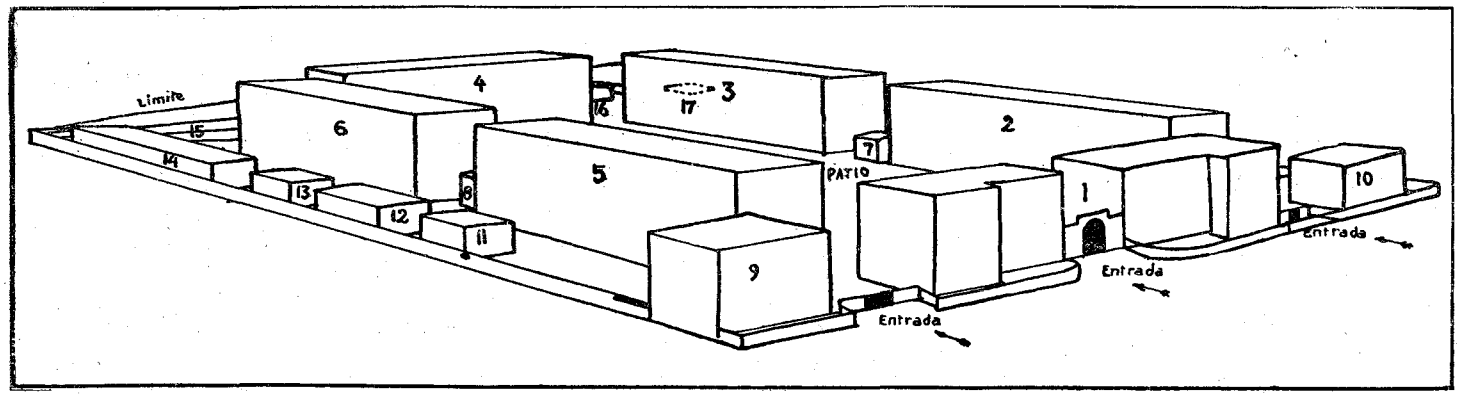
De contrata, 3.006.880 pesetas.

Complementario, 25.345 ídem.

Tiempo de duración, treinta y seis meses.



CUARTEL DE INFANTERIA, EN SALAMANCA



CUARTEL DE INFANTERIA EN SALAMANCA

1. Dependencias generales.—**2.** Comedores en planta baja y dos compañías de fusiles, en 1.ª y 2.ª plantas.—**3.** Almacén regimental y depósito de equipos, sastrería y zapatería, en planta baja, y dos compañías de fusiles, en 1.ª y 2.ª plantas.—**4.** En planta baja: secciones de explosivos y demás afectas a la Plana Mayor, parques de ametralladoras y de herramientas y repuesto; en planta 1.ª, las compañías de ametralladoras, y en la 2.ª, la música y el 3.er Batallón.—**5.** Hidroterapia, gimnasio y barbería, en planta baja, y dos compañías de fusiles, en 1.ª y 2.ª planta.—**6.** En planta baja: academias, escuelas, servicios sanitarios y filtros, y en las otras plantas, dos compañías de fusiles.—**7** y **8.** Retretes diurnos.—**9.** Pabellón del Coronel.—**10.** Pabellones del Capitán Ayudante y Médico.—**11.** Dependencias de sargentos.—**12.** Cocina y almacén de víveres.—**13.** Cantina.—**14.** Cobertizo para carros.—**15.** Cuadras.—**16.** Herradero, almacén de carruajes, enfermería de ganado y maestros armeros.

Proyecto de cuartel para el 9.° Regimiento de Artillería pesada, en Calatayud, formulado por el Capitán de Ingenieros D. José Lafita.

Sistema.

Pabellones aislados.

Solar.

Cedido por el Ayuntamiento, de 78.400 metros cuadrados.

Distribución.

La tropa está alojada en cuatro edificios. Las plantas primera y segunda de éstos están destinadas de un modo idéntico para dormitorios de tropa, quedando cada una dividida en dos por la caja de escalera y cuarto de sargentos, y sirve para alojar una batería. Como anejos, están los dormitorios de sargentos, dormitorio del Suboficial, oficina de comñía, repuesto, cuartos de aseo y retretes nocturnos. En seis de las plantas se alojan las baterías activas del Regimiento, quedando otras dos para alojar el grupo en cuadro y la Plana Mayor.

Las plantas bajas de dichos edificios se ocupan, en dos de ellos, con comedores en la parte central y almacenes de carruajes en los extremos, y éstos tienen por objeto guardar en sitio cerrado los carruajes que no convenga tener en los cobertizos. La planta baja del tercer edificio de tropa la ocupan las escuelas, salas de reunión para la tropa y algunas dependencias de oficiales; y el cuarto edificio, en planta baja, contiene el almacén y repuesto, con talleres de guarnicionero, sastre y zapatero.

Cantina, enfermería y dependencias de sargentos.—En edificio de dos plantas, situado en el frente principal del cuartel. En la baja está la cantina con todos sus anejos, biblioteca, comedor y cocina de sargentos y la barbería. En planta principal, la enfermería y dependencias sanitarias, y con acceso independiente algunas dependencia de oficiales.

Cuadras.—Todas son de doble crujía y están constituídas por cuatro edificios; dos, divididos en tres partes, y cada uno para un grupo activo; otro, también dividido en tres partes, para el ganado del grupo en cuadro; y por último, el cuarto edificio, dividido en dos partes, para el gana-

do de Plana Mayor y enfermería de ganado con herradero, botiquín y local para curas.

Todas las cuadras tienen guadarnés y pajera. Las plazas tienen 1,60 metros de longitud de pesebre, procurándose la debida comunicación de las cuadras de un mismo grupo para que sea factible la vigilancia y buena marcha del servicio. Además existe un edificio para cuadra de contagio de ocho plazas, con dos pequeños locales para botiquín y piensos.

Cocina, hidroterapia, lavadero y letrinas.—En edificio de planta baja, con todos los anejos correspondientes. La hidroterapia, con dos baños, 22 duchas y 22 baños de pies. Los retretes, con seis plazas y cuatro urinarios.

Retretes generales.—Además del citado en el edificio anterior, existe un edificio con 20 plazas de retrete y 16 urinarios.

Cobertizos para carruajes.—Son cuatro; dos para 18 carruajes y los otros dos para 36 cada uno, con lo que permite aparcar 108 en los cobertizos, y como en los edificios de tropa mencionados, pueden alojarse 24; en total, tendrá capacidad el cuartel para 132, y siendo 123 los de plantilla, queda espacio para colocar los carros, volquetes, cubas, etc.

El muro de piñón de un cobertizo se eleva hasta 8,50 metros de altura para que pueda servir de juego de pelota.

Picadero.—De 60 × 20 metros, con acceso independiente a la tribuna, cuadra de espera y local para efectos.

Talleres.—Edificio independiente de una planta, con taller de recomposición de camiones, armero, forja y carpintería.

Repuesto de municiones.—Dividido en tres locales correspondientes a los tres grupos.

Dependencias generales.—De tres plantas; en la baja, los cuerpos de guardia de Oficial y tropa, con las dependencias anejas. En planta primera, las oficinas y el pabellón del Coronel. En la segunda, los pabellones de Ayudante, Médico y Veterinario. Además, existe un edificio independiente de dos plantas, con dormitorios para Jefes y Oficiales. El de dependencias generales, al igual que los de tropa, tiene galerías, en cuyos extremos se sitúan los retretes.

Construcción.

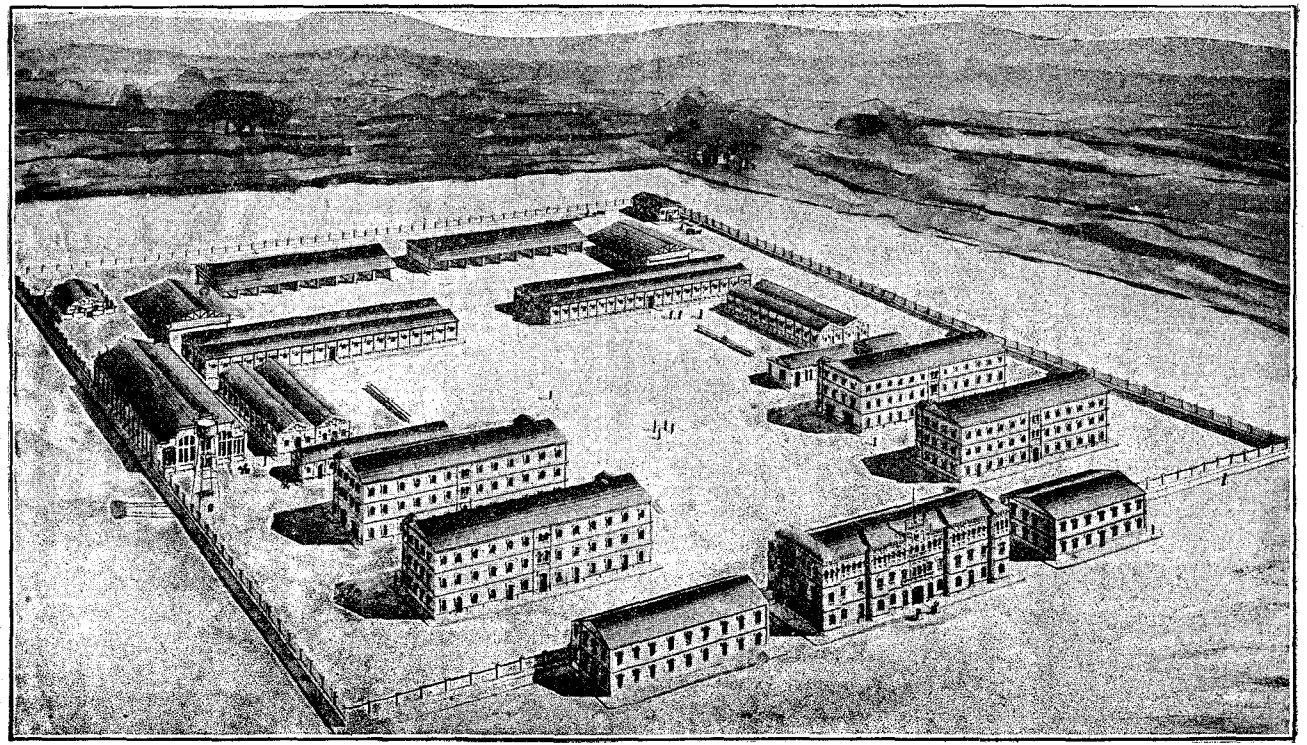
Cimientos, de placas de cemento armado en los edificios de más de una planta, y de hormigón en masa en los restantes. Muros de ladrillo en edificios de más de una planta, y de bloques de macizos o huecos, según se trate o no de elementos resistentes, rellenando con hormigón en masa los arcos y cornisas que forman las canales, en los de una planta.

Cubiertas, de teja árabe en los edificios altos, excepto Dependencias generales; de teja plana, en éste y en los bajos; y por último, en el picadero y cobertizos, de uralita.

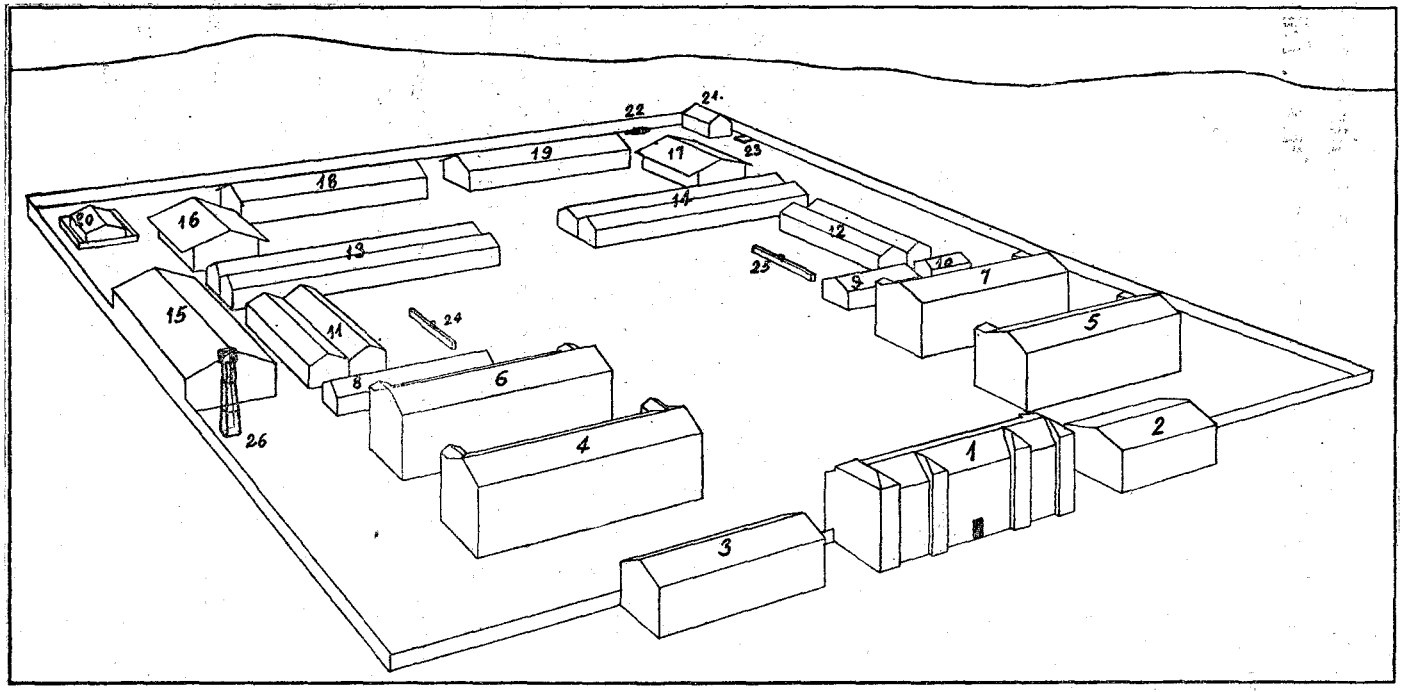
Armaduras, mixtas de madera y hierro, excepto en dependencias generales y picadero, que son de hierro. Las tuberías de alcantarillado son de grés; de hierro forjado, las de distribución de aguas; y de hierro fundido, la de conducción. Los pavimentos, en general, son de baldosín de cemento, o sencillamente de tendido de cemento. Para pilares, vigas y pisos se emplea el cemento armado, así como las repisas para mochileros, tabiques de separación de dormitorios, cubetas de abrevaderos, etc. Escaleras, de bovedillas de triple tabicado de rasilla; la capa inferior con yeso y las otras dos con cemento. Cielos rasos, de tejido semi-metálico enlucido con yeso. Pesebres, de fundición. Canales de recogida de aguas, de zinc, y tubos de bajantes, de hierro forjado.

Presupuesto.

De contrata, 3.584.900 pesetas.
Complementario, 30.560 ídem.
Tiempo de duración, treinta y seis meses.



CUARTEL PARA EL 9.º REGIMIENTO DE ARTILLERIA PESADA, EN CALATAYUD.



CUARTEL PARA EL 9.º REGIMIENTO DE ARTILLERIA PESADA, EN CALATAYUD

1. Dependencias generales.—**2.** Dependencias de Jefes y Oficiales.—**3.** Cantina.—**4, 5, 6 y 7.** Dependencias de tropa.—**8.** Cocina, lavabos e hidroterapia.—**9.** Talleres.—**10.** Letrinas generales.—**11, 12, 13 y 14.** Cuadras.—**15.** Picadero.—**16, 17, 18 y 19.** Cobertizos de carros.—**20.** Repuesto de municiones.—**21.** Cuadra de contagio.—**22.** Baño de caballos.—**23.** Estercolero.—**24 y 25.** Abrevaderos.—**26.** Depósito de agua.

Proyecto de cuartel para un Regimiento de Caballería en el solar de la Glorieta, en Salamanca, formulado por el Capitán de Ingenieros D. Felipe Rodríguez López.

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

Cedido por el Ayuntamiento, de 62.000 metros cuadrados.

Distribución.

La tropa se aloja en dos pabellones de tres plantas; en cada una de las plantas principal y segunda, un escuadrón, adoptando la disposición de dormitorios para 16 hombres, a modo de alcobas a la italiana, unidas por una amplia galería, para formaciones y reuniones de tropa. Los muros divisorios de dormitorios hacen de muros de carga de los pisos y se prolongan hasta la cubierta, en sustitución de las armaduras. En los salientes centrales, están los cuartos de aseo y retretes, y en los extremos, los demás locales de oficinas, repuesto, suboficial, etc. Partes de las plantas bajas se utilizan para dormitorios del escuadrón mixto y para enfermería, mediante el empleo de una cámara de aire inferior de saneamiento.

El resto de estas plantas bajas se dedica a comedores, dependencias sanitarias e higiénicas; seis baños y 40 duchas con sus lavapies; talleres de sastrería y zapatería; almacenes del Regimiento y barbería.

Gimnasio y sala de esgrima.—En edificio independiente, de una sola planta, se proyecta la sala de esgrima y gimnasio, con una pequeña tribuna y cuarto para la ropa.

Cocina de tropa.—Ocupa un pabellón de una planta, con despensa, carbonera, lavadero, fregadero, cocina y preparación de comidas.

Dependencias de sargentos.—Instaladas en un edificio de una planta, con comedor y sala de reunión, barbería, biblioteca, cocina y cuarto de aseo.

Cantina de tropa.—En pabellón de una planta, comprendiendo una amplia sala de reunión, cocina, despacho y vivienda del cantinero.

Economato o depósito de víveres.—En un pequeño pabellón con sótano y una planta para almacén, despacho y oficina del Oficial encargado de este servicio.

Cuadras.—Para el ganado de cada escuadrón se proyectan dos edificios, separados por un muro de carga común para dos filas de pesebres, con locales para pajera, guadarnés y abrevadero de invierno.

Cuadras de Plana Mayor y enfermería general.—Todos los servicios sanitarios para el ganado se instalan en un edificio de una planta, con una cuadra para enfermería general de treinta caballos, con pajera, abrevadero, etc., locales para veterinarios, cobertizo de curas y laboratorio. Aislada de esta cuadra y a continuación está la cuadra de Plana Mayor con sus anejos, y en el resto del edificio, de planta de T, se instalan el cobertizo de carros, maestro sillero, guarnicionero, armero, guadarnés, carreros, herradores, forjadores y cobertizo para herrar.

Cuadra de contagio.—Se proyecta en pabellón independiente y aislado de todos los demás, con cuadras individuales y locales para botiquín y ordenanzas en servicio.

Picaderos.—Se proyectan dos; uno cubierto, de 25 por 50 metros, con locales para guadarnés, enseres de limpieza, tribuna y una cuadra eventual para cuatro caballos. El otro picadero es descubierto, de 90 por 25 metros.

Baño de caballos.—Uno de rampa sencilla en forma de herradura.

Depósito de explosivos.—De una sola planta, aislado con un muro de cerramiento, con locales para repuesto de cartuchos, explosivos y cápsulas.

Estercolero.—Se proyecta uno general en el muro de cerramiento, próximo a la puerta accesoria de entrada de carros.

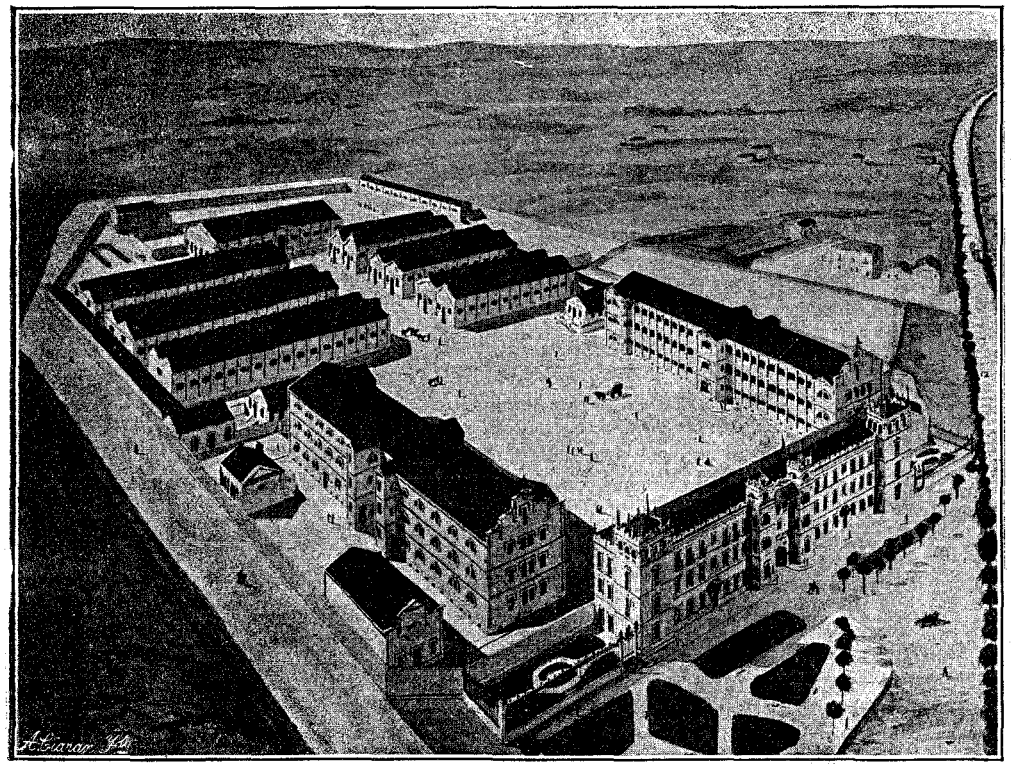
Dependencias generales.—Edificio de tres plantas; en la baja ocupa el centro un vestíbulo de 8 metros de ancho; a su izquierda, locales para el Oficial de guardia, cuarto de estandarte, biblioteca, dormitorios del Jefe y Capitán de cuartel, ordenanzas, barbería, retretes, cuarto de aseo, academia de sargentos, modelos de enseñanza; a la izquierda, cuerpo de guardia de tropa, calabozos, locutorio, escuelas de soldados y cabos, y retretes. En el piso principal, oficinas del Regimiento y dormitorios para Jefes y Oficiales. En el piso segundo, los cuatro pabellones viviendas para el Coronel, Ayudante, Médico y Veterinario.

Construcción.

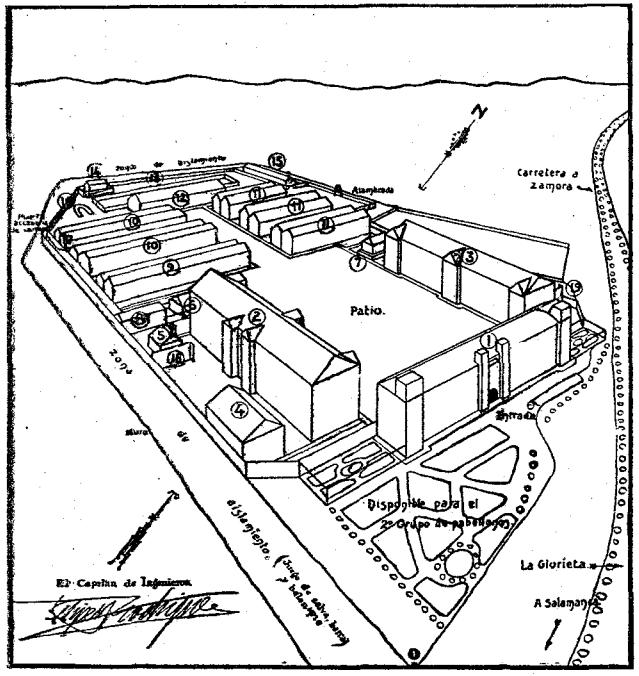
Mampostería ordinaria en cimientos, muros y apoyos; cubiertas en forma de cerchas a la molinera; sillería granítica en pilares, cornisas, jambas, dinteles, impostas y ornamentación de labra aplantillada; fábrica de ladrillo ordinario y hueco, en tabiques de distribución; tabicado de rasilla en bovedillas de piso, algunas cubiertas y escalera a la catalana. Hierro en viguería de pisos, armaduras y escaleras; cemento en cresterías y pináculos; cemento armado en pisos sobre vestíbulo, algunos detalles y accesorios; madera de pino en escalera de pabellones, puertas, ventanas, algunos techos rasos, detalles y pavimento de dormitorios; pavimento de baldosa de cemento común en las demás dependencias, excepto en las cuadras, que son de morrillo con lecho de mortero hidráulico, en asiento y lecho de ganado; en pasillos centrales, de cemento y encintado con losas de granito; en patios y calles, afirmado de macadam, y en aceras, enlosado de granito. Tuberías de alcantarillado, de grés; tuberías de hierro y plomo para la distribución de agua.

Presupuesto.

De contrata, 3.973.398 pesetas.
Complementario, 33.198 ídem.
Tiempo de duración de la obra, treinta y seis meses.



CUARTEL DE CABALLERIA, EN SALAMANCA



1. Dependencias generales y pabellones.
2. Pabellón de tropa núm. 1.
3. Idem de íd. núm. 2.
4. Gimnasio y esgrima.
5. Cocina de tropa.
6. Cantina.
7. Dependencias de sargentos.
8. Economato.
9. Enfermería de ganado y cuadra de Plana Mayor.

10 y 11. Cuadras.

12. Picadero cubierto.
13. Idem descubierto.
14. Municiones.
15. Ganado contagioso.
16. Baño de caballos.
17. Estercolero.

18 y 19. Juego de pelota.

CUARTEL DE CABALLERIA, EN SALAMANCA

Proyecto de cuartel para un Regimiento de Infantería en Murcia, formulado por el Comandante de Ingenieros D. Tomás Moreno Lázaro.

Sistema.

De pabellones aislados.

Solar.

Cedido por el Excmo. Ayuntamiento con este objeto, de 68.000 metros cuadrados. Es de forma muy irregular, polígono de 15 lados y lindando con el río Segura, en el barrio llamado del Carmen.

Distribución.

Los edificios principales del cuartel, destinados a la tropa, se agrupan alrededor de un gran patio central de 70 por 80 metros. Por el lado contiguo a la calle principal de acceso, está limitado por el edificio de dependencias generales, y entre este último y dicha calle, va una zona de jardines.

La tropa se aloja en cinco pabellones de tres plantas, los cuatro primeros para dos compañías cada uno y el quinto para ametralladoras, música y Plana Mayor.

En las plantas bajas de estos pabellones se instalan, comedores, escuelas, almacenes de vestuario y equipo, zapatería, sastrería, gimnasio, dependencias de sargentos, material de ametralladoras, etc.

En las plantas principal y segunda van los dormitorios para cuatro filas de camas, con locales para dormitorios de sargentos, suboficial, cuartos de aseo, oficina, Oficial de semana, almacén y retrete nocturno.

Cuadras.—Situadas en la parte sur del solar y a conveniente distancia de los pabellones de tropa, tienen delante un gran espacio para el servicio. A su izquierda va situado el cobertizo de carros.

Carroceras.—En éstas se coloca en su extremo norte los locales del maestro herrador y armeros.

Enfermería de ganado.—Con el debido aislamiento y separación máxima se instala un pabellón para enfermería de ganado.

Cocina de tropa.—En un pabellón aislado se sitúa la cocina de tropa con todos los servicios.

Cantina, cocina y comedor de sargentos.—Al sur del solar va instalada éste en edificio independiente, de una sola planta, con una zona de jardines en su frente.

Hidroterapia.—Pabellón aislado con servicios completos de piscina, duchas y lavapiés.

Letrinas diurnas.—Hay dos pabelloncitos aislados para letrinas diurnas con el número de plazas reglamentario y en situación apropiada para su fácil acceso.

Enfermería de tropa.—Edificio de una planta con servicios sanitarios y sala para 12 camas.

Abrevadero.—Próximo a la cuadra.

Repuesto.—Pabellón aislado rodeado de cerca.

Explosivos.—Pabellón aislado rodeado de cerca.

Estercolero.—En un extremo del solar lindando con el camino de sirga al río.

Dependencias generales.—Edificio de tres plantas. En planta baja, locales para la guardia y servicios, cuarto de banderas, dormitorios, servicios higiénicos, biblioteca, etc. En planta principal, oficinas y pabellón del Coronel, y en planta segunda, pabellones para el Capitán, Ayudante y Médico y dormitorios para el resto de la Oficialidad.

Muro de cerca del solar.—El muro de cerca es de mampostería, excepto en la fachada principal que es de verja sobre zócalo de obra y está separado de los edificios más próximos por una zona de aislamiento de 15 metros que se planta de eucaliptus para constituir un paseo de ronda con sombra, en el verano muy necesaria en aquel clima.

Construcción.

Cimientos de losa de hormigón armado, por ser el terreno muy poco consistente. Muros de mampostería mixta, tabiques de ladrillo, pisos de hormigón armado, cubiertas de teja plana, armaduras de hierro, pavimentos de enlucido de cemento en los dormitorios y de loseta de cemento en los locales y oficinas, empedrado en cuadras, adoquinado en pasarelas y macadan, alquitranado en el resto.

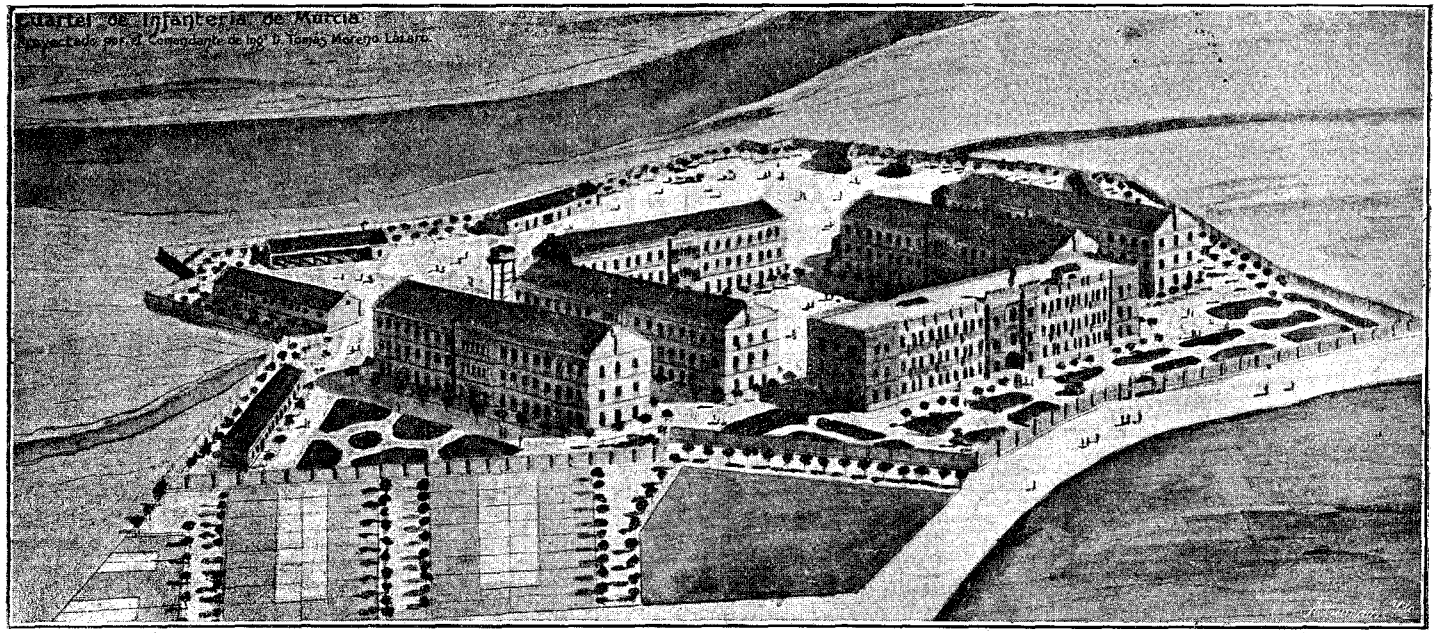
Alcantarillado.—De tubería de gres y recogida de aguas fluviales de cemento.

Abastecimiento de aguas.—Grupos elevados y depósito de hormigón

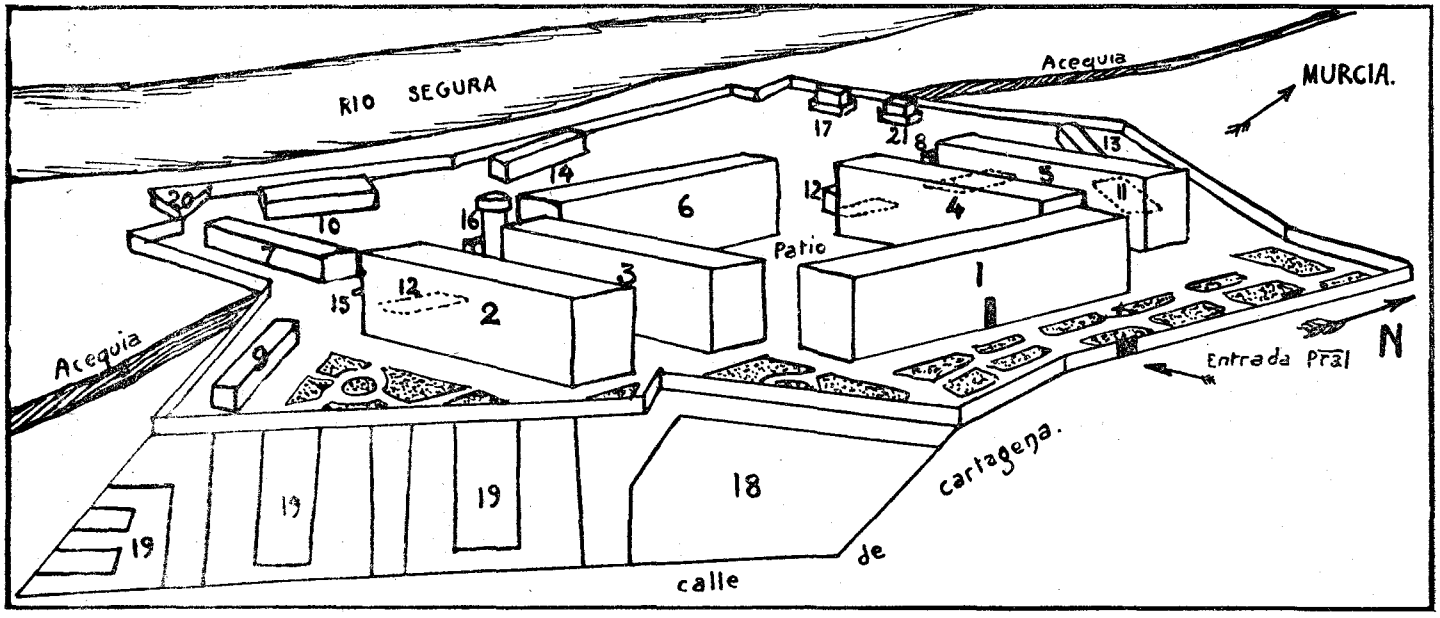
armado sobre castillete del mismo material, de 100 metros cúbicos de capacidad a 20 metros de altura.

Presupuesto.

De contrata, 2.457.260 pesetas.
Complementario, 29.778,68 ídem.
Duración de la obra, treinta y seis meses.



CUARTEL DE INFANTERIA, EN MURCIA



CUARTEL DE INFANTERIA, EN MURCIA

1. Dependencias generales.—**2, 3, 4, 5 y 6.** Pabellones de tropa.—**7.** Cuadras.—**8.** Cocina de tropa.—**9.** Cantina, cocina y comedor de sargentos.—**10.** Carroceras, maestro herrador y armero.—**11.** Hidroterapia (oculto).—**12.** Letrinas (ocultas).—**13.** Enfermería de tropa.—**14.** Idem de ganado.—**15.** Abrevadero.—**16.** Depósito de agua.—**17.** Municiones.—**18.** Pabellones de Jefes y Oficiales (proyecto).—**19.** Idem de clases de tropa (íd.)—**20.** Estercolero.—**21.** Explosivos.

Proyecto de cuartel para un Regimiento de Zapadores Minadores (Infanta María Teresa) en San Sebastián, formulado por el Teniente Coronel de Ingenieros D. Martín Acha y por el Capitán de Ingenieros D. José Sánchez Ruiz.

Sistema.

Semi-bloque.

Solar.

Adquirido, de 39.754 metros cuadrados de extensión, sin contar la zona de aislamiento y la superficie dedicada en sus inmediaciones para trabajos de Escuela práctica permanente.

Distribución.

Los cinco pabellones de tropa *(2, 3, 4, 5* y *6)* y el de Dependencias generales *(1)* forman el patio principal de formaciones, de 88 por 99 metros, el cual va rodeado de galerías de comunicación de 3,20 metros de anchura. A la izquierda de este grupo de edificios se proyecta un patio secundario de 198 por 50 metros, limitado por tres cobertizos de material, cuadras, enfermería de ganado, talleres, almacén de explosivos, etc.

La tropa está alojada en las plantas primera y segunda de los edificios *2, 3, 4, 5* y *6*, en diez dormitorios; nueve para las nueve compañías activas, y el décimo para las en cuadro, de parque e individuos de Plana Mayor.

En las plantas bajas de estos pabellones de tropa se instalan los almacenes, zapatería, sastrería, material de acuartelamiento, reconocimiento médico, cantina, dependencias de sargentos, parque de Escuelas prácticas, escuelas, hidroterapia, gimnasio cubierto, comedores, depósito de armamento, guarnicionero, barbería y almacén de atalajes.

Las escaleras de estos edificios son de forma imperial, proyectándose las cajas de las mismas abiertas por el frente.

Cocina, depósito de víveres y lavadero.—Edificio *7*, de una sola plan-

ta, próximo a los comedores, contiene la cocina con los locales anexos de despensa, preparación de alimentos, carbonera, depósito de víveres y lavadero con los locales suficientes para instalar un lavadero mecánico.

Cudras.—Los edificios de una planta *9, 10, 11* y *13,* cada una de los tres primeros, para el ganado de un Batallón, 12 caballos y 46 mulos, y la última, para 10 caballos y 16 mulos de Plana Mayor. Los pesebres van dispuestos con dos filas en el centro.

Cuadra enfermería.—Edificio *14*, de una planta, con capacidad para 14 cabezas, con una fila de pesebres; las plazas van separadas por tabiques de hormigón armado. Esta enfermería comunica interiormente con el cobertizo de curas y servicio de reconocimiento de ganado.

Cuadra de contagio.—Pabellón *12*, de una planta, para cuatro caballerizas independientes, con pajera y local para ordenanzas.

Cobertizos para material.—Edificios *17, 18, 19* y *20,* uno por Batallón y otro para el material de Escuela práctica. Los primeros se componen de tres partes: una para dos auto-camiones, un auto-rápido, tres motos con carro lateral y varias bicicletas, con un pequeño garaje; la segunda, para ocho carros de sección, un carro cocina, otro sanitario, otro de municiones y otro de víveres; y la tercera, subdividida a su vez en tres partes, para aparcar en cada una de ellas el tren a lomo de una compañía.

Talleres.—Edificio *15*, de una planta, con locales para el Maestro de talleres, herrería, carpintería, cobertizo para reparación de carros, carretería y Maestros armeros.

Cobertizos para carros catalanes.—Pabellón *16,* de una sola planta.

Retretes diurnos.—Tres pabellones *(21)*; dos de ocho plazas y uno de cuatro con sus urinarios.

Depósito de municiones.—Edificio *22,* aislado por un muro de cerca.

Dependencias generales.—Edificio *1,* de tres plantas. En la baja y a la izquierda del vestíbulo, cuerpo de guardia de tropa, calabozos, corrección de sargentos, imprenta, locutorio, retretes y cuarto de aseo, cartero; y a la derecha, Oficial de guardia, sala de banderas, comedor de Oficiales, dormitorios para el Jefe y Capitán de cuartel, telégrafo y teléfono, biblioteca, baño, retretes y lavabo, sala de visitas, ordenanzas, enseres de limpieza y caldera.

Planta principal: oficinas, despachos del Coronel y Jefes, Comisario y Pagador, archivo, fotografía, sala de dibujo y depósito topográfico; sala de justicia y conferencias, juzgado, Suboficial, retretes y lavabo.

Planta segunda: dormitorios para la oficialidad y pabellones para el Ayudante, Médico y Veterinario.

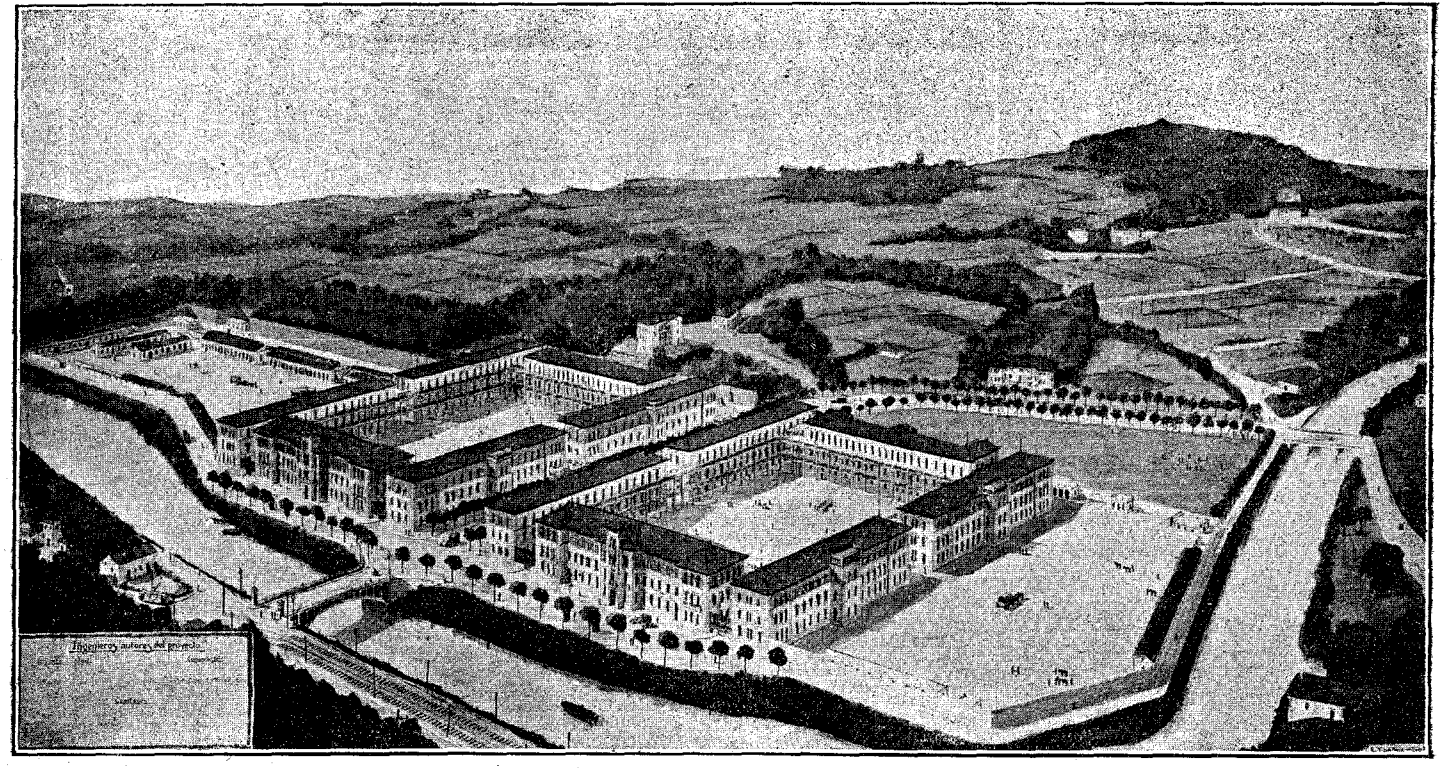
Para pabellón del Coronel se utiliza el actual edificio *a* de Urdincho, de tres plantas.

Construcción.

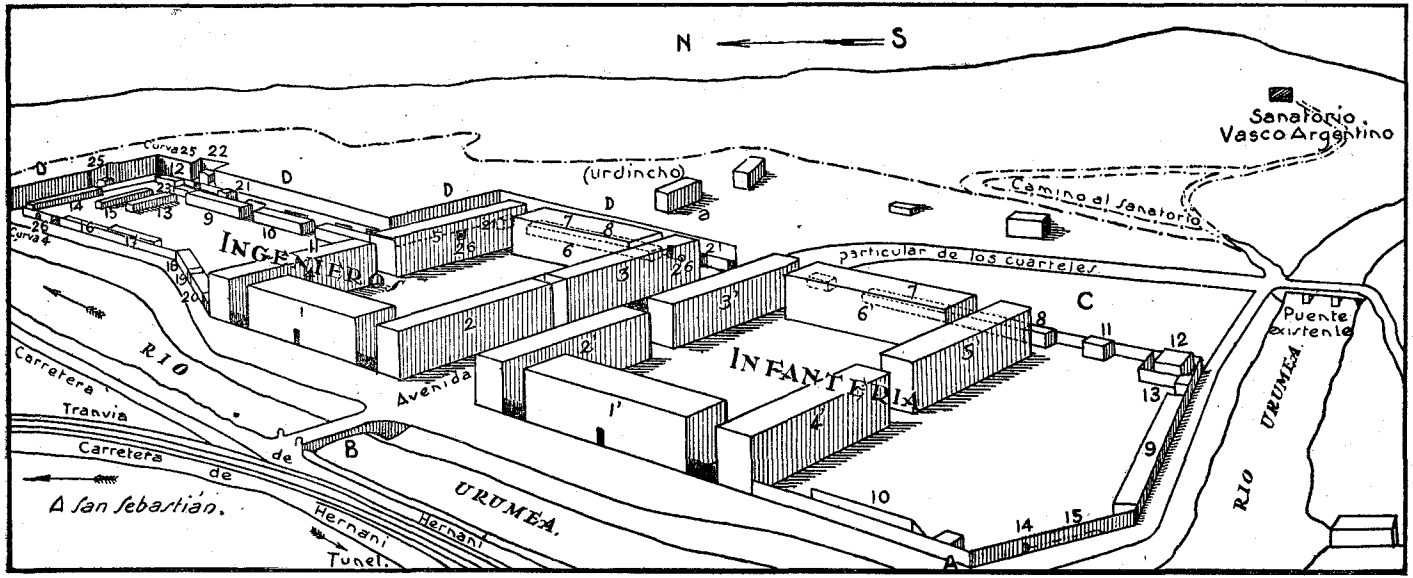
Cimientos: de pilotes de haya, encepadas las cabezas con hormigón en masa, para los edificios de varios pisos, y para los restantes, sobre capa de hormigón. Sillería arenisca: en zócalos, ángulos, etc., del edificio de Dependencias generales. Sillería caliza: en los entrepaños de la fachada principal y de las dos laterales del citado edificio. El resto de los muros, mampostería semi-hidráulica y enlucido hidráulico, al exterior, encalados. Hormigón armado: en cubiertas, pisos y escaleras. En edificios de escasa luz, azoteas de hormigón armado, cemento volcánico y rasilla. Cubiertas de cuadras: de acero y teja plana, tomada con mortero sobre bovedilla. Solados: de madera en oficinas y habitaciones de los pabellones viviendas; en los demás, asfalto, enlucido de cemento, baldosín de cemento estriado o fino; en cuadras, empedrado tomado con asfalto sobre capa de hormigón; patios y calles, empedrados; aceras, de asfalto; tuberías de abastecimiento de aguas, de fundición y de hierro galvanizado; tuberías de grés, para la evacuación de aguas negras y de cemento para la red de aguas blancas; pesebres, de fundición.

Presupuesto.

De contrata, 4.044.510,68 pesetas.
Complementario, 42.335,48 ídem.
Tiempo de duración, cincuenta y cuatro meses.



CUARTEL DE ZAPADORES E INFANTERÍA, EN SAN SEBASTIÁN



CUARTEL DE ZAPADORES, EN SAN SEBASTIAN

1. Dependencias generales.—**2, 3, 4, 5** y **6.** Pabellones de tropa.—**7.** Cocina y depósito de víveres (oculto).—**8.** Lavadero (oculto).—**9, 10** y **11.** Cuadras.—**12.** Enfermería de ganado infeccioso.—**13.** Cuadra de Plana Mayor.—**14.** Enfermería de ganado y Veterinarios.—**15.** Talleres.—**16.** Herrradero y cobertizo de carros.—**17, 18, 19** y **20.** Cobertizos de carros.—**21.** Retretes generales.—**22.** Explosivos.—**23.** Baño de caballos.—**24.** Abrevaderos (ocultos).—**25.** Estercolero.—**26.** Fuentes (ocultas).—**a.** Pabellón del Coronel.

CUARTEL DE INFANTERIA, EN SAN SEBASTIAN

1'. Dependencias generales.—**2', 3', 4', 5'** y **6'.** Pabellones de tropa.—**7'.** Cocina y depósito de víveres (oculto).—**8'.** Lavadero.—**9'.** Cuadras y herradero.—**10'.** Cobertizo de carros.—**11'.** Retretes generales.—**12'.** Explosivos.—**13'.** Estercolero.—**14'.** Fuente (oculta).—**15'.** Abrevadero (oculto).—**B.** Puente en proyecto.—**C.** Terrenos para ampliación.—**D.** Muro de sostenimiento.—**A.** Muro de cerca.

Proyecto de cuartel para un Regimiento de Infantería en San Sebastián (Princesa Mercedes), formulado por el Comandante de Ingenieros D. José Díaz y L. Montenegro y por el Capitán de Ingenieros D. Manuel de las Rivas.

Amocena

Sistema.

Semi-bloque.

Solar.

Adquirido, de 31.500 metros cuadrados de superficie, sin contar zonas de aislamiento.

Distribución.

Los cinco pabellones de tropa *(2', 3', 4', 5'* y *6')* y el de Dependencias generales *(1')* forman el patio principal de formaciones, de 88 por 99 metros, el cual va rodeado de galería de comunicación de 3,20 metros de anchura. A la derecha de este grupo de edificios se proyecta un patio secundario, limitado por las cuadras, cobertizo de carros, depósito de municiones, retretes, etc.

La tropa está alojada en once dormitorios situados en las plantas primera y segunda de los edificios *2', 3', 4', 5'* y *6'*, ocho para las ocho compañías de fusileros; dos para las dos compañías de ametralladoras y el undécimo para las unidades afectas a Plana Mayor.

En las plantas bajas de estos pabellones de tropa, se instalan los almacenes, talleres de sastrería y zapatería, reconocimiento médico, música, dependencias de sargentos, cantina, hidroterapia, gimnasio, escuelas, comedores, parques, depósito de armamento y barbería de tropa.

Las escaleras de los edificios de tropa son de forma imperial, proyectándose las cajas de aquéllas abiertas por el frente.

Cocina, lavadero, etc.—Edificio *7'*, de una sola planta, próximo a los comedores, contiene las cocinas con los locales anexos, de despensa, preparación de alimentos, carbonera, y además el depósito de víveres y lavadero.

Cuadras.—Edificio *9'*, de una planta, de una crujía, con dos filas de pesebres en el centro, con separaciones para el ganado de Plana Mayor, compañías de ametralladoras, enfermería, herradero y botiquín.

Abrevadero.—Próximo a las cuadras y adosado a la cerca, de 20 metros de longitud.

Cobertizo de carros.—Edificio *10'*, de 9 metros de anchura.

Retretes.—Los tres pabellones *11'*, dos de ocho plazas y uno de cuatro, con sus urinarios correspondientes.

Depósito de municiones.—Dividido en tres locales y aislado por un muro de cerca.

Dependencias generales.—Edificio *1'*, de tres plantas. En la baja, a la izquierda del vestíbulo, cuerpo de guardia de tropa, calabozos, corrección de sargentos, imprenta, locutorio, retretes y cuarto de aseo; y a la derecha, Oficial de guardia, sala de banderas, comedor de Oficiales, dormitorios para el Capitán y Jefe de cuartel, telégrafo y teléfono, biblioteca, baño, retretes y lavabo, ordenanzas, enseres de limpieza y caldera.

Planta primera: oficinas, depachos del Coronel y Jefes, salas de reunión de Oficiales, de justicia y conferencias, juzgado, archivo, Suboficial, retretes y lavabo.

Planta segunda: dormitorios para la oficialidad, y pabellones del Coronel, Ayudante y Médico.

Construcción.

Cimientos: de pilotes de haya, encepadas las cabezas con hormigón en masa para los edificios de varios pisos, y para los restantes, sobre capa de hormigón. Sillería arenisca: en zócalos, ángulos etc., del edificio de Dependencias generales; sillería caliza, en los entrepaños de la fachada principal y de las dos laterales del citado edificio. El resto de los muros, mampostería semihidraúlica y enlucido hidraúlico, al exterior encalados. Hormigón armado: en cubiertas, pisos y escaleras. En edificios de escasa luz, azoteas, de hormigón armado, cemento volcánico y rasilla. Cubiertas de cuadras: de acero y teja plana, tomada con mortero sobre bovedilla. Solados: de madera en oficinas y habitaciones de los pabellones viviendas; en los demás, asfalto enlucido de cemento, baldosín de cemento estriado o fino; en cuadras, empedrado tomado con asfalto sobre capa de hormigón; tuberías de abastecimiento de aguas, de fundición y de hierro galvanizado; tuberías de gres, para evacuación de aguas negras y de cemento para la red de aguas blancas; pesebres, de fundición.

Presupuesto.

De contrata, 3.883.349,08 pesetas.
Complementario, 62,860,48 ídem.
Tiempo de duración, cincuenta y cuatro meses.

Proyecto de cuartel de María Cristina para un Regimiento de Infantería, en Barcelona, formulado por el Comandante de Ingenieros D. Vicente Martorell.

Sistema.

Mixto de bloque, con ángulos abiertos y pabellones aislados.

Solar.

14.123,88 metros cuadrados, propiedad de Guerra, y 7.177,50 expropiados.

Distribución.

El patio principal del cuartel lo forman el edificio de dependencias generales y tres edificios de tropa, en cuyas plantas bajas se sitúan dependencias y en las primera y segunda dos compañías de fusiles, por edificio.

Paralelo a uno de estos edificios laterales existe otro, en cuyas plantas primera y segunda se alojan igualmente dos compañías de fusiles. Un quinto edificio, situado en una parcela, separada por la calle de Valencia, unida al resto del solar por un paso subterráneo, sirve de alojamiento a las compañías de ametralladoras, en planta primera y segunda, así como también al tren de cuerpo y la sección de obreros y explosivos. La música se aloja en la planta principal de un edificio situado en el chaflán de la parte mayor del solar.

En la planta baja del edificio de tropa núm. 1 están: el comedor para dos compañías, el gimnasio cubierto y las oficinas del 3.er Batallón; en el número 2: el comedor para dos compañías y las escuelas; en el núm. 3: el comedor para dos compañías y las dependencias sanitarias; en el número 4: el comedor para dos compañías y el almacén regimental con sus dependencias, y en el núm. 5: el comedor para las compañías de ametralladoras y el parque de ametralladoras y carruajes.

Dependencias de suboficiales y sargentos, cantina y barbería y dormitorio de la música.—En el edificio del chaflán, ocupando la cantina y habitación del cantinero, la planta baja; la primera, la música, y la segunda, las dependencias de suboficiales y sargentos.

Cuadras.—En edificio de una sola planta, situado entre el edificio de

tropa núm. 5 y el muro de cerca, con 50 plazas para caballos y mulos, guadarnés, pajera, etc., herradero y lavadero. Una pequeña cuadra enfermería, en edificio independiente, con un local para contagio y tres plazas separadas, con cobertizo, para curas y botiquín, está alineada con la anterior.

Hidroterapia.—Edificio de una planta adosada a la cerca correspondiente a la calle Diagonal del Ferrocarril, con seis baños, 32 duchas, con cuartos para vestirse y desnudarse, cuarto para lavapiés y caldera para el agua caliente.

Edificio de accesorios.—De una sola planta. Contiene: parque de herramientas, talleres de armería, tres plazas de retretes, local de enseres para la limpieza general, cocina de tropa, con local para la cocina «Mexía», otro, para la preparación de alimentos en crudo, despensa, dos carboneras y fregadero; los lavaderos (mecánico y a mano), con cuartos para la ropa limpia y sucia, un local para la columna de municiones y otro sin destino determinado.

Retretes generales.—En dos de los ángulos del patio principal hay dos edificios de tres plantas en comunicación, cada una de ellas, con los edificios de tropa, por medio de galerías, destinados a retretes generales los de la planta baja, y los nocturnos de los dormitorios adyacentes, los de las altas.

Estercolero.—En el ángulo SO. del muro de cerca, de 14 metros cuadrados.

Dependencias generales.—Edificio de tres plantas. En la baja, a la derecha: sala de recibir y biblioteca para Oficiales, sargento de guardia, corrección de sargentos, locutorio de tropa, calabozos, sala de consejos de guerra y juzgado de instrucción; a la izquierda: Oficial de guardia, sala de banderas, comedor de Oficiales, cuerpo de guardia de tropa y cuarto de prevención. En la planta principal: las oficinas del Coronel y Mayoría, despachos de los Jefes, capilla y dormitorios de los Jefes, Capitán de cuartel y Oficiales de semana. En la planta segunda: los dormitorios del Comandante Mayor y demás Oficiales del Regimiento.

Edificio de la guardia destacada.—Para la vigilancia de la parte del cuartel separada por la calle de Valencia, hay un edificio de dos cuerpos en el chaflán de esta calle y la de Villamarí, con locales para el Comandante de la guardia, cuarto vigilante, dormitorio de la tropa, cuarto de aseo y retretes.

Paso interior.—A través de la calle de Valencia, para facilitar las comunicaciones y la vigilancia nocturna, sin salir a la calle.

Pabellones.—Edificio de tres plantas: en la baja y segunda, cuatro Oficiales, en cada una, y en la principal, dos Jefes.

Construcción.

Cimientos, se aprovechan los existentes y los nuevos son, como aquéllos, de mampostería hidráulica.

Los muros son de sillería, en zócalos, de mampostería ordinaria en los de más de 40 centímetros de espesor, y de ladrillo para espesores menores; piedra artificial para encuadrar los vanos; cubierta, de azotea, excepto en los edificios de tropa, donde es de teja plana; entramados de suelos y cubiertas y pies derechos, de hierro laminado. El abastecimiento de aguas se hace tomándolas de la distribución general de la población, que se conduce a depósitos de cemento armado. La ventilación es la natural, por puertas y ventanas. Tiene alumbrado eléctrico. Evacuación de excretas a la alcantarilla general por el intermedio de pozos Mouras. Pavimentos, de tendido de cemento sobre hormigón, o de loseta de cemento comprimido. Cielos rasos, enlucidos de los intradoses de las bovedillas. Patios, afirmados, y aceras, de cemento con bordillo de adoquín. Escaleras, de bovedilla de triple tabicado.

Presupuesto.

De contrata, 3.990.940 pesetas.
Complementario, 21.300 ídem.
Tiempo de duración, treinta y seis meses.

HIGIENE Y SALUBRIDAD DE LAS COLECTIVIDADES OBRERAS

ANTONIO PARELLADA GARCIA

: CAPITAN DE INGENIEROS :

HIGIENE Y SALUBRIDAD

DE LAS COLECTIVIDADES OBRERAS

COMUNICACION PRESENTADA AL

PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA

CELEBRADO EN MADRID EN NOVIEMBRE DE 1919



IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS». - MADRID. 1921.

I

La acción tutelar que el Estado debiera ejercer sobre la higiene y salubridad de las colectividades obreras debe cimentarse en la cultura higiénica de los individuos.

No se ocultaba a la perspicacia de los eminentes organizadores de las civilizaciones más remotas que la conservación de la salud de las colectividades era un principio fundamental de buen gobierno. Buena prueba de ello es que aquellos sabios directores de los pueblos antiguos, no sólo se preocuparon de dictar reglas y saludables preceptos higiénicos, sino que tuvieron el buen cuidado de dar a su legislación un marcado carácter religioso, para luchar contra la ignorancia de sus secuaces y obligarles mejor al cumplimiento de las leyes sanitarias.

Cierto es que las citadas reglas y preceptos eran empíricos en su mayor parte, y hasta falsos y de dudosa eficacia muchos de ellos, porque en aquellas épocas eran desconocidas en absoluto las verdaderas causas de las enfermedades evitables. Pero así y todo, se fué moldeando la cultura de las civilizaciones sucesivas, y, merced a la admirable organización de las Sociedades obreras, llegaron a cristalizar aquellos principios en la construcción de monumentales obras de ingeniería, como las cloacas, los acueductos, las termas, las necrópolis, los estadios, gimnasios y palestras, con cuya erección se atendió al saneamiento de los centros urbanizados, al propio tiempo que se fomentaron los ejercicios al aire libre, que tanto contribuyen a acrecentar el vigor de la raza y al aumento de sus energías físicas.

Desde entonces hasta nuestros días, la legislación se ha ido enriqueciendo con enrevesada maraña de disposiciones saludables, capaces de satisfacer los anhelos de los más exigentes higienistas; la ciencia sanitaria ha dado un paso formidable desde que Luis Pasteur estableció su teoría microbiana, descubriendo con ella la etiología de las enfermedades infecciosas, y dando al traste con la antigua teoría de los miasmas yohémicos o de hacinamiento; la arquitectura militar y civil ha aumentado su haber con muchas y muy notables obras de ingeniería, realizadas

para evitar las fatales consecuencias de la aglomeración humana; y una pléyade de ingenieros e higienistas de todos los países cultos viene realizando, desde hace más de un siglo, meritísimos esfuerzos para mejorar la salubridad de los centros urbanizados y para conducir a las Sociedades por el camino de la civilización y del progreso.

A pesar de todo, no parece sino que en España existe un lamentable apego a las tradiciones y una contumacia invencible para abandonar las prácticas que caracterizan a la calamitosa Edad Media desde el punto de vista de la higiene y salubridad. Porque no hace muchos años que las estadísticas demográficas acusaban una mortalidad de 40 a 50 por 1.000 en algunas provincias, como Madrid y Sevilla, y la elevadísima cifra de 76,8 por 100.000 habitantes en Barcelona, solamente debida a la endemia tífica. Y en el año 1915, la mortalidad general por 1.000 oscila entre 21 y 25 en las principales capitales de provincia, cuando en las más importantes poblaciones del extranjero ha fluctuado entre 11,72 y 18,04.

Todo esto es debido, en primer término, a que en nuestra Nación falta mucho por legislar, y más todavía por cumplir y por hacer, y, en segundo lugar, a que la mayor parte de lo legislado no pasa de ser una prosa fantástica y decorativa, que no cristaliza en nada práctico, por falta de ambiente.

Para crearlo hay que mejorar de antemano la educación y la cultura higiénica de los individuos. Y cuando estas prácticas y conocimientos se adquieran en la escuela, cuando se rinda culto a la higiene y las clases trabajadoras se den cuenta de la importancia que tiene la conservación de la salud como único medio de acrecentar su bienestar, sus energías y la riqueza del país, podrá iniciarse la presión desde abajo e imponerse esa política sanitaria que nos es tan indispensable. De otra manera ya está suficientemente demostrado que las clases directoras de la sociedad ignoran, u olvidan con harta frecuencia, que la conservación de la salud de los individuos es un principio de economía social; y que el obrero educado, instruído, disciplinado, fuerte y vigoroso, constituye la materia prima con que ha de forjarse ese ejército que las naciones han de emplear en constante actividad, para la gran guerra económica fatalmente impuesta por la lucha por la existencia.

Urge, por tanto, mejorar las condiciones de vida de la masa obrera, disminuyendo su receptividad para las enfermedades evitables y reduciendo al mínimo el número de accidentes del trabajo. Para ello es necesario:

1.° Hacer obligatoria la enseñanza de la higiene en las escuelas de primeras letras y perfeccionar esta educación en todo tiempo. La cartilla higiénica elemental, que pudiera servir de texto en las escuelas prima-

rias, debe ser objeto de un concurso abierto por el Ministerio de Instrucción Pública.

2.° Inculcar en el ánimo de los obreros, mejor que por conferencias, por medio de folletos de lectura amena, la necesidad de incluir las exigencias de orden higiénico en lugar preeminente de los programas reivindicatorios del proletariado.

3.° Procurar al operario enseñanza práctica profesional en escuelas de aprendizaje o en las de Artes y Oficios e Industriales.

4.° Realizar la inspección asidua de las obras de construcción, fábricas y talleres. La mayor garantía en el cumplimiento de las disposiciones legales y el mayor acierto en las medidas que se exijan para prevenir las enfermedades y los violentos accidentes del trabajo, sólo podrán obtenerse haciendo recaer los nombramientos de inspectores en delegados técnicos de las Juntas locales de Reformas Sociales, para los establecimientos civiles, y para las obras, fábricas y talleres militares, en jefes u oficiales de Ingenieros del Ejército o de la Armada, de Artillería, de Intendencia y de Sanidad Militar.

Quiere decirse que, dada la ideal actuación de los inspectores del trabajo, regionales y provinciales, muy bien pudieran suprimirse estos cargos, nombrando, en cambio, Juntas provinciales de Inspección, compuestas de un Médico, un Ingeniero y un Arquitecto, que, aun considerados como delegados de las Juntas locales de Reformas Sociales, tendrían las funciones propias que les asigna a los inspectores el Reglamento de 1.° de marzo de 1906.

Estos nuevos funcionarios emplearían toda su actividad única y exclusivamente en la inspección de los centros de trabajo, haciendo sus cargos incompatibles con cualquiera otro del Estado, pero asignándoles una retribución en concepto de sueldo, independientemente de las dietas y demás devengos que les correspondiesen por el ejercicio de su cometido.

Para facilitar la acción fiscalizadora de estas Juntas, estimo que sería muy provechosa la aprobación de un Reglamento orgánico de Higiene y Sanidad de talleres, análogo al de las Compañías de Ferrocarriles, pero a condición de cumplirlo.

II

Principales causas de insalubridad en las colectividades obreras.

Es indudable que la falta de higiene en la alimentación contribuye más poderosamente a la insalubridad de las clases proletarias que a la de las clases más acomodadas de la sociedad. El plan curativo de este mal

han de proporcionarlo los Gobiernos competentes que quieran prescindir de convertir en baja política los intereses más vitales del país, y que, capacitados técnicamente para abordar esta cuestión, logren desarrollar una política de abastos que evite la miseria y la carestía de la vida. De todas maneras, mucho podrá conseguirse en este sentido, obligando formalmente a los patronos que tengan de 100 operarios en adelante, al establecimiento de economatos, instalados precisamente en dependencias anejas de las fábricas o talleres, y administrados a su costa. Con este servicio se beneficia por igual a todos los obreros, sin imponerles la obligatoria asociación que exigen las cooperativas de consumo. Fijando los precios unitarios sin más gravamen que el de los transportes, y señalando tantos por ciento de merma prudenciales para cada artículo, podrán los patronos compensar los gastos con los ingresos en un período relativamente corto, y hasta obtener pequeños beneficios con que atender a los gastos de administración y de amortización del reducido capital invertido en las instalaciones.

Prescindiendo de este aspecto del problema, que no entra dentro de los límites de esta ponencia, así como de lo referente al alcoholismo y a la higiene de la prostitución, voy a examinar sucintamente las principales causas que de un modo constante atentan contra la salubridad de las poblaciones obreras, y a las que cabe poner remedio con el concurso de los Ingenieros higienistas.

Las precitadas causas son las siguientes:

La impurificación del aire respirable en las salas de trabajo.

La insuficiencia y mala calidad de las aguas destinadas a la alimentación.

La contaminación del suelo y del subsuelo, que fatalmente se inficiona, no sólo por las excretas y resíduos de la vida del hombre y de los animales, sino por los productos y aguas residuales de las industrias.

La insalubridad de las viviendas.

La falta de aseo e higiene individual.

La imperfecta iluminación de los talleres.

Los accidentes del trabajo.

Todas estas causas contribuyen, de consuno, a modificar las condiciones naturales de la vida del hombre, y se traducen en una serie de problemas sanitarios íntimamente relacionados, que es necesario resolver en su conjunto si ha de ser eficaz el saneamiento.

No pretendo el acierto de presentar la solución detallada de los problemas indicados. Mi pretensión es mucho más modesta: indicar algunos medios de mejorar la higiene y salubridad del obrero en la vivienda, en la fábrica y en el taller y poner de relieve algunas deficiencias que a mi

entender se observan en los reglamentos para la aplicación de las leyes de accidentes y regulación del trabajo de hombres, niños y mujeres. Quizá estas observaciones puedan servir de base a otros Ingenieros más competentes y autorizados, para proponer y llevar a la práctica las modificaciones y reformas indispensables.

Dando por sentado que los reglamentos de referencia se encuentran incumplidos en su mayor parte, porque lo contrario hubiera sido una abjuración de nuestras sagradas tradiciones políticas, se advierte en ellos, y la práctica responde admirablemente a la advertencia, que la principal preocupación del legislador es la de prevenir los accidentes violentos del trabajo y mitigar sus efectos; es decir, que si por completo no se hace caso omiso de los accidentes lentos, y quizá de más graves consecuencias, producidos por la falta de condiciones higiénicas en los talleres, tampoco se concede la debida importancia a las causas determinantes y a veces no sospechadas de las enfermedades infecciosas evitables, que, cuando menos, ponen en peligro la existencia del obrero y disminuyen sus energías físicas y su capacidad para el trabajo.

Es necesario, pues, en mi concepto, ampliar algo más las vagas disposiciones de los reglamentos citados sobre higiene y salubridad, dictando las medidas profilácticas generales, pero concretas, que han de aplicarse en los diferentes establecimientos, en armonía con una minuciosa clasificación de las industrias.

III

De los medios encaminados a evitar la impurificación del aire respirable.

Sabido es que las condiciones naturales del aire aséptico se alteran de un modo perjudicial para la salud.

1.° Por la mayor temperatura del aire espirado. A esto se debe que el calor llegue a ser excesivo e insoportable en los talleres donde se reúne un gran número de operarios, porque a las calorías que lleva el aire han de agregarse las que se desprenden del cuerpo humano—120 a 140 por hora y por adulto ocupado en trabajos rudos—y las que producen los aparatos de iluminación, hornos, máquinas y calderas.

2.° Por la cantidad de vapor de agua que se desprende por efecto de la respiración pulmonar y de la transpiración cutánea. Ha de tenerse en cuenta que, a medida que la humedad aumenta en los locales cerrados, se intensifica la vitalidad y virulencia de los microbios patógenos y se favorece su multiplicación.

3.° Por la acumulación de las sustancias orgánicas volátiles que

acompañan al aire espirado, con las que, mezcladas con el sudor, se contaminan por su contacto con la piel sucia y saturan el ambiente de malos olores. A la existencia de estos productos orgánicos perjudiciales es debida la mayor receptividad que el hombre adquiere para las enfermedades infecciosas.

4.° Por la contaminación que en el aire originan los microorganismos patógenos productores de la tuberculosis, de la difteria y de la fiebre tifoidea; y

5.° Por la impurificación debida a los humos, gases, vapores y polvillos de origen animal, vegetal o metálico que se desprenden como productos residuales de las industrias. Estas partículas exponen a los operarios a graves perjuicios, no sólo por su acción directa, sino porque constituyen el asiento de bacterias y seres microscópicos que segregan toxinas como restos de su nutrición.

El calor excesivo debe evitarse, porque es causa que aumenta las molestias del trabajo y disminuye el rendimiento del obrero. Muy sencillamente puede conseguirse el objeto, por el empleo de los impropiamente llamados ventiladores de paletas, que, colgados del techo, a bastante altura, no originan corrientes molestas ni perjudiciales para la salud. Estos aparatos son meros agitadores del aire, que aceleran el secado del sudor, activan la evaporación de las secreciones y producen, por tanto, la sensación fisiológica de fresco. Están, pues, justificados en muchos talleres salubres, en los que los operarios han de soportar constantemente elevadas temperaturas o, por lo menos, durante las épocas de calor.

Pero no hay que confundir la ventilación con la agitación del aire. Esta última no hace desaparecer ninguna de las restantes causas de impurificación que quedan indicadas. La ventilación bien entendida tiene por objeto extraer el aire viciado de los locales y reemplazarlo por otro que reuna las mayores garantías de pureza, así como la temperatura y el grado de humedad convenientes.

Claro está que la renovación sólo puede obtenerse facilitando la entrada del aire puro, disponiendo conductos para la salida del viciado y creando la fuerza indispensable para poner al aire en movimiento; pero ha de estudiarse muy detenidamente la instalación en cada caso, no sólo con el fin de establecer las relaciones de presión más convenientes al objeto que se persigue, sino para evitar que su movimiento se haga demasiado sensible y degenere en violentas corrientes perjudiciales, tanto más molestas y peligrosas cuanto más baja es la temperatura del aire de entrada, con relación a la que ha de mantenerse en el interior de los locales. A estos efectos, la capacidad mínima por individuo ha de fijarse

en 40 metros cúbicos en los talleres insalubres y en 20 en los salubres. Renovando el volumen total de aire tres veces por hora, como máximo, corresponderán, respectivamente, 120 ó 60 metros cúbicos de aire puro por operario, en el mismo tiempo.

Sea por calentamiento del aire de evacuación, sea por medio de la aspiración mecánica del aire viciado, han de ponerse en depresión, hasta elevar la zona neutra por encima del techo, los laboratorios y talleres de productos químicos, los talleres de las fábricas de tabacos, los de las fábricas de tejidos, los de escogido y corte de trapos de las papeleras, los de las fábricas de cemento, las fraguas, los depósitos cerrados para la reparación de máquinas locomotoras, los departamentos de carga y descarga de hornos y calderas y, en general, todos los locales de trabajo donde se producen neblinas de humos, gases, vapores o polvillos y malos olores.

En tales habitaciones colectivas no debe emplearse más que la ventilación ascendente, es decir, de abajo a arriba, pero a condición de disponer las bocas de entrada a 2 ó 3 metros por encima del suelo y de dotarlas de los registros apropiados para quebrantar las corrientes de aire frío y asegurar la mayor difusión horizontal. Aun así y todo, la rápida disipación de las capas de humo o atmósferas polvorientas sólo podrá lograrse por la introducción de violentas corrientes laterales de aire pulverizado, cuya temperatura ha de ser superior en 5° a la del aire del local, para romper el equilibrio gaseoso y favorecer la elevación.

Por el contrario, han de ponerse en presión las grandes oficinas, los locales del comercio, los vastos talleres de máquinas herramientas y, en general, todas aquellas grandes salas de trabajo que puedan reputarse como salubres, y en las cuales se reúne un buen número de operarios obligados a permanecer en la proximidad de las puertas y las ventanas; es decir, que el procedimiento normal de ventilación de estos talleres ha de ser el de impulsión mecánica, como único medio seguro de mantener la zona neutra a un nivel muy bajo, e impedir, por lo tanto, la penetración de peligrosas y violentas corrientes de aire frío.

La gran facilidad con que se vencen las resistencias por este sistema, no sólo permite obtener una filtración eficaz del aire de entrada, sino resolver el problema de la calefacción y ventilación simultáneas, con notable aumento del radio de acción de las calefacciones ordinarias de aire caliente. Utilizando termo-ventiladores con radiador de vapor o agua, puede lanzarse el aire a gran velocidad hacia los locales y conseguirse una ventilación enérgica capaz de provocar la expulsión de las partículas polvorientas que impurifican la atmósfera de los talleres insalubres.

El grado de humedad relativa, que en general no debe exceder del 50 por 100, se obtendrá por el empleo de saturadores de alimentación auto-

mática. Bastará calcular las calorías que el radiador ha de proporcionar para vaporizar el agua necesaria y agregarlas a las que son indispensables para satisfacer las exigencias de la calefacción.

En las épocas de verano ha de recurrirse a la refrigeración del aire de entrada, para conservar el rendimiento del obrero y hacer más soportable su trabajo. Es igualmente aplicable la ventilación por impulsión, que en este caso elevará el nivel de la zona en que se equilibran las presiones, y se opondrá a que el aire cálido de fuera penetre por las rendijas de puertas y ventanas.

Aunque se pierda en seguridad y eficacia, se podrá prescindir de los gastos que supone la ventilación artificial en todos aquellos talleres muy salubres, en los que cabe aprovechar la disposición y género de construcción de los edificios para obtener una renovación natural o espontánea del aire impurificado, pero siempre a condición de establecer en los locales cerrados los orificios necesarios para la entrada y salida del aire, cuya cantidad y velocidad deberá regularse por medio de registros que se opongan a la penetración del polvo y de la lluvia y que quebranten la intensidad de las corrientes directas. Así, por ejemplo, en los talleres de esta clase, instalados en edificios de planta única, la ventilación se puede conseguir colocando ventanas altas, giratorias alrededor del cabío bajo del bastidor, y disponiendo en la cubierta una linterna corrida, con cierre de persiana o, en su defecto, chimeneas ventiladoras de palastro, con caperuza fija aspiradora. Y para prever el caso de que las puertas y ventanas hayan de cerrarse, se colocará en los muros de fachada, a 2 ó 3 metros sobre el suelo, una hilada corrida de ladrillos perforados, con un agujero troncocónico, o los registros que fueren necesarios para asegurar la ventilación.

Dicho se está que el medio indirecto de evitar el inoportuno cierre de las entradas de aire frío y de no hacer ilusoria la ventilación, es el de mantener los locales en invierno a la temperatura de 10 a 18°, según la clase de trabajo. La calefacción central por vapor a baja presión, con radiadores tubulares, será el sistema que permitirá resolver el problema en la mayoría de los establecimientos de importancia. Es, por otra parte, el único procedimiento que en tales circunstancias puede conciliar las exigencias higiénicas y económicas.

*
* *

Con ser tan eficaces las instalaciones de ventilación artificial, ha de advertirse que no bastan por sí solas para conseguir la mayor salubridad de los talleres. Para evitar la propagación de enfermedades infecciosas,

como la tuberculosis y la difteria, cuyo germen específico es transmisible principalmente por medio del aire, se requieren además las siguientes medidas profilácticas, que, a pesar de ser tan elementales, brillan, en general, por su inobservancia, cuando debieran tener carácter obligatorio.

1.ª Instalación de escupideras de loza o hierro esmaltado en todas las salas de trabajo. En tales receptáculos ha de mantenerse una pequeña cantidad de agua que impida la desecación de los esputos. La limpieza de las escupideras ha de ser diaria, empleando para ello el agua hirviendo. Mucho más limpio y menos molesto para los encargados de estas operaciones es utilizar las calderas cerradas, en las que el lavado se efectúa con una disolución de sosa calentada por el vapor y el aclarado, con una doble y sucesiva circulación de agua caliente y fría que se conduce directamente a la alcantarilla.

2.ª Practicar la desinfección periódica de los talleres, empleando el formaldehido, el trioximetileno o las soluciones acuosas de formalina. Estas desinfecciones han de completarse por el lavado de los suelos y parte baja de las paredes, con solución de sublimado al 5 por 1.000, o, en su defecto, utilizando una solución de sosa o potasa al 15 por 100. Efectuado el tratamiento, deben lavarse con agua clara los suelos y paredes.

3.ª Impedir la difusión de los gérmenes infecciosos mezclados con el polvo. A este efecto, se regarán los pisos ligeramente antes de barrerlos, o se practicará la operación diaria del barrido, tendiendo previamente sobre el suelo una capa de serrín humedecido.

4.ª Prohibir la instalación de talleres en locales húmedos y sombríos, pues así como no hay microbio productor de las enfermedades infectocontagiosas que pueda conservar su virulencia bajo la acción directa de los rayos solares, en las habitaciones de suyo insalubres, se conserva, en cambio, durante mucho tiempo, la vitalidad de los gérmenes propagadores de la difteria y la tuberculosis.

5.ª Practicar periódicamente el reconocimiento facultativo de los operarios sospechosos, para proceder al inmediato aislamiento de los obreros tísicos o que padezcan una tuberculosis incipiente. Conviene no olvidar, que un sólo tísico no vigilado, es mucho más peligroso, para la salubridad general, que muchos miles de tuberculosos convenientemente vigilados en los sanatorios u hospitales de aislamiento.

IV

La pureza de las aguas de alimentación.

No admite duda que cuando el cólera, la fiebre tifoidea o la disentería aparecen con carácter epidémico en una población, en una barriada

o en alguna de sus calles, la causa determinante de la epidemia ha de buscarse, con gran seguridad de encontrarla, en la contaminación de las aguas destinadas a la bebida. Y es que las tres enfermedades indicadas, sobre todo las dos primeras, son especialmente transmisibles por vía hídrica, aunque no de un modo exclusivo.

La epidemia siempre asusta, porque no en balde es súbita y terriblemente aparatosa. Y, sin embargo, hay que reconocerle una cualidad benéfica: la de espolear la actividad de las autoridades sanitarias y hacerlas despertar de su letargo. Pero, al fin de cuenta, es notablemente mayor la mortalidad, debida a las endemias que, con mayor o menor intensidad, azotan callada y continuamente a las aglomeraciones humanas.

Por lo que a España se refiere, bien puede decirse que ocupa uno de los primeros puestos entre las naciones civilizadas que padecen mayor mortalidad por endemia tífica. El mal no ha de atribuirse a las condiciones climatológicas de los lugares, ni a su latitud, ni a la idiosincrasia de los individuos; es debido, sencillamente, a nuestra incultura, a nuestro atraso y apatía, a la inconsciencia de las clases directoras, que corre parejas con la falta de saneamiento de los centros urbanizados.

Si examinamos el problema del abastecimiento de aguas potables, desde el punto de vista del interés público, urge, ante todo, dictar una ley de protección de las masas de agua superficiales, para evitar que los ríos, arroyos, canales, lagos y pantanos continúen siendo verdaderas cloacas al descubierto, en las que, con el mayor desprecio de los intereses generales, se vierten todas las inmundicias y residuos líquidos de las poblaciones. Colocándonos en el plano de cultura de las naciones que están más adelantadas y que más se preocupan de la salubridad pública, el objeto de la ley de protección a los cursos de agua debiera ser:

1.° Prohibir el vertimiento en ellos de las aguas negras de alcantarilla, de composición normal, que no hayan experimentado la depuración preliminar, ya se consiga ésta por el desparramamiento y subsiguiente filtración en el terreno, ya sea obtenida por el tratamiento en separadores sépticos, siempre complementado con la indispensable depuración biológica por filtración continua o intermitente en lechos de contacto o de percolación. En épocas de epidemia tífica o colérica, el empleo del cloruro de cal, para la desinfección del líquido filtrado, será la última fase necesaria de la depuración completa de las aguas sucias.

2.° Prohibir el vertimiento directo, en las aguas superficiales, de las inmundicias líquidas, procedentes de los mataderos, tintorerías, fábricas de tejidos, de productos químicos, de cerveza, de gas del alumbrado, de las papeleras, azucareras y demás industrias que pueden aportar a los cursos de agua grandes cantidades de sustancias minerales, químicas u

orgánicas, capaces de constituir un verdadero obstáculo a la autodepuración biológica. Y si los residuos líquidos industriales han de mezclarse con las aguas de alcantarilla, no autorizar la mezcla sin someterlos previamente a un tratamiento químico-mecánico que los desembarace de las sustancias perjudiciales que se oponen al desarrollo normal del proceso de depuración natural o artificial; y

3.° Declarar obligatorias las zonas de protección que deben respetarse en ambas márgenes, en las inmediaciones de las tomas de agua, prohibiendo que el terreno se cultive o se dedique a pastaderos, y que en el mismo se amontonen basuras o se viertan inmundicias líquidas de cualquier clase, que inficionan la tierra y son arrastradas por las aguas en las épocas de grandes lluvias y crecidas.

Tales son las principales bases en que debe descansar la eficaz protección de las aguas utilizadas para el abastecimiento, sobre todo cuando se trata de urbes importantes que han de verter el enorme volumen de sus excretas y demás inmundicias líquidas en masas de agua poco caudalosas y de débil corriente.

Pero mientras no nos horroricemos ni nos mueva a la protesta la aterradora mortalidad por fiebre tifoidea y tuberculosis que se observa en la mayor parte de nuestras provincias, bien se puede asegurar que las eficaces medidas de previsión que quedan apuntadas no habrán de realizarse. Entretanto, podríamos darnos por satisfechos con garantizar, en lo posible, la a veces fantástica depuración natural, recurriendo para ello a una ley de protección, de cumplimiento más viable, que impidiese:

1.° Efectuar tomas de aguas en las orillas de los lagos o pantanos, y, aguas abajo de las poblaciones, en puntos anteriores al en que las aguas corrientes pueden considerarse totalmente depuradas.

2.° Verter, ya directamente, ya mezclados con las aguas de las cloacas, los residuos líquidos industriales que no hayan experimentado la previa depuración.

3.° Practicar el vertimiento directo cuando el volumen de aguas sucias no sea 20 ó 30 veces menor que el gasto del río en el mismo punto y la velocidad de las aguas superficiales inferior a 0,60 metros por segundo; y

4.° Efectuar el vertimiento sin la previa decantación de las aguas sucias, de cualquier género que sean.

Hasta aquí me he referido exclusivamente a las aguas superficiales en sus orígenes, porque aunque son las más expuestas a la infección, constituyen la fuente principal de los abastecimientos de las poblaciones, dado el excesivo volumen que éstas exigen para cubrir sus necesidades.

Huelga decir que el saneamiento y la mayor limpieza del terreno es

igualmente indispensable en las proximidades de los manantiales, zonas de captación por drenaje, pozos de la capa freática, pozos profundos y pozos artesianos, para conseguir en todos los casos la mayor protección higiénica de las aguas y evitar contaminaciones, que siempre son posibles, aun tratándose de profundos yacimientos acuíferos subterráneos. Tal ocurre, por ejemplo, en las aguas de los terrenos fisurados o de fallas, como los de roca y creta calizas, esquistos y pudingas, y en las de los pozos artesianos de entubación defectuosa que atraviesan capas contaminadas y permeables del terreno.

Dando por resuelto este problema previo, que por ser de capital importancia no he querido pasar por alto, aunque no sea mi propósito el ocuparme con detalle de cuanto a higiene pública se refiere, aún queda por resolver otra cuestión, cual es la de asegurar la potabilidad de las aguas de bebida en su completo recorrido, desde los puntos de captación a los puntos de consumo.

No admite duda que el sistema más perfecto para garantizar al agua los caracteres físicos y organolépticos, la composición química y mineralógica y la pureza biológica y micrográfica que constituyen los factores de su potabilidad, es el de practicar la corrección y depuración en masa de los grandes volúmenes que han de ser enviados a la red de distribución.

Todo lo que no sea colocarse en este punto de vista elevado es resolver el problema a medias o, mejor dicho, no querer resolverlo. Y es que la corrección química doméstica es impracticable, y la depuración biológica de los pequeños volúmenes no puede confiarse a los particulares de una población, porque no todos cuentan con los recursos necesarios para ello, ni con la educación higiénica que se requiere para comprender la importancia de cumplimentar tan elementales y saludables preceptos. Entre tales individuos, faltos de cultura y más faltos todavía de dinero, hay que incluir especialmente a los que integran las colectividades obreras, las que, dada la escrupulosa protección de nuestros ríos y manantiales, están condenadas a consumir inconscientemente una dilución, a veces clarificada y frecuentemente turbia, de sus propias excretas e inmundicias de todo género.

Quiero, con estas ligeras consideraciones, hacer resaltar mi convencimiento de que la mortalidad por epidemias o endemias, tífica, colérica y disentérica, no es prácticamente susceptible de reducción más que enviando a las redes distribuidoras el agua corregida y depurada, pues si bien es cierto que la infección es factible, y hasta frecuente, en las mismas cañerías de distribución, el mal está localizado, y tiene fácil y rápido remedio, con tal de observar la precaución de analizar las aguas dia-

riamente en los Laboratorios municipales de higiene pública, y la de hacer llevar a las autoridades sanitarias una estadística de las enfermedades de origen hídrico, con el fin de que puedan comunicar los datos alarmantes a los ingenieros encargados del servicio, para que éstos realicen la inspección inmediata y las reparaciones que fueren necesarias en las cañerías abastecedoras de los barrios, calles o casas, en que la epidemia se presenta.

De consiguiente, no creo que el problema que plantea la conservación de la potabilidad de las aguas de bebida tenga más solución eficaz que la del establecimiento de grandes instalaciones depuradoras de filtración lenta o rápida por la arena, complementada con los tratamientos previos y circunstanciales de decantación, clarificación por coagulantes o en desbastadores y prefiltros, desferrización y corrección química por el hierro y demás procedimientos de empleo condicionado a la calidad de las aguas.

Pero ya que este asunto no vaya en España por camino de resolverse, ¿no sería justo y razonable que a las diferentes entidades encargadas de la construcción de casas baratas para obreros se les exigiese el establecimiento en la barriada de una pequeña instalación de filtración de aguas, para justificar mejor el dictado de viviendas higiénicas, que de otro modo sólo es posible aceptar con prudentes reservas?

Las eficaces instalaciones de filtración por arena no sumergida, previa la clarificación de las aguas excesivamente turbias por el tratamiento con el sulfato de alúmina, y mediante el vertido intermitente del agua bruta sobre el filtro para asegurar mejor la oxidación y regeneración de la materia filtrante, permitirían obtener, sin grandes gastos, no la completa depuración biológica de las aguas de bebida, que esto no se consigue con ningún procedimiento de filtración, pero sí un notable mejoramiento de la pureza bacteriológica del líquido, hasta el punto de hacerse sensible por una gran reducción de la mortalidad debida a la endemia tífica.

Y si esto resulta lógico tratándose de las barriadas obreras, en las que las instalaciones pueden costar unos miles de pesetas, pero muy pocos, habrá que convenir en que debiera hacerse obligatoria, en las fábricas y talleres, la instalación de un grupo de filtros de porcelana de amianto, de los pomposamente llamados esterilizadores en el comercio, que, aun cuando disten mucho de realizar la esterilización, con una limpieza asidua, y con una periódica regeneración de las bujías por el bisulfito sódico en disolución acuosa al 5 por 100 y su esterilización por el permanganato potásico al 1 por 1.000, reducen en gran parte las causas de propagación de las enfermedades transmisibles por vía hídrica y mejoran considerablemente la salubridad de las colectividades.

Partiendo de un consumo máximo diario de 5 litros de agua por operario, solamente para la bebida durante su estancia en el taller, sería muy suficiente con un grupo de 6 filtros de 15 bujías cada uno, para asegurar el abastecimiento en una fábrica de mil operarios.

Si a estas medidas saludables se añadiera la prohibición absoluta de emplear el agua de los pozos de la capa freática, abiertos en las inmediaciones de todo centro habitado, para todos los usos que tengan relación, siquiera sea indirecta, con la alimentación, mucho se habría conseguido en este asunto, que por lo general se mira con la indiferencia resultante de una supina ignorancia.

V

La contaminación del suelo y del subsuelo.

La frecuente infección del suelo y del subsuelo, provocada por el vertimiento sobre aquél de las diversas clases de inmundicias que se producen en los centros habitados, es otra de las causas determinantes de la contaminación del aire respirable, y el único origen del que dimanan las infecciones de las aguas superficiales o subterráneas. Teniendo esto en cuenta, se comprenderá, sin duda alguna, que el problema del saneamiento es único, y que su resolución, más o menos acertada, dependerá de la que se obtenga para todas y cada una de las cuestiones previas que lo integran.

Por esto no debe causar extrañeza el que con gran frecuencia no se logre atajar, ni siquiera reducir, las endemias o epidemias eberthianas, a pesar de haber resuelto en todos sus aspectos el problema del abastecimiento de aguas potables. Y es que el bacilo de Eberth vive más tiempo en el terreno que en el agua, y, si no se encuentra fijado por la humedad, rápidamente se difunde en la atmósfera a favor de las corrientes de aire y se ingiere o se aspira mezclado con el polvo. En el agua, en cambio, es muy sensible a la acción de los saprofitos; y aunque su vitalidad dura poco tiempo cuando se encuentra mezclado con las deyecciones o con líquidos contaminados que, por estar faltos de oxígeno, se opongan a su virulencia y multiplicación, dura su acción nociva lo bastante para originar la infección de las aguas subterráneas que se encuentran en contacto con la materia orgánica en descomposición, o la de las aguas superficiales en las que se vierten las inmundicias líquidas no depuradas. Por esto es tan fácil y frecuente la transmisión de las fiebres tifoideas por intermedio de los alimentos crudos, como las ostras, mejillones y otros mariscos, recogidos en los viveros y parques ostrícolas contaminados por

las aguas de alcantarilla que vierten en los puertos, por intermedio de los frutos y hortalizas cultivados en la proximidad de los centros habitados, donde el terreno es rico en deyecciones, por medio de la leche sin hervir, frecuentemente inficionada por la suciedad de los órganos mamarios del ganado, y hasta por las moscas que habiendo estado en contacto con las basuras o deyecciones, transportan el germen específico de la enfermedad e inficionan los alimentos sobre los cuales se posan.

La poliferación y virulencia de otros varios microbios patógenos es, por otra parte, favorecida por la humedad del terreno, y por esto se prolonga la permanencia activa en el mismo del vibrión colérico, del bacilo de Kock y, muy especialmente, de los bacilos que se reproducen por esporulación como los del tétanos y el carbunclo, que son notablemente resistentes a la accion destructora y benéfica de los gérmenes saprofitos.

Es por tanto indispensable, para evitar los diferentes tipos de endemias y epidemias infecciosas, conservar al suelo exento de las materias orgánicas y sustancias contaminadas que constituyen el albergue de los microorganismos patógenos, procediendo para ello a la inmediata recogida de toda clase de inmundicias, y asegurando su rápido alejamiento de los centros de población.

Por lo que a las inmundicias líquidas se refiere, la única solución perfecta del problema es la construcción de alcantarillados impermeables, que dispongan de agua abundante para producir el continuo arrastre de las materias y lograr la mayor limpieza de los conductos; y en lo tocante a las basuras, hora es ya de abandonar los tan clásicos como antihigiénicos sistemas de amontonamiento en las calles y otros lugares, o su vertimiento en los ríos o en el mar, para proceder, en cambio, a su clasificación y subsiguiente destrucción de las sustancias no aprovechables en los modernos hornos crematorios.

Pero dejando a un lado estas cuestiones, no sólo por ser inherentes a la higiene pública, sino porque algo más hemos de decir sobre ellas al ocuparnos de las viviendas higiénicas, nos limitaremos a estudiar lo que está más íntimamente relacionado con la contaminación del suelo dentro del recinto de las fábricas y talleres.

Para mí no cabe duda que el estado en que se encuentran los retretes, la pulcritud de los diferentes locales y el número de moscas que contienen constituyen el índice de la incultura y suciedad de los individuos que ocupan un establecimiento de habitación colectiva, llámese como se llame.

Creo que los tipos de urinarios y retretes adoptados en los edificios de esta clase es la causa que más influye en su mal uso y que, por ende, produce las suciedades y consiguientes infecciones que se observan en

los suelos. Porque encuentro justificado que cualquier persona medianamente culta y aseada sienta verdadera repugnancia por acercarse a uno de esos urinarios asfixiantes, tan repartidos en nuestros teatros, cafés y estaciones del ferrocarril, y más todavía que oponga serios reparos en hacer uso de uno de esos retretes a la turca, que debieran encontrarse proscritos en absoluto, aun en el caso más favorable de estar dotados de cubeta con obturación hidráulica y de depósitos de descarga automática. Y es que, por la imprecisa posición del ocupante de estos receptores, tanto más imprecisa y variable cuanto más sucios se encuentran, las tolvas, suelos y paredes son verdaderos depósitos de deyecciones que, arrastradas por los pies del visitante, vehiculan la suciedad y los gérmenes infecciosos por todas partes. Hay que convenir, por consiguiente, que en muchas ocasiones resulta más limpio y menos peligroso el hacer las necesidades al aire libre.

Los receptores que, a mi juicio, reúnen mejores condiciones higiénicas para los edificios de habitación colectiva, como los cuarteles, escuelas, fábricas y talleres, son las cubetas modernas ordinarias de los retretes de agua, con obturación hidráulica, pero desprovistas del asiento de madera y dotadas de un pedestal de hierro fundido que permita al ocupante, mediante agarraderos empotrados en la pared, adoptar cómodamente la posición en cuclillas. Y si hay temor de que los atascos y desperfectos sean muy frecuentes, por no poder ejercer una exquisita vigilancia sobre los retretes, deberán adoptarse aquellos modelos de la casa Dulton, u otros análogos, en los que se suprimen los interruptores particulares de las cubetas, y en los que la recogida e inmediata regeneración de las deyecciones se efectúa en un colector general, de gres esmaltado, y de 0,30 metros de diámetro, bañado por una capa de agua inferior y provisto de un solo sifón interruptor, un registro y un tubo de ventilación en la unión del último elemento con el tubo de descarga.

En cuanto a los urinarios, los de evacuación inferior, de gres esmaltado en porcelana blanca, son los más recomendables; pero como son los más caros, podrá sustituirse el gres por revestimientos continuos de mármol o pizarra esmaltada, excluyendo los revestidos de azulejos o cemento, que son mucho menos impermeables.

Con todas estas precauciones en la elección del tipo de receptores, con la de emplear solados de asfalto o baldosín de cemento bien rejuntado, con la de impermeabilizar las paredes cuando menos en 1,80 metros de altura sobre el suelo, con la de efectuar diarios baldeos y frecuentes desinfecciones de las cubetas y de los locales y con la de dotar a estos últimos de iluminación profusa y enérgica ventilación, se evitará que los retretes y urinarios constituyan un foco permanente de infección y de

malos olores. A pesar de todo, pudiera no conseguirse el objeto que se persigue, cuando el número de receptores no se encuentre en la debida relación con el de operarios. Para evitar esta contingencia, es de recomendar que el número total de retretes no sea inferior al 4 por 100 del número de obreros y que el total de plazas se encuentre repartido entre dos o tres grupos próximos a los talleres.

Respecto a las basuras, ya sean procedentes del barrido de los talleres, ya estén formadas por los residuos sólidos industriales capaces de experimentar rápidamente la fermentación pútrida, debiera prohibirse en todos los casos su amontonamiento al aire libre, aun cuando sean depositados en un área impermeable. Lo más higiénico es proceder a su inmediata recogida en carretillas metálicas, de fácil limpieza y desinfección, y provistas de recogedor basculante, sometiéndolas acto seguido a la incineración en hornos crematorios, al igual que se efectúa, o mejor dicho, que debiera efectuarse, con los despojos animales no aprovechables, en todas las mondonguerías de los mataderos públicos. Las cajas de los carritos de recogida deben ser intercambiables y de cierre hermético, para poderlas mantener y transportar llenas hasta su descarga en los hornos destructores.

No es necesario encarecer la importancia de impermeabilizar los suelos con solerías continuas de asfalto o con baldosín de cemento, sobre todo en las mondonguerías, naves de degüello de los mataderos, lavaderos y demás talleres donde se derraman líquidos y sustancias putrescibles. La recogida de los líquidos residuales debe hacerse por canalizaciones cerradas e impermeables, interrumpidas en los puntos convenientes por sifones que realicen la oclusión hidráulica, y provistos de cubos coladores móviles, para detener los cuerpos sólidos que pudieran originar atascos, que casi siempre se traducen en roturas de las cañerías y en la consiguiente contaminación del subsuelo.

***

En todas las poblaciones, y especialmente en aquellas cuyo saneamiento es deficiente y padecen las consecuencias de la endemia tífica, es muy frecuente que ésta experimente un recrudecimiento, hasta el punto de convertirse en epidemia, cuando se practican excavaciones en las calles para construir los cimientos de las edificaciones, para instalar cañerías de agua o de gas, y, sobre todo, cuando las obras están encaminadas al mejoramiento de algún alcantarillado antiguo y deficiente. Esto se debe a la persistente virulencia del bacilo de Eberth en el terreno, en el que se fija a favor de la humedad y de la presencia de sustancias orgánicas, pe-

penetrando hasta las capas profundas y conservándose en ellas mucho tiempo.

Dicho se está que si las consecuencias de la difusión del germen específico de la tifoidea alcanza a los habitantes de las calles en las que se efectúa la apertura de las zanjas, con mucho mayor motivo se hacen sensibles los efectos de la infección en los trabajadores encargados de practicarlas. Es, por tanto, precaución interesantísima, que muy a menudo suele olvidarse, la de proceder a la desinfección de las tierras removidas tan pronto como se hayan extraído de la excavación, empleando para ello una disolución saturada de sulfato de hierro, que obra como desodorizante, y una lechada de cal, que es el desinfectante propiamente dicho.

Y, finalmente, cuando se trata de la desecación y saneamiento de los terrenos pantanosos, es la epidemia o la endemia palúdica la que diezma bien pronto las filas de las clases trabajadoras. Para atajar los efectos de la malaria, los obreros que toman parte en estas faenas han de observar con todo rigor las prescripciones siguientes:

1.ª Procurarse una alimentación sana y abundante; limitar en lo posible el consumo de bebidas alcohólicas; no beber más agua que la reconocida como potable, y tomar las dosis de quinina que los médicos les receten durante la estación de recrudecimiento de las fiebres.

2.ª Fortalecer y asear el cuerpo con duchas o baños fríos.

3.ª Entregarse al descanso en el interior de alojamientos higiénicos, y, si esto no fuera viable, elegir para los vivaques o campamentos un paraje lo más alto y seco que sea posible. En todos los casos es preciso preservarse de las picaduras de los mosquitos anofeles, propagadores de la malaria, por medio de tupidas mosquiteras.

4.ª Mantener perfectamente limpias y secas las viviendas obreras y sus inmediaciones. Es muy importante el evitar que en la proximidad de los alojamientos haya latas de conservas, cubos, barreños u otros recipientes llenos de agua y esparcidos por el suelo, dentro de los cuales viven y procrean los insectos infecciosos.

5.ª En los países muy cálidos se paralizarán todos los trabajos de remoción de tierras durante las épocas de calor excesivo; y

6.ª Los obreros deberán comenzar y terminar su tarea diaria después de la salida y antes de la puesta del sol, respectivamente.

***

La infección del suelo por la presencia del hombre es causa también de la epidemia anquilostomiásica, que se manifiesta con frecuencia entre los obreros que se dedican al laboreo de las minas de hulla.

Las medidas profilácticas más eficaces contra la infección por el anquilostoma consisten: en evitar la contaminación de la mina, prohibiendo

que los mineros efectúen sus comidas en el interior y, sobre todo, vigilando que no depositen sus deyecciones más que en depósitos metálicos transportables, en los que se hace la recogida de las excretas y su inmediata regeneración por la cal o por el agua salada, conduciendo al exterior, por canalillos de conducción y empleando los agotamientos, las aguas que manan en las galerías, no utilizando para la bebida más que aguas frescas y potables, conservando un esmerado aseo personal, y practicando la inmediata desinfección de las minas contaminadas.

VI

De la salubridad de las viviendas.

Cuando me he parado a examinar algunas de las llamadas barriadas de casas baratas e higiénicas para obreros, se me ha ocurrido preguntar: ¿no se habrá empezado esta obra benéfica por las últimas piedras, en vez de comenzar por la primera? Y en más de una ocasión, al conocer el presupuesto de las construcciones de esta índole y el impulso que las mueve, he llegado a pensar si no estaría más puesto en razón cambiar aquel dictado por el de barriadas político-decorativas de viviendas económicas.

Todo esto es lógica consecuencia de la idea que yo tengo acerca de lo que debe ser una casa barata, pero higiénica, en el sentido más estricto de la palabra: una vivienda asentada en terreno salubre, alejada de todo foco de infección y de inmundicias; bien orientada para recibir el aire, la luz y el sol en abundancia; rodeada de una atmósfera purificada por la salutífera acción de las plantas y del arbolado; integrada por el número necesario de capaces habitaciones; dotada de una red cerrada de evacuación de sus inmundicias que las conduzca a las alcantarillas que han de alejarlas inmediatamente de la vivienda; alimentada por una distribución de agua potable que satisfaga con exceso a las necesidades, y construída con los materiales y espesores que protejan en parte a los habitantes de los cambios de temperatura atmosférica y permitan la más escrupulosa limpieza de los locales.

Preciso es confesar que no son precisamente estas ideas las que informan la construcción de muchas de nuestras modernas barriadas obreras. Porque, en primer término, cuando no son cedidos pomposa y gratuitamente algunos terrenos totalmente inapropiados al objeto que se persigue, se busca la reducción del costo de los solares por un excesivo alejamiento de los centros de población y de trabajo, convirtiendo a estas barriadas en cantones independientes, faltos de los necesarios medios de urbanización y de comunicación con el centro de las ciudades, deshere-

dados de todas las acciones benéficas que se derivan de la vida de relación con las clases más acomodadas y privados de tan elementales medios de saneamiento, como las redes de alcantarillado y de distribución de aguas potables.

En segundo lugar, con el programa mínimo y único que suele servir de base a los proyectos de estos tipos de edificios, no parece sino que la economía se busca a costa de la aglomeración de las personas y de dejar sin satisfacer algunas necesidades indispensables, porque el número de habitaciones suele ser mucho más que escaso y la capacidad de los locales insuficiente para su objeto.

Causas determinantes de las deficiencias apuntadas y de la carencia cada vez mayor de viviendas higiénicas y económicas, en número bastante a satisfacer las necesidades, son, sin duda alguna, el aumento de valor de los solares y el elevado costo de la edificación, que se deriva como lógica consecuencia del mayor precio de los materiales, del aumento de los jornales y la reducción de la jornada y de los conflictos que de continuo se suscitan entre el obrero y el patrono.

De acuerdo con la experiencia, hay que desechar la idea de que a las doctas Corporaciones municipales se les pueda encomedar única y exclusivamente la solución eficaz del magno problema de que se trata. Para resolver más rápidamente y con el mayor acierto esta grave cuestión, de importancia suprema en sus aspectos social, higiénico y económico, se requiere ya con urgencia la intervención directa del Estado, el que podría hacer más práctica y tangible su acción tutelar, adoptando una orientación análoga a la que a continuación se indica en lineas generales.

Se crea por cada provincia una Junta de fomento de la construcción de casas baratas que satisfagan a las condiciones fijadas por la ley de 12 de junio de 1911. Estas Juntas funcionarán como organismos del Estado, bajo la inmediata dirección del Instituto de Reformas Sociales.

Siendo uno el problema de la construcción de casas baratas de nueva planta y otro distinto el de la mejora de las casas antihigiénicas susceptibles de reforma, se reserva a los Ayuntamientos su intervención exclusiva en este asunto, sin perjuicio de que a las obras de mejora alcancen también las exenciones y auxilios del Gobierno que la ley determina. Quedan, pues, relevadas estas Corporaciones, y cuantos miembros las integran, de intervenir en lo que se relaciona con la construccion de viviendas higiénicas y económicas de nueva planta.

En virtud de lo expuesto, y considerando equiparados los Municipios a las demás Sociedades particulares que puedan ejercer sus iniciativas y acciones benéficas en favor de la construcción de casas baratas, se declara incompatible el cargo de concejal con el de Vocal de la Junta, para que

ésta pueda emitir sus informes y dictar resoluciones con absoluta independencia.

Ya que, con muy buen acuerdo, la tendencia moderna es la de trasladar la vida de familia de todas las clases sociales a las zonas de ensanche de las poblaciones, relegando, en cambio, los principales centros urbanos a la vida activa y de los negocios, la adquisición de solares para la edificación de casas baratas debe hacerse especialmente en las referidas zonas, a cuyo efecto deberán señalarse, en los proyectos de ensanches y mejoras, los solares o parcelas que han de ser destinados a tal objeto.

La expropiación de los terrenos por causa de utilidad pública se verificará por el Estado, el que lo cederá a los particulares o entidades constructoras de casas baratas en condiciones ventajosas. Y para que el Estado no se despoje de los beneficios que puede reportarle el aumento de valor de los terrenos, podrán ser éstos cedidos a censo o reversión en un plazo determinado, en armonía con el costo inicial de los solares por unidad de superficie.

La duración de la exención de contribuciones, impuestos o arbitrios no se sujeta a un plazo invariable. A los particulares o entidades que fijen un pequeño interés al capital invertido, se les amplía el plazo de duración de la exención, proporcionalmente a la reducción de la renta.

El Estado impondrá la tasa de los materiales y gestionará la reducción de las tarifas de transporte para los que, a petición de las Juntas, se hayan de destinar a la construcción de las viviendas económicas.

Para mayor garantía en la rápida realización de las obras se admite que los obreros del ramo de construcción se constituyan legalmente en Sociedades aseguradoras, facultadas para extender pólizas de seguro, a cambio de una prima abonada por el patrono. Los particulares o entidades constructoras quedarán, por tanto, exentas de los efectos de las huelgas, que, en virtud del contrato precitado, no podrán ser declaradas por los obreros que constituyen las Sociedades de seguro. Los fondos recaudados por este medio serán administrados por las Juntas, como los demás legados, donaciones o subvenciones que a las mismas se concedan con el objeto que se persigue, y se invertirán precisamente en la edificación de nuevas viviendas o en la introducción de mejoras higiénicas en las construcciones existentes.

Las Juntas provinciales establecerán gestiones cerca de las Compañías particulares para lograr concesiones de aguas a precio reducido, rebajas en los precios de la energía eléctrica y reducción de las tarifas en los necesarios medios de transporte.

Paralelamente a la intervención del Estado, cabe que los Municipios, celosos en extremo de cuanto se refiere a la salubridad de las poblaciones

y a la comodidad e higiene de los vecinos, acometan los planes de reforma que se consideren necesarios, utilizando al efecto los beneficios que la ley citada les concede, y los que pudiera concederles una nueva disposición legal sobre expropiación forzosa de los grupos de casas antihigiénicas y barriadas insalubres. Por ambos medios se podría consegui en breve plazo un aumento en el número de habitaciones baratas, pero higiénicas, no sólo para obreros, sino para un buen número de familias de la clase media, que padecen, como aquéllos, las consecuencias de la carestía de la vida.

***

No cabe dentro de los límites de este trabajo el ocuparse con detalle de las prescripciones de orden higiénico y económico que deben observarse al realizar los planes de edificación que quedan indicados. Pero, dada la importancia que para la salubridad tienen las disposiciones que se adopten, y considerando la influencia de las mismas en el factor económico que condiciona el éxito de los resultados, no puedo prescindir de mencionar, siquiera sea sucintamente, los principios generales, cuya observancia estimo indispensables.

No debiera autorizarse la construcción de las casas baratas en tanto que los solares no dispusieran de los medios necesarios de saneamiento y no estuvieran enlazados con los centros de actividad y de trabajo por medios rápidos y económicos de comunicación.

Para la recogida de inmundicias líquidas se proscribe en absoluto el empleo de los pozos Mouras o tanques sépticos, en combinación con pozos absorbentes; pues siendo tanto los pozos como los tanques meros separadores por putrefacción, cuyo principal papel es el de licuar y gaseificar las materias sólidas, y conservando el líquido procedente de ámbas clases de separadores sus propiedades altamente peligrosas, sólo es admisible la utilización de tales receptáculos como medio de suplir las deficiencias de un alcantarillado público falto de agua para su limpieza o dependiente en sus conductos, pero en manera alguna para efectuar la recogida de las deyecciones, que, previa su depuración incompleta, han de verterse después en el terreno, con la seguridad de contaminarlo.

Para la recogida de las basuras domésticas, sin el esparcimiento de las mismas, que motiva la infección del terreno y es causa de difusión de los gérmenes infecciosos, se requiere el establecimiento de vertederos en las cocinas de las casas y el enlace de tales receptores, por medio de tuberías verticales, de gres y de 0,30 metros de diámetro, con los depósitos metálicos instalados en la parte baja del edificio. Los conductos verticales de caída han de hallarse perfectamente ventilados, como el depósito

de recogida, y los que a ellos acometan desde las cocinas han de llevar una tapadera de cierre hermético.

Los espacios cubiertos por la edificación no deben exceder de los tres cuartos de la superficie total del solar correspondiente a cada casa, para poder reservar el resto libre a patios o jardines que aseguren la mejor aireación e iluminación natural de la vivienda.

La anchura de los patios cerrados, destinados a iluminar locales habitables, debe ser igual a la altura de las paredes que lo limitan o, por lo menos, igual a la mitad de dicha altura. Lo mejor es que sean abiertos, es decir, que falte una de las paredes en la mayor parte de su altura para que las fachadas secundarias, a las que suelen estar adosadas las cocinas y los retretes, puedan recibir el aire y el sol, como las fachadas principales.

Con el fin de evitar la humedad en los pisos bajos y la impurificación debida a la presencia del aire subterráneo, se establecerá el pavimento sobre una cámara ventiladora, cuya altura será de 0,70 metros, a contar desde la superficie del terreno. Si el edificio tiene sótanos, se dará a estos locales una altura mínima de 3 metros, disponiendo el pavimento del piso bajo a 1 metro sobre la superficie del terreno, para la conveniente iluminación y ventilación de aquellas dependencias.

Aun tomando la precaución de impermeabilizar los suelos y paredes de los sótanos, así como la de emplear los medios conducentes a evitar la propagación de la humedad del subsuelo y de las tierras adosadas a los muros, se prohibirá que aquellos locales se destinen a habitación permanente de personas o animales domésticos. Es igualmente aconsejable que en los sótanos no se establezcan las cocinas, baños o lavaderos, porque a las causas de insalubridad inherentes a los citados locales, mal iluminados y ventilados a expensas del aire más impuro, hay que añadir la que de otro modo se produciría por la presencia constante de basuras y aguas sucias.

Y respecto a los desvanes, tampoco son habitables en condiciones higiénicas, de no contar con los mismos servicios que las habitaciones inferiores, de no estar protegidos por una cámara superior de ventilación, y de no tener una altura mínima de 2,50 metros, si son de forma de desván, o una altura de 3 metros, si están totalmente cubiertos por cielo raso.

Todas las habitaciones de estancia, y especialmente los dormitorios, comedores, cocinas y retretes, tendrán luz y ventilación directas. Las alcobas que reciben segundas luces deben proscribirse.

Los dormitorios tendrán una capacidad mínima de 20 metros cúbicos por persona, y su superficie se aproximará a ser de 9 metros cuadrados (3 × 3) para una cama individual, o de 12 metros cuadrados para una cama de matrimonio.

Para la mayor limpieza de estas habitaciones y de las restantes de la casa se proscribe en todas ellas el empleo de papeles pintados de cualquier clase, como adorno y revestido de las paredes; se suprimirán asimismo las cornisas y molduras y se redondearán todos los ángulos interiores.

Los pavimentos de las cocinas, retretes y comedores se harán impermeables; las paredes también deben serlo, al menos en 1,80 metros de altura sobre el suelo, en las mismas habitaciones.

Estriba el mérito de una distribución bien entendida en reducir al mínimo el desarrollo de pasillos y corredores, que si se encuentran en el interior andan escasos de luz y ventilación, y si se adosan a las fachadas privan de aire y luz directa a las habitaciones principales. Convendrá que estos locales de paso tengan cuando menos 1,20 metros de anchura y que estén iluminados por ventanas colocadas en sus extremos.

En virtud de lo expuesto, dicho se está que no será conveniente reducir la anchura de las fachadas principales y aumentar, en cambio, la profundidad del edificio, porque de esta manera no será fácil realizar la distribución de los locales con crujía sencilla, y al emplearla doble se habrá de aumentar forzosamente el desarrollo de los pasillos interiores. Sólo podrá reducirse al mínimo la longitud de tales piezas de paso en las edificaciones aisladas, de planta irregular.

Se procurará colocar las cajas de escalera en patios, jardines o fachadas exteriores, para darles luz y ventilación directa por ventanas laterales, independientemente del alumbrado que puedan proporcionarles las luceras.

Prescindiendo del servicio de calefacción central, que no es probable pueda ser instalado en condiciones económicas, se dará a los muros de fachada, no los espesores estrictamente necesarios para la estabilidad y resistencia, sino los que exige el papel de pantalla término que han de desempeñar los citados elementos.

Y, finalmente, la ventilación natural o espontánea se favorecerá por orificios de entrada de aire en los locales, colocados a 2,50 metros sobre el suelo y provistos de los registros necesarios para regular el volumen de entrada y quebrantar las corrientes de aire violentas. La salida del aire viciado se verificará por orificios abiertos en los techos; los conductos de evacuación se desarrollarán por los forjados de los suelos y por el interior de los muros, continuándose sin interrupción hasta las chimeneas ventiladoras colocadas en los tejados. La favorable acción del viento podrá aprovecharse para crear la depresión que ponga al aire en movimiento, dotando a las citadas chimeneas de una caperuza fija aspiradora. En resumen: los servicios indispensables en una vivienda higiénica y económica serán los siguientes:

Distribución única de agua potable para todos los servicios.

Retrete de agua.

Red de evacuación de inmundicias líquidas hasta la alcantarilla.

Vertedero de basuras y depósitos de recogida, de fácil limpieza y desinfección.

Fregadero con colector de grasas y escurridor de platos, en la cocina.

Instalaciones de alumbrado eléctrico y de ventilación espontánea.

Lavadero cubierto y tendedero, en patios o jardines.

Aneja a la barriada debe colocarse una instalación hidroterápica, con duchas de agua templada y baños de pila, para que los vecinos puedan tomar el baño de limpieza por un módico estipendio. Esto será más limpio y económico que el instalar uno o dos baños de pila en cada casa.

Trazadas las calles de una nueva barriada, se reservarán los espacios libres que hayan de convertirse en parques o jardines. Pero ha de tenerse en cuenta que no conviene aumentar las dimensiones de estos espacios si ello es a costa de reducir su número, sino que es preferible hacerlos más pequeños y numerosos, para que así se repartan más eficazmente entre las viviendas los beneficios de disfrutar de un aire purificado. Distribuído el terreno en lotes o parcelas, unas podrán destinarse a la edificación de casas aisladas para obreros o empleados modestos; otras para casas de vecindad, y algunas para hoteles o casas de alquiler para familias acomodadas. Quedará así establecida la pintoresca variedad del conjunto y, sin inconvenientes ni molestias, se habrán estrechado las indirectas relaciones, tan convenientes entre las diferentes clases de la sociedad.

Por lo que a las casas baratas se refiere, lejos de inspirar los proyectos en la idea de edificar un tipo único de viviendas, deben éstas clasificarse con arreglo a diferentes programas y consiguientes precios de los alquileres.

Claro está que el hombre siempre tiende hacia la óptima solución de los vitales problemas que le interesan. Desde este punto de vista no se puede aconsejar más que la edificación de casas aisladas para una sola familia; pero en tanto que las circunstancias no sean propicias a la realización de estos ideales, hay que contentarse con soluciones que sean viables y que armonicen del mejor modo posible las exigencias. Quiere decirse, pues, que el tipo de casas de vecindad, con tres pisos como máximo, incluyendo el bajo, será una solución económica que no tendrá graves inconvenientes para la salubridad, si se observan las prescripciones higiénicas que quedan reseñadas.

La altura mínima de la planta baja será de 3,60 metros y la de las demás plantas superiores de 3 metros.

El programa mínimo para la vivienda de un obrero casado o empleado modesto en las mismas condiciones, será el que sigue:

Un comedor de 10 metros cuadrados, tres dormitorios (uno de 12 y dos de 9), una cocina de 6 y un retrete de 1,20 metros cuadrados. Esto independientemente de la superficie que a la habitación pueda corresponderle en pasillos, patios de luces y jardines.

Entre los diferentes grupos de casas convendrá edificar algunas con un pequeño local anejo para taller, con destino a modestos industriales.

VII

El aseo e higiene individual.

Se observa entre los individuos que integran las colectividades obreras una gran facilidad para el desarrollo de la septicemia en las heridas, una mayor receptividad para las intoxicaciones e infecciones y la consiguiente gravedad que en los mismos adquieren las lesiones más insignificantes. Y es que en toda agrupación de hombres jóvenes y robustos, expuestos a veces a continuas suciedades y peligros de envenenamiento y sometidos a penosas faenas musculares, son abundantísimas las secreciones sudorífica y sebácea, y grandes los peligros de insalubridad que se originan por la presencia de tales impurezas, a menudo acompañadas de polvos, gases o vapores tóxicos, pues si siempre son nocivas las secreciones abundantes por las sustancias orgánicas que difunden en el ambiente, son aún más perjudiciales para el mismo individuo que las produce, el que puede reabsorberlas fácilmente, después de hallarse contaminadas por los gérmenes morbosos, por los venenos industriales y por el contacto con las suciedades de su epidermis.

Es, pues, labor educativa, y a la par preventiva de graves enfermedades, cuanto se haga por poner al alcance del obrero los medios indispensables de limpieza y por inculcar en su ánimo la imperiosa necesidad de mantener un escrupuloso aseo personal que disminuya su receptividad para los envenenamientos e infecciones.

Dicho se está que no es bastante un ligero lavado semanal o diario de la cara y manos para conseguir el objeto que se persigue, que la limpieza eficaz y más completa exige el empleo de los baños generales para el cuerpo y la mayor pulcritud y asepsia del indumento. Pero como los baños generales no han de constituir un tratamiento terapéutico, sino más bien un medio higiénico y agradable de conservar a la piel exenta de las impurezas que le impiden desempeñar sus funciones reguladoras, de aquí que no esté siempre al alcance de los obreros el poner en prác-

tica estos preceptos tan saludables, y menos en España, donde bien puede decirse que no se conocen las instalaciones de baños públicos económicos.

Sería, por tanto, de desear que nuestros Municipios prestasen la debida atención a este problema de interés general, y que, imitando lo que ocurre en algunas capitales del extranjero, se decidieran a instalar baños económicos de limpieza, en los que, por un módico estipendio, pudiera el obrero tomar el baño y dejar para su lavado y desinfección el traje sucio con que sale de su trabajo. Las citadas instalaciones no habrían de ser por el momento de gran importancia, porque, dada la educación higiénica de nuestras clases proletarias, seguramente que no se producirían graves alteraciones de orden público, motivadas por una exagerada concurrencia o por el deseo de prioridad en hacer uso de este servicio.

Aun así y todo, mientras en nuestras calles se siga amontonando el barro, las basuras y hasta las deyecciones de hombres y animales, no hay que hacerse ilusiones de que el baño público económico pueda convertirse en un servicio municipal. Dando, pues, por sentado que estas importantes medidas profilácticas de utilidad pública han de tardar todavía mucho tiempo en implantarse entre nosotros, no puede olvidarse, en cambio, que los más elementales sentimientos y deberes humanitarios imponen la práctica de dichos servicios en las fábricas y talleres insalubres, y que se hace ya forzoso estimular, si no las iniciativas altruístas, el interés financiero de los patronos, por la implantación del seguro contra las enfermedades profesionales, para que en ciertas explotaciones, fábricas y talleres no falten las instalaciones de lavabos, comedores y baños de limpieza para los obreros, ni los servicios gratuitos de vestuario, lavado y desinfección de las ropas de trabajo.

Los lavabos y comedores claro es que debieran encontrarse en todas las fábricas y talleres, dada la doble función educativa e higiénica que desempeñan; pero son de todo punto indispensables en las explotaciones hulleras para evitar la anquilostomasia, que puede propagarse por el contacto de los alimentos con las manos sucias; en las litografías, talleres de preparación del albayalde, minio, litargirio y otros productos a base de plomo, que producen la intoxicación saturnina; en las fábricas de pinturas y barnices, en las que, además del saturnismo, se originan otros envenenamientos por la manipulación de verdetes y compuestos de cobre, zinc, arsénico y mercurio; en las fábricas de cerámica, papeleras, tintorerías y fábricas de fósforos; en todas aquellas otras donde se manejan sustancias cáusticas, y, en general, en cuantos centros de trabajo se producen atmósferas tóxicas de polvillos de cualquier clase. Y con el fin de que ambas dependencias desempeñen su verdadero papel y sean utiliza-

das por los obreros en todo tiempo, es menester que los lavabos se encuentren bien iluminados, tanto de día como de noche, y que los comedores se mantengan en perfecto estado de limpieza, dotados de calefacción en invierno, iluminados por amplios ventanales que favorezcan la ventilación espontánea en el verano y provistos de filtros para el agua y taquillas, en las que puedan guardarse los alimentos.

Por lo que a los baños de limpieza se refiere, son igualmente necesarios en todos los talleres insalubres que quedan indicados. Claro es que de los diferentes sistemas que cabe utilizar será el más práctico aquel que satisfaga a las condiciones de ser más económico y consumir el menor tiempo para el servicio; requisito este último de gran importancia si, como es lógico, no se ha de descontar de la jornada el tiempo que el obrero emplea en tomar su baño.

Desde ambos puntos de vista, las duchas templadas o baños de aspersión son los que reúnen las mayores ventajas, pues exigen el menor consumo de agua y ésta se renueva constantemente; limpian el cuerpo con rapidez, a la par que entonan la piel y fortalecen el organismo, y exigen los menores gastos de instalación y entretenimiento. Basta con 20 irrigadores para que en hora y media puedan tomar la ducha, vestirse y desnudarse 180 hombres agrupados en nueve tandas, cada una de las cuales ha de invertir diez minutos en el conjunto de operaciones indicadas.

Ahora bien; para fomentar la afición al baño y que éste cumpla su principal objetivo, es menester que las duchas propiamente dichas vayan acompañadas de la instalación de los calentadores y mezcladores que permitan mantener el agua a una temperatura comprendida entre 30 y 35 grados.

Los aparatos de lluvia, con grifo de palanca, maniobrado a voluntad por una cadena, no son convenientes en estas instalaciones. Para conseguir que todos los bañistas de una tanda reciban la aspersión durante el mismo tiempo y evitar que algunos individuos, poco familiarizados con estas prácticas higiénicas, suelten la cadena al notar la sensación del agua o que, por el contrario, algunos otros hagan funcionar el aparato durante más de los tres o cuatro minutos, indispensables para tomar la ducha, es preferible centralizar la maniobra de los irrigadores, disponiendo una, dos o tres llaves en la cañería de distribución, y encargando de su apertura o cierre a un individuo inteligente.

Con el fin de que las tandas sucesivas de bañistas encuentren el suelo limpio y puedan sucederse sin interrupción, es muy interesante asegurar el rápido alejamiento de las aguas sucias. A este efecto, deben suprimirse los sifones interruptores particulares de cada celda, debe adoptarse un diámetro de 6 a 10 centímetros para el tubo colector de los

desagües, dándole una pendiente de 5 por 100, y es menester colocar un interruptor hidráulico con registro a la salida de la sala.

El respeto al pudor, la educación y el decoro exigen como complemento no sólo que se establezcan salas distintas para el baño de hombres y mujeres, que en esto huelga la advertencia, sino que las duchas de cada sala queden situadas en celdas individuales de 1,40 metros de ancho por 1,20 de profundidad, separadas por tabiquillos de 2 metros de alto y cerradas por delante con puertecillas colgadas de 1,50 metros de altura. Frente a las celdas de baño se dispondrán pequeños departamentos individuales para vestirse y desnudarse, dándoles una profundidad de 0,80 metros, la misma anchura que las celdas, y dotándolos de un asiento y un par de colgadores para la ropa.

Próximo a la sala de duchas debe disponerse un local con taquillas, en las que los trabajadores puedan guardar las prendas y efectos de limpieza y las ropas de calle.

La sala de baños ha de encontrarse perfectamente ventilada, y en invierno a una temperatura de 20 a 22°, mientras dura el servicio.

Además de esta instalación general, siempre será conveniente disponer de dos o tres bañeras para uso de aquellos individuos que por prescripción facultativa no deban tomar la ducha, y hasta serán necesarios en ciertas fábricas los baños especiales de luz eléctrica para el trata, miento de los intoxicados por el plomo.

Dicho se está que todos aquellos trabajadores constantemente expuestos a la inhalación de polvillos de cualquier clase o vapores tóxicos, como les ocurre, por ejemplo, a los cardadores de lana, a los tintoreros, a los pintores y fabricantes de colores, a los obreros de las fábricas de albayalde, de sombreros, de las filaturas, de las fábricas de vidrios y otros muchos, deben observar la interesante precaución de lavarse la caraboca y manos, de cambiarse el calzado y traje, y hasta de hacer gargarismos antes de efectuar sus comidas en las fábricas.

Para el lavado diario y desinfección parcial de las ropas de trabajo en una fábrica de 100 operarios, puede bastar, en la generalidad de los casos, con los aparatos siguientes, independientemente de los motores y generadores: una lavadora mecánica para 45 kilos de ropa, en cuyo aparato se hace en una hora el remojado, lejiado, lavado con jabón y aclarado de las prendas; un hidro extractor centrífugo para 20 kilogramos, en el que se hace el enjugado en un cuarto de hora; un pequeño secadero de vapor, del que podrá prescindirse en el buen tiempo, cuando el secado pueda efectuarse al aire libre; una tina para disolver el jabón y otra para la mezcla de lejía.

La desinfección más completa de los trajes, casi siempre innecesaria,

pero indispensable cuando ha de combatirse la difusión de gérmenes morbosos o de sus esporos, tales como los productores del muermo, del tétanos, del carbunclo y de la viruela, que pueden impregnar las ropas de los operarios que manejan pieles, cerdas, pelo, lana o algodón, o las de los que cuidan ganado enfermo, trabajan los huesos de sus esqueletos o se ocupan en la incineración de los cadáveres de estos mismos animales, exige el tratamiento por la mezcla de vapor de agua y vapores de formaldehido, efectuado en pequeñas estufas apropiadas para el objeto.

VIII

La imperfecta iluminación en los talleres.

La iluminación artificial de los talleres, cuando es insuficiente o excesiva, es la causa determinante de afecciones de la vista, a las que especialmente están expuestos ciertos operarios, como los relojeros, tipógrafos, litógrafos, dibujantes, retocadores, joyistas, bordadoras y otros varios que ejecutan labores minuciosas y delicadas.

Claro está que estas afecciones no suelen ser tan graves como las que se originan por la acción irritante de polvillos o por la de líquidos, como el amoníaco, o por la de vapores de ciertas sustancias, como la nitronaftalina, cromo, anilinas, etc., etc. Pero, de todos modos, es muy interesante estudiar con cuidado lo que al alumbrado natural o artificial de los talleres se refiere, porque la iluminación imperfecta determina cansancio o fatigas oculares, que degeneran siempre en verdaderas enfermedades profesionales, aunque suelan ser de dilatado proceso.

El alumbrado natural que más conviene, sobre todo en oficinas, salas de dibujo o talleres con puestos fijos de trabajo, en los que la labor es delicada, es el que proporciona la luz difusa, lateral e izquierda, obtenida por grandes ventanales dotados de cortinaje blanco sin formar pliegues. La superficie acristalada debe estar comprendida, en tales casos, entre $^1/_3$ y $^1/_5$ de la superficie de la sala.

En los grandes talleres de maquinaria, en los de hilados y tejidos y en otros locales donde no precise una iluminación tan abundante, puede utilizarse también la luz lateral, con una superficie acristalada de $^1/_5$ a $^1/_{10}$ de la de la sala, o la que se obtiene por medio de las luceras de las cubiertas.

Y, finalmente, en aquellos talleres instalados en pisos bajos de los edificios asentados en calles muy estrechas, dicho se está que la iluminación natural es mucho más escasa y hay precisión de corregir en parte este grave inconveniente por el empleo de los vidrios luxfer o lenticula-

res, que proporcionan siempre un imperfecto alumbrado por reflexión.

Por lo que al alumbrado artificial se refiere, deben estudiarse con cuidado los detalles que se relacionan con la distribución de la luz, con su colorido y brillo, y con la naturaleza de los focos empleados.

Desde este último punto de vista, la luz eléctrica es la que reúne las mayores ventajas para el alumbrado de talleres cerrados, pues además de ofrecer la mayor seguridad contra los incendios y relevar de las molestias y suciedades inherentes a la limpieza y encendido de las lámparas, éstas no desprenden gases o vapores que impurifiquen el ambiente, ni producen un calor excesivo y molesto para los operarios.

En cuanto al colorido, la luz ideal sería la que diera el mismo espectro que la luz solar, porque permitiría distinguir con toda claridad los objetos coloreados. Las lámparas eléctricas de arco son aceptables, siempre que se corrija el efecto de las radiaciones rojizas que emiten por medio de globos ligeramente azulados. Las lámparas de vapor de mercurio son excesivamente caras, y además proporcionan una luz demasiado blanca, nada recomendable para los trabajos de precisión.

Y, por último, respecto a la distribución de la luz en los grandes talleres, conviene la iluminación indirecta por medio de grandes focos eléctricos, provistos de globos difusores, complementada por la que se obtiene con lámparas de filamento de 16 bujías, dotadas de concentrador y distribuídas entre los diferentes puestos de trabajo. De todos modos, aunque el operario haya de ejecutar labores delicadas, siempre es conveniente evitar la acción directa del foco luminoso sobre los ojos y mitigar el brillo excesivo de la luz por el empleo de globos o pantallas translúcidas que permitan una difusión suficiente.

La iluminación general del taller basta que sea de 40 lux cuando las labores son de color claro. Si son de color oscuro, conviene una iluminación general de 10 lux, complementada por la que proporcionan las lámparas individuales de los puestos de trabajo.

Tanto como la luz escasa y fría, es perjudicial la luz caliente y de gran intensidad. Esto obliga a proteger al obrero contra la acción directa de los rayos actínicos o caloríficos por medio de gafas de cristal amarillo, que permitan fácilmente la ventilación del ojo, o con el auxilio de pantallas de vidrio de la misma coloración.

IX

Los accidentes del trabajo.

El que en párrafos anteriores me haya ocupado de un modo general de las medidas previsoras que deben adoptarse en conjunto para conse-

guir la mayor higiene y salubridad de los talleres y el que ahora dedique un nuevo párrafo a los accidentes del trabajo, no prejuzga, por mi parte, una diferenciación entre los que pudiéramos llamar accidentes violentos y las enfermedades profesionales. En mi modesta opinión, el distingo no es absolutamente indispensable. La enfermedad profesional existe, su etiología es perfectamente conocida en la mayoría de los casos y no es lógica la aplicación de principios legales o sociales diferentes a las dos manifestaciones distintas de un mismo efecto: el riesgo profesional.

Dicho se está, por lo tanto, que en el cuadro general de accidentes del trabajo deben incluirse todas las enfermedades profesionales comprobadas hasta la fecha, o que puedan surgir en lo sucesivo con los adelantos o modificaciones de las industrias, y que las medidas preventivas y obligatorias contra tales morbosidades no relevan, ni pueden relevar legalmente, de la reparación, al que las leyes consideran como responsable de los demás accidentes.

Pero ¿es que son tan sólo las lesiones corporales súbitas y las enfermedades profesionales comprobadas los únicos riesgos a que se exponen los operarios en ocasión o como consecuencia de su trabajo? No, a mi modo de ver. Y el adoptar esa teoría vale tanto como negar que ciertas infecciones transmisibles son consecuencia inmediata de la aglomeración de individuos en malas condiciones higiénicas, a las que, desgraciadamente, se encuentran sujetos por la incuria de los patronos. Así, por ejemplo, la tuberculosis, que, como es sabido, diezma las colectividades obreras, no suele considerarse como enfermedad profesional, a menos que aparezca como efecto morboso final de la inhalación de polvillos duros minerales o metálicos, cuya aspiración se traduce al pronto en alteraciones broncopulmonares, que determinan el período pretubercular del enfermo y que denuncian el origen de la infección ulterior. Y, sin embargo, ¿cabe negar que es consecuencia fatal de la aglomeración de trabajadores en deficientes condiciones higiénicas la transmisión de la tuberculosis, que desde el primer momento se manifiesta como infección bacilar de los órganos respiratorios? Y las infecciones coléricas y eberthianas, ¿no reconocen causa análoga a la anquilostomasia de los mineros?

No pretendo inmiscuirme en el campo de la ciencia médica, que me está absolutamente vedado por mi incompetencia en los asuntos que con ella se relacionan. Allá, pues, los médicos que procuren un acuerdo con los sociólogos y juristas para fijar el justo límite en que termina la enfermedad profesional y empieza la afección morbosa común, extraña a las faenas del obrero. Con las ligeras consideraciones apuntadas sólo quiero hacer resaltar la preterición que en el orden jurídico se hace de

las enfermedades evitables, aunque de un modo vago e incidental se haga referencia, en las leyes de accidentes del trabajo, a las medidas de higiene y salubridad que deben observarse en los talleres. Es preciso ampliar los conceptos relativos a este importante aspecto del problema para que las medidas obligatorias de previsión se concreten bastante más en los reglamentos y alcancen al mayor número posible de riesgos, que directamente pueden derivarse de la práctica colectiva del trabajo.

No se me oculta que este modo de apreciar la cuestión de las reparaciones, extendiendo la responsabilidad a mayor número de accidentes, es, o puede ser en la práctica, muy favorable para el obrero, y excesivamente vejatorio y hasta injusto para el patrono. Pero, aparte de que estos inconvenientes pueden subsanarse por una legislación bien entendida, complementada por un servicio de inspección asidua y competente, ello tendrá siempre la ventaja de espolear los sentimientos humanitarios del patrono, obligándole al cumplimiento de muchas medidas preventivas que hoy se encuentran olvidadas en absoluto, y que, de ser observadas, no sólo mejorarán notablemente la salubridad y la comodidad del operario, sino que podrán constituir para el patrono mismo un índice atenuante de su responsabilidad y, por lo tanto, de la cuantía de las indemnizaciones abonadas a su costa.

Resumiendo lo expuesto, creo que los accidentes, súbitos o lentos, que obligan a la reparación de perjuicios, podrían clasificarse en los tres grupos siguientes:

1.° Accidentes violentos del trabajo.

2.° Enfermedades profesionales comprobadas por la experiencia, y a las cuales no se encuentran expuestos los individuos totalmente ajenos a la faena u ocupación que las produce.

3.° Enfermedades evitables, sean o no transmisibles, manifestadas en las colectividades que trabajan en deficientes condiciones higiénicas, ya se hallen o no se hallen directamente expuestas a los riesgos profesionales propios de los trabajos o industrias insalubres.

En el primer grupo se encuentran comprendidas todas las lesiones corporales, internas o externas, caracterizadas por la instantaneidad del efecto. Tales son, por ejemplo, las determinadas por caídas violentas, las fracturas de algún miembro, las hernias-accidente, el lumbago traumático, las embolias y demás lesiones súbitas que experimentan los trabajadores en el aire comprimido, etc., etc.

Bajo la denominación de enfermedades profesionales deben incluirse las intoxicaciones por polvillos, gases o vapores venenosos; las infecciones, como el muermo, el tétanos de los portadores de tierras, el carbunclo de los curtidores y trabajadores de lanas, pelos o algodones y tantas

otras; las ulceraciones, eczemas o eritemas provocadas por el contacto con sustancias cáusticas o con polvos irritantes; las afecciones de la vista, a las que están expuestos ciertos operarios, como los mineros, los sopladores de vidrio, fundidores, soldadores, cigarreras, fabricantes de sombreros y otros muchos; las lesiones de las vías respiratorias producidas por la inhalación de polvillos duros; las afecciones del oído provocadas por ruidos intensos y prolongados, inherentes a los caldereros, maquinistas y fogoneros; las que pueden padecer los que trabajan en cámaras frigoríficas y, en general, todas las comprobadas como tales o que puedan comprobarse en lo sucesivo.

Y, finalmente, como enfermedades evitables hay que considerar especialmente a las infecciones transmisibles por la falta de higiene y salubridad de los talleres; a las afecciones de la vista, que se derivan de una iluminación insuficiente o de su distribución imperfecta; a las afecciones de las vías respiratorias originadas por una deficiente protección del obrero contra las variaciones de temperatura, y las que pueden derivarse del trabajo en atmósferas calientes o húmedas, con ventilación insuficiente.

Ahora bien; huelga decir que no basta con reconocer legalmente la enumeración de los accidentes que condicionan la responsabilidad y obligan a la reparación del perjuicio. Para velar a la vez por los intereses de los patronos y de los obreros, es preciso, ante todo, garantizar seriamente el cumplimiento de los reglamentos dictados para la aplicación de las leyes del trabajo, y ello, tal como lo comprueba la experiencia en las principales naciones que se ocupan debidamente de estos asuntos, ha de fundamentarse en una minuciosa inspección del trabajo, ejercitada con arreglo a los siguientes principios:

Las Juntas inspectoras deben estar rodeadas de un elevado prestigio, siempre subrayado por la competencia técnica de los diversos miembros que las integran.

Así, pues, y conforme a lo indicado en párrafos anteriores, los Vocales de estas Juntas no debieran ser más que médicos, ingenieros, químicos o arquitectos especializados en estos asuntos, dotados de la debida independencia para realizar su gestión benéfica y remunerados con sueldo fijo por el Estado.

Es el único medio de que cada inspector, dentro de su especial esfera de acción, pueda estudiar a conciencia y proponer con acierto las medidas preventivas de los accidentes y fiscalizar la observancia de las mismas con verdadero conocimiento de la materia.

Quiere decirse que el servicio médico de inspección comprendería: la certificación de aptitud física de adolescentes y adultos para toda clase

de trabajos, y especialmente para los incómodos o insalubres, como requisito indispensable para la admisión de los obreros y mayor garantía del patrono contra los riesgos profesionales; el estudio de la etiología, sintomatología y patogenia de las intoxicaciones y demás enfermedades inherentes a las diversas profesiones; el reconocimiento periódico de los obreros, de todo punto indispensable para los que trabajan en talleres insalubres; la certificación de la existencia del accidente, en la que ha de fundamentarse la reparación de los perjudicados; la redacción de estadísticas de mortalidad y morbilidad, que constituyen acertada base para los perfeccionamientos de las leyes del trabajo, y la fiscalización del servicio sanitario que se considere indispensable en las diferentes fábricas o talleres.

Al inspector químico, ingeniero o arquitecto corresponde el estudio de los reactivos, mecanismos y artefactos preventivos en los distintos centros de trabajo; el de los sistemas de fabricación, de ventilación, calefacción, distribución de aguas potables, recogida, depuración y alejamiento de aguas residuales u otras inmundicias, más en armonía con la higiene y salubridad que es preciso asegurar en las variadas fábricas y talleres; efectuar el apercibimiento o la denuncia de las infracciones que se cometan, y formar las estadísticas que con estos asuntos se relacionan.

Complemento de una organización de esta índole es el sistema de asistencia sanitaria en que se basa el concepto moderno de la hospitalización especializada.

Por el momento, ya sería bastante con que en España se cumpliesen, medianamente siquiera, los reglamentos en vigor.

LA LEGISLACION ESPAÑOLA

ANTE LOS GRANDES PROBLEMAS DE LA INGENIERIA SANITARIA

EDUARDO GALLEGO

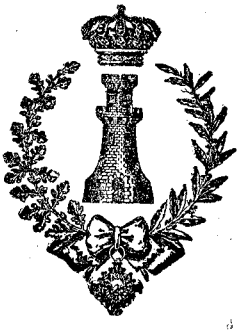
:: TENIENTE CORONEL DE INGENIEROS ::

La Legislación Española ante los grandes problemas de la Ingenieria Sanitaria.

COMUNICACION PRESENTADA AL

PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA

CELEBRADO EN MADRID EN NOVIEMBRE DE 1919



IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS». - MADRID. 1921.

Es, por desgracia, un hecho indudable, comprobado por las propias estadísticas oficiales, que la mortalidad en España supera bastante a la media registrada en las naciones europeas y americanas (16 por 1.000 habitantes), siendo muy de notar que la reducción que en el índice de mortalidad venía obteniéndose desde el 1900 (28,9 por 1.000) hasta el 1911 (21,1 por 1.000) cese, y a partir de esa fecha, se produzcan nuevos aumentos, llegando al 22,3 en 1917, y a cifra mucho mayor, y aun no conocida, el 1918, a consecuencia en este último año, de la epidemia de gripe, que tantos estragos hizo en nuestro suelo (150.000 defunciones), debido principalmente a nuestra imperfecta organización sanitaria (1).

Aunque son múltiples las causas que influyen en la mortalidad general de un país, algunas de las cuales, como le sucede a las condiciones climatológicas, son muy difíciles de modificar, y otras, como la defectuosa alimentación, reconocen un origen muy complejo, íntimamente relacionado con la riqueza nacional, puede hoy fundadamente afirmarse que en la *mortalidad general de los pueblos influyen como factores preponderantes: en primer término, el grado de saneamiento o de higienización de sus aglomeraciones, lo mismo urbanas que rurales,* y en segundo lugar, *el desarrollo alcanzado por los vicios sociales* (alcoholismo, tabacosis, prostitución excesiva, etc.) y falta de higiene individual, función esta última de la cultura del país; es, en resumen, la manera de practicar la higiene,

(1) Comentando estos hechos, decía de Real orden, en 20 de julio de 1903, el entonces Ministro de la Gobernación, Sr. García Alix: «Que España ofrecía a la consideración del mundo datos estadísticos abrumadores que nos colocaban en punto a higiene y salubridad públicas en *humillante* condición ante propios y extraños», condición de la cual aún no hemos salido, ya que el progreso realizado en los últimos quince años no es comparable al decrecimiento que han alcanzado en la última mitad del pasado siglo las naciones cultas.

en sus ramas urbana, rural o individual o particular, lo que decide el grado de mortalidad de una nación.

Ahora bien; siendo la primera y primordial función de los Estados la defensa de la *salud pública,* ya que ésta constituye la base fundamental de la prosperidad de todo país, es deber ineludible de los Gobiernos, procurar el perfeccionamiento no interrumpido del *sistema sanitario nacional,* que tiene por base la sanidad pública, organismo admistrativo oficial, al que compete la ejecución de cuantas medidas conduzcan a preservar el núcleo social, tanto de las enfermedades que se originan y producen habitualmente en el territorio propio (enfermedades indígenas) como de las que pueden ser importadas de otros países (enfermedades exóticas), y la *legislación sanitaria,* conjunto de disposiciones oficiales inspiradas en las enseñanzas de la *ciencia sanitaria* (a la que incumbe el estudio de las leyes de la salubridad y la investigación de los medios más

---

Los datos oficiales de mortalidad, a partir del 1900, son los que siguen:

Coeficiente de mortalidad general de España, en los años de 1910 a 1917.

AÑOS	Vivientes a mediados del año en millares de habitantes (cifras calculadas).	Coeficiente de mortalidad por 1.000 habitantes.
1900	18.566	28,9
1901	18.649	27,8
1902	18.732	26,1
1903	18.816	25,0
1904	18.900	25,8
1905	18.995	25,9
1906	19.069	26,2
1907	19.155	24,2
1908	19.240	23,8
1909	19.743	23,6
1910	19.881	22,9
1911	20.020	23,3
1912	20.160	21,1
1913	20.301	22,1
1914	20.443	22,0
1915	20.586	22,1
1916	20.730	21,4
1917	20.875	22,3

Durante el período 1900-1909, el promedio de la mortalidad en las naciones europeas ha sido por 1.000 habitantes, según datos reunidos por el director de la Estadística General de Francia, Mr. Lucien Mark: Rusia, 30,9; Hungría, 25,8; Rumania, 25,7; España, 25,7; Austria, 23,7; Servia, 23,5; Bulgaria, 22,7; Italia, 21,8; Francia, 19,8; Alemania, 19,3; Suiza, 16,0; Inglaterra, 15,8; Países Bajos, 15,7; Suecia, 15,2; Dinamarca, 14,6; Noruega, 14,4,

adecuados para poner en práctica la aplicación de estas leyes) de la Medicina y de la Bacteriología, cuyo cumplimiento debe constituir la mejor garantía para la defensa colectiva e individual contra las numerosas enfermedades denominadas «evitables» y contra la mayor parte de las epidémicas (1).

Estos dos recursos a disposición de los Gobiernos, para fortalecer la defensa de la salud pública, son, en realidad, complementarios, pues de nada serviría una perfecta legislación sanitaria, si el organismo encargado principalmente de llevarla a la práctica, funcionara de modo deficiente, cualesquiera que fueran los motivos de ella; pero es indudable que sin legislación sanitaria apropiada, no será nunca lo bastante fructífera la labor del mencionado organismo (sanidad pública); de aquí que la *le-*

(1) Está hoy demostrado científica y prácticamente, de manera incontrovertible, que existe un grupo muy numeroso de enfermedades, en el que se cuentan todas las miasmáticas y miasmaticocontagiosas, que pueden evitarse con la adopción de medidas higiénicas, cuya observación ha motivado el decrecimiento de la mortalidad media durante la segunda mitad del pasado siglo en todas las naciones civilizadas del antiguo y nuevo continente.

Han contribuído también de modo sensible a este decrecimiento los adelantos de la Medicina, gracias a los cuales, y más especialmente a los de la Bacteriología, han conseguido las naciones progresivas acabar para siempre con las epidemias que diezmaban en el pasado siglo las naciones. Así, por ejemplo, el descubrimiento del suero antidiftérico ha arrancado de la muerte a miles de niños que antes eran víctimas de la difteria; el de la vacuna antivariolosa ha hecho que esta enfermedad se considere como impropia de las poblaciones cultas, en todas las cuales la vacunación es ya obligatoria, y la aplicación de la paratífica al Ejército de Marruecos ha conducido a una reducción notable en las bajas por fiebres tifoideas en las tropas españolas y francesas que operan en tan inhospitalario territorio; del mismo modo, el descubrimiento del Dr. Finlay, jefe del departamento de Sanidad de la Habana, de la «transmisión de la fiebre amarilla por el mosquito», ha permitido extinguir en Cuba mal que ha originado tantos miles de víctimas, y los trabajos del Dr. Cortezo, presidente de la Real Academia de Medicina, que le llevaron a afirmar en la epidemia de 1903 que los agentes propagadores del tifus exantemático eran los piojos y las vestiduras del cuerpo humano (hecho confirmado en 1912 por il Dr. Nicole, del Instituto Pasteur, de Túnez, quien comprobó que el germen de dicha enfermedad se aloja en los intestinos del piojo), le permitió acabar en quince días con la epidemia, aplicando como tratamiento la limpieza del cuerpo, la desinfección de las ropas y el aislamiento, método que, aplicado y practicado durante la guerra última por los médicos ingleses, terminó con tan terrible azote, que en el año 1914-1915 produjo 40.000 defunciones en Servia.

Aprovechando estas enseñanzas, se ha establecido ya en Melilla, por la Junta de Fomento, una estación de despiojamiento, en la cual se reconoce y se trata, si así precisa, a los moros que desembarcan en dicho puerto, procedentes de Argelia (donde van anualmente un gran número a las faenas agrícolas), siendo con frecuencia portadores del tifus exantemático, que propagan en sus kabilas.

gislación sanitaria resulte en definitiva el elemento que ejerce influencia más intensa y más decisiva en el índice de mortalidad de un país, siempre, naturalmente, que los preceptos de dicha legislación, traducidos en un régimen de policía sanitaria, sean cumplidos con el debido rigor (1).

Entendemos, por lo tanto, es tema de sobrada importancia para ser llevado al I Congreso Nacional de Ingeniería el examen, aunque sea ligero, de las deficiencias y omisiones de nuestra legislación sanitaria (las que tienen su reflejo en las cifras de mortalidad, tanto general como debida a enfermedades infecciosas), aunque por la índole de dicho certamen tengamos que reducir este estudio a la parte de dicha legislación, que se relaciona únicamente con la *ingeniería sanitaria*, nueva rama o especialidad de nuestra extensa profesión, que pone la ciencia del constructor al servicio de la ciencia del médico, aplicando en bien de la humanidad cuantos recursos la construcción dispone, para satisfacer las exigencias de la medicina y de la higiene.

Como grandes problemas, dentro de los múltiples que en la ingeniería sanitaria están actualmente planteados y más o menos satisfactoriamente resueltos, podemos considerar por su trascendencia:

a) El alejamiento de urbes y viviendas de las aguas residuales y su tratamiento para evitar la contaminación del agua y del aire.

b) La captación en condiciones adecuadas y la purificación de las aguas potables, por ser con frecuencia las utilizadas por la bebida vehículo de transporte de enfermedades y epidemias.

c) La mejora de las condiciones higiénicas de los edificios habitables y de las vías que los enlazan, a fin de conseguir la aireación, iluminación y soleamiento de unas y otros en amplia escala.

La legislación española en sus relaciones con la ingeniería sanitaria.

La parte de legislación sanitaria que se relaciona directa o indirectamente con estos grandes problemas, se encuentra repartida en las disposiciones siguientes:

---

(1) Ejemplo elocuente de cuanto puede alcanzarse con la implantación y rigurosa práctica de un régimen severo y acertado de policía sanitaria, nos lo ofrece la ciudad de la Habana (Cuba), donde el Departamento de Sanidad de la Isla logró acabar con enfermedades tan terribles como el vómito y la fiebre amarilla, y reducir mucho el crecido número de víctimas que el paludismo causaba, extinguiéndose totalmente en la provincia de la Habana. Gracias a ello, la mortalidad general, que llegó a ser altísima a consecuencia de dichas epidemias, pues había alcanzado algunos años la aterradora cifra de 90,98 por 1.000 habitantes, ha descendido en la Ha-

Instrucción general de Sanidad pública, aprobada con carácter definitivo por Real decreto de 12 de enero de 1904.

Leyes de Ensanche de poblaciones de 22 de diciembre de 1876, 25 de septiembre de 1892 y 8 de febrero de 1907, con el Reglamento de 19 de febrero de 1877 para la aplicación de la primera (1).

Ley de Saneamiento y mejora interior de poblaciones de 18 de marzo de 1895 y Reglamento de aplicación de 15 de diciembre de 1896.

Ley relativa a la construcción de Casas baratas de 12 de junio de 1911 y Reglamento provisional para la aplicación de esta Ley (fecha 11 de abril de 1912).

Real decreto de 16 de noviembre de 1900, aprobando el Reglamento sobre enturbiamiento e infección de las aguas públicas y sobre aterramiento y ocupación de sus cauces con los líquidos procedentes del lavado de minerales o con los residuos de las fábricas.

Real decreto de 27 de marzo de 1914 sobre los auxilios que el Estado puede prestar a los Municipios para obras relacionadas con el abastecimiento de aguas a las poblaciones.

Real orden de 13 de julio de 1901 del Ministerio de la Gobernación sobre saneamiento de edificios públicos.

Idem íd. de 28 de abril de 1905 del Ministerio de Instrucción pública sobre condiciones higiénicas que deben llenar los edificios escolares.

Idem íd. de 18 de octubre de 1887 del ídem íd. sobre desinfección de los derribos de casas cuando en los últimos cinco años hubieran sido ocupadas por enfermos infecciosos.

Idem íd. del Ministerio de la Gobernación, fecha 10 de marzo de 1912, disponiendo que con urgencia se obligue a las entidades o particulares que exploten abastecimientos de aguas en todo el Reino a adoptar los procedimientos precisos para que antes de ser utilizadas por el vecindario sean purificadas microbiológicamente.

Las leyes de 25 de septiembre de 1892 y 8 de febrero de 1907 conceden determinados beneficios fiscales con tendencia a facilitar la adquisición de los terrenos y la edificación en los comprendidos en las leyes de Ensanche y Reforma interior de poblaciones; la ley de Aguas vigente, de 13 de junio de 1875, se ocupa en su sección segunda del aprovechamiento de aguas públicas para el abastecimiento de poblaciones, y en su capí-

---

bana a 15,5 en 1906, y a 12,89 la correspondiente a la totalidad de la Isla de Cuba, e igualmente la mortalidad por tuberculosis baja desde el 21,42 por 10.000, que alcanzaba en 1900, hasta 14,90, en 1908.

(1) Rigen leyes especiales para cada uno de los ensanches de Madrid, Barcelona, Cartagena, etc.

tulo VII, de la desecación de lagunas y terrenos pantanosos. El Código penal contiene también varios artículos que pueden considerarse oomo formando parte de la legislación sanitaria, por cuanto en ellos se establece penalidad contra los infractores de principios de higiene pública; y por último, las leyes Provincial y Municipal contienen variados preceptos de carácter higiénico y establecen la limitación de atribuciones que en materia de higiene corresponde a estas entidades, y la que compete al Estado. Aún podrían agregarse a todas las disposiciones enumeradas gran número de Reales órdenes, casi todas provinientes del Ministerio de la Gobernación, referentes a policía sanitaria (enterramientos, derribos de edificios, recogida de basuras, establecimiento de industrias insalubres, Beneficencia, etc.

Esta legislación, aunque deshilvanada, deficiente e incompleta, está, en general, muy bien orientada (1), aunque adoleciendo del grave defecto de ser más teórica que práctica, ya que en gran parte está saturada de tramitación burocrática. Más, a pesar de tales imperfecciones, mucho hubiera ganado la sanidad en España, si por lo menos los preceptos fundamentales de dicha legislación, en vez de resultar como desdichadamente ocurre letra muerta, hubieran sido de obligado cumplimiento.

Defecto fundamental de nuestra legislación sanitaria.

Repasando detenidamente la parte mencionada de nuestra legislación sanitaria, puede observarse la absoluta carencia de penalidades para las Corporaciones o los ciudadanos que omitan el cumplimiento de los respectivos deberes que en dichas disposiciones legales se imponen y la falta de medios a disposición de las autoridabes gubernativas e inspectoras para exigir dicho cumplimiento del que el propio Estado se despreocupa, limitándose a hacer dejación de sus funciones que entrega cómodamente a los Municipios.

Sólo así se concibe, por ejemplo, que pasen los años sin ponerse remedio al hecho bochornoso de que existan capitales comò Málaga, Cádiz, Ciudad Real, Toledo, Gerona, Salamanca, Huesca, Valladolid, etc., cuya mortalidad excede del 30 por 1.000, y algunas como Sevilla y León, donde llega al 35 y hasta el 40 en Palencia, y el Estado continúe cruzado de brazos ante incultura semejante, creyendo sin duda queda cumplida su misión tutelar con dejar establecido en el art. 119 de la Instrucción

(1) Sobre todo, la Instrucción general de Sanidad que modificó en su mayor parte las antiguas leyes de Sanidad de 1855 y 1866 y compendiado gran número de reglamentos, Reales órdenes y disposiciones de la suprimida Dirección general de Beneficencia y Sanidad.

general de Sanidad, que «cuando la mortalidad de una capital durante tres años consecutivos exceda de la media del resto de la Península, el Inspector municipal llame la atención sobre el caso del Inspector provincial y éste practique una información explicando las causas del daño y proponiendo los remedios posibles ante la Junta provincial, acordando ésta las providencias adecuadas al objeto».

La ley francesa relativa a la protección de la salud pública de 15 de febrero de 1902, en su artículo 3.°, establece preceptos muy parecidos, pero agregando que cuando el Consejo de Higiene del Departamento estima son necesarios trabajos de saneamiento, sea invitada la Comune a realizarlos, y si a los tres meses de hecha la notificación por el Prefecto no se ha tomado medida ninguna para la ejecución de los mismos, un decreto del Presidente de la República ordena se realicen aquéllos, determinando las condiciones de su ejecución. Igualmente hay muchas poblaciones de relativa importancia donde dista mucho de estar resuelto el problema de abastecimiento de aguas, trascendental para la vida de toda aglomeración humana y donde se carece de los Laboratorios municipales de Higiene que la Instrucción de Sanidad hace obligatorios para las poblaciones de más de 150.000 almas, para responder cuando menos al importantísimo servicio de *desinfección,* cuyo desarrollo ha contribuído notablemente a evitar la propagación de enfermedades infectivas y contagiosas.

En resumen, con las actuales organización y legislación sanitarias, el Estado en la práctica se desentiende totalmente de la sanidad de las aglomeraciones (urbanas y rurales) dejando al arbitrio de los Municipios el que hagan o no las obras conducentes a mejorar sus condiciones sanitarias, obras que son casi siempre las necesarias para tener un buen alcantarillado y un abastecimiento de aguas capaz de proporcionar éstas en abundancia y de buena calidad, y las urbanas que exige el evitar el hacinamiento de las viviendas y conseguir lleguen a éstas los rayos solares, cuya acción directa es sabido no puede resistir ningún microbio de enfermedad transmisible.

Esta dejación que el Estado hace de sus funciones sanitarias en favor de los Municipios, aun sabiendo por triste experiencia el deplorable funcionamiento de estos desacreditados organismos locales, es, sin duda, una de las causas determinantes del atraso higiénico que se observa saliendo en España de las principales capitales, atraso fielmente reflejado en las estadísticas de mortalidad (1).

(1) En mis viajes profesionales por ciudades y villas, he sentido muchas veces sonrojo al observar en pueblos ricos de las provincias de Toledo, Zamora y otras

Omisiones y deficiencias de la legislación española que dificultan la resolución práctica de los grandes problemas de Ingeniería Sanitaria.

Aparte del grave defecto antes indicado, que es fundamental en nuestra legislación sanitaria, nótanse en la misma omisiones y deficiencias de bulto, que convendría subsanar en bien del saneamiento del territorio nacional. Vamos a señalar unas y otras, comentándolas breve y ordenadamente y refiriéndolas a los problemas aludidos.

a) Alejamiento de urbes y viviendas de las aguas residuales y su depuración.

Todas las poblaciones españolas (con excepción de Bilbao) vierten sus aguas residuales en bruto, preocupándose poco o nada de las recomendaciones de la higiene para evitar la contaminación de los cursos de agua, de la costa inmediata, de las playas, ó de los terrenos en que el vertimiento se efectúa y hasta del aire que envuelve a las propias poblaciones que para nada se cuidan de destruir esos gérmenes de muerte, que la fermentación del eflujo urbano arrastra consigo. Nuestra legislación nada exige sobre el particular, y tan sólo el Real decreto de 16 de noviembre de 1900, ya citado, del Ministerio de Agricultura prohibe verter en los cursos de agua los líquidos procedentes de preparaciones industriales a las aguas turbias o sucias del lavado de minerales, así como arrojar a las márgenes, orillas y álveos de los cursos de agua, escombros procedentes del laboreo de minas, escorias, detritus y toda clase de residuos de fábricas e industrias.

A su vez el Código penal, en su capítulo II, establece multas y penalidades «a los que arrojen en fuente, cisterna o río cuya agua sirva de bebida, algún objeto que haga el agua nociva para la salud.» Aparte de que estas bien entendidas disposiciones están olvidadas, nada impide,

---

varias, que las aguas negras discurrían al descubierto por el centro de la calle principal, cuando hubiera bastado enterrar a un metro de profundidad una tubería de gres de 0,20 ó 0.25 metros de diámetro para hacer desaparecer esa causa constante de impurificación del aire respirable en las viviendas que bordean las referidas vías, y sabido es que en muchas capitales de provincia, y en la misma Barcelona, gran urbe a la que parecería irrespetuoso tachar de inculta, tienen carácter endémico las fiebres tifoideas, enfermedad que se considera como típica o característica de la existencia de malas redes cloacales, o de distribución de aguas contaminadas.

por lo tanto, a las poblaciones, villas, caseríos y hasta edificios aislados, verter directamente las aguas de alcantarilla y las caseras en el río o arroyo inmediato, con escarnio de la higiene y desprecio de la vida de sus convecinos.

Desde el año 1865 viene rigiendo en Inglaterra la prohibición de verter en los cursos de agua, sin *depurarlas previamente,* las de alcantarilla, incluyéndola en la ley de 1876 (The rivers pollution prevention act), todavía en vigor, con las consiguientes adiciones; las leyes de 1870 y 1873 sobre el uso de las aguas establecen idéntica prohibición en Austria y todos los Estados de la Confederación germánica, así como Suiza, Bélgica, Francia (1) y otras varias naciones imitan posteriormente el ejemplo, y lejos de abandonar el asunto, nombran comisiones que, bien con carácter permanente, como en Inglaterra (2) y Alemania, o bien temporal, como en Francia y Bélgica, se las encomienda la misión de hacer investigaciones y proponer las medidas adecuadas para evitar la contaminación de los cursos de agua y conseguir la inmunidad de las de alcantarilla.

De la importancia del tema y de su carácter da idea el siguiente voto emitido por el IV Congreso Internacional de Saneamiento y Salubridad de la habitación (celebrado en Amberes en septiembre de 1913) al tratar de la depuración de las aguas negras (3):

«El Congreso, por razones sanitarias y otros puntos de vista importantes, estima que la salvaguardia de la limpieza de las aguas corrientes es de un interés internacional.

Por consecuencia, invita a los Gobiernos de los Estados a formar un Comité profesional internacional, teniendo por objeto reglamentar la cuestión de la salvaguardia de los cursos de agua, y como corolario, reglamentar por un acuerdo internacional la depuración de las aguas negras.»

Impónese, pues, de manera indiscutible, que nuestra legislación sanitaria contenga algún precepto relativo a la «protección a los cursos de

(1) En las «Instructions générales relatives à la construction des égouts, à l'évacuation et à l'épuration des eaux residuels», aprobadas por el Consejo Superior de Higiene el 12 de julio de 1909, se establece la prohibición de invertir, sin *depuración preliminar,* en un arroyo, un canal, un lago, un río o en el mismo mar en la proximidad de las playas o criaderos de ostras, las aguas recogidas por las alcantarillas, prohibición que se reproduce en la «Loi relatif aux mesures à prendre contre la pollution étendue de la conservation des eaux» de 24 de diciembre de 1910.

(2) Se denomina «Comisión Real del sewage» y fué constituída en 1898 para examinar los procedimientos de depuración de las aguas de alcantarilla, formándola diez miembros de reconocida autoridad; publica anualmente su «rapport» dando cuenta de sus investigaciones y consejos.

(3) «Comptes rendus» del Congreso, pág. 403.

agua»; impidiendo en general el vertimiento en ellas de las aguas de alcantarilla, así como de las procedentes de pozos Mouras o pozos negros al servicio de edificios aislados, si unas y otras no sufren previamente una depuración que garantice su inocuidad, debiéndose precisar las condiciones en que el vertimiento puede tolerarse, y pudiéndose ampliar en dicho sentido el Real decreto ne 16 de noviembre de 1900. Más como, aun establecida esa disposición oficial, los Municipios, amparándose en su falta de recursos, la dejarían como tantas otras incumplida, no resultando con ello beneficio tangible para la salud pública, se hace necesario que el Estado se preocupe de facilitar la resolución de ese problema que es de carácter general, ligándolo como es lógico al de dotar de alcantarillado al mayor número posible de poblaciones y pueblos, ya que en el siglo en que vivimos, el que una población carezca de red cloacal, es signo evidente de atraso, de incuria, de desprecio a la salud y a la vida. El llevar a los presupuestos generales de la nación, bastante recargados ya, ese nuevo gasto que habría de resultar forzosamente muy cuantioso (1), tal vez encontrara detractores, aunque en realidad nada más reproductivo que el dinero empleado en mejorar las condiciones sanitarias del país; por ello sería quizás preferible imitar lo hecho por Francia, donde en virtud del artículo 4.° de la ley de 15 de junio de 1907, está autorizado el Ministerio del Interior para establecer un impuesto del 15 por 100 sobre los beneficios del juego en casinos y círculos de estaciones termales y playas, destinando dicha suma a subvencionar la ejecución de los proyectos de abastecimiento de aguas y alcantarillado. Dadas las proporciones alarmantes que con autorización tácita de los Gobiernos ha llegado a adquirir el juego, no sólo en círculos y casinos, sino hasta en locales públicos, sería mucho más moral y productivo el reglamentarlo, imponiéndole una fuerte tributación destinada a subvencionar la beneficencia y el saneamiento.

Con tal ayuda y el establecimiento de un impuesto por alcantarillado para el que la ley general de Obras públicas, en su artículo 47, autoriza a los Municipios sobre las fincas llamadas a utilizarlo, se obtendrían recursos suficientes para ir ejecutando obras (las de alcantarillado y depuración) de tan vital interés público, debiendo declararse de ejecución forzosa para todas las capitales y pueblos mayores de 10.000 almas, siempre que su mortalidad media en un quinquenio excediese de la correspondiente al promedio en España.

(1) Sólo la ejecución del nuevo alcantarillado de Madrid, que por ley especial sufraga en un 50 por 100 el Ministerio de Fomento, tiene un presupuesto de 37.725.000 pesetas y el saneamiento del Manzanares, que es complementario del anterior, importa 8.265.876 pesetas.

Con respecto a la recogida y evacuación de las inmundicias líquidas donde se carece de alcantarillado, reina abandono tal, que se deja impere en pequeñas poblaciones y hasta en los suburdios de las grandes el inmundo pozo negro, tanto para el servicio de los edificios particulares como colectivos.

La industria explota hoy buen número de tipos de fosos sépticos y cámaras anaeróbicas, aplicables lo mismo a la finca aislada (hoteles, casas de labor, chalets, etc.) que a la habitación colectiva (casinos, asilos, hospitales, colegios, cuarteles, etc.), bastante mejores higiénicamente que el pozo negro o el pozo Mouras; pero aun dichas instalaciones, en las que sólo se consigue el desarrollo de la fermentación anaeróbica, deben siempre complementarse con alguna disposición, aunque sea rudimentaria, que haga más avanzado el proceso biológico depurativo (depuración por el suelo o en lechos bacterianos de oxidación), toda vez que el líquido afluente de dichos fosos contiene mayor número de microorganismos que las propias materias fecales, abundando entre ellos los patógenos, siendo apto para contaminar las capas de agua subterráneas. Debe, pues, reglamentarse el uso de dichos aparatos, como se ha hecho en varios departamentos franceses y en ciudades americanas, ya que en la actualidad reina completa anarquía sobre su construcción (casi siempre defectuosa, por realizarla personas poco competentes), haciendo desde luego obligatorio el establecimiento de instalaciones bacterianas económicas en los edificios colectivos o la práctica de la depuración biológica natural si el terreno inmediato a la finca se prestase a la aplicación de este último procedimiento, exigiendo a los Ayuntamientos el incluir dichas disposiciones en las Ordenanzas municipales.

b) *Abastecimiento de aguas potables.*

La Instrucción general de Sanidad está muy bien orientada en lo que se relaciona con el abastecimiento de aguas, pero carece en absoluto de valor práctico, y lo propio ocurre a la Real orden de Gobernación de 10 de marzo de 1912, dictada con la convicción profunda de que ni siquiera había de pensarse en su cumplimiento. La citada Instrucción impone a los inspectores municipales de Sanidad la obligación de reconocer periódicamente las aguas potables y a los Ayuntamientos la de que «cuando la dotación de agua potable en un Municipio no fuera suficiente, el inspector citado practique una información y proponga remedio, propuesta que examinará la Junta provincial, a la que se faculta para indicar las subvenciones recomendables a cargo de la Provincia o del Estado». Como complementario de esta disposición puede considerarse el Real decreto

de 27 de marzo de 1914 relativo a los auxilios que el Estado puede prestar a los Municipios para obras relacionadas con el abastecimiento de aguas a las poblaciones. Para juzgar del espíritu raquítico que preside en esta disposición oficial, basta indicar que en ella se establece que en ningún caso percibirá cada Ayuntamiento más de una subvención, y que ésta no podrá exceder de 40.000 pesetas, cobradas en diez años, a partir de la terminación de las obras, cifra que en la inmensa mayoría de los casos no es suficiente para compensar las molestias que supone el solicitar dicha concesión, el poder conseguirla después de múltiples trámites, entre los que figura el paso por la Dirección general de Obras públicas, y últimamente el percibirla, si para ello hay consignación en presupuesto. De la escasa influencia que esta disposición ha ejercido en la práctica, da idea el que, según el «avance del inventario de aguas potables» formado por los inspectores regionales de Sanidad del campo, de 9.261 términos municipales de los abastecimientos inspeccionados, lo tienen suficiente (a juicio de dichos médicos) 1.874; faltan datos de 904 y carecen de abastecimiento 50; en 4.949 abastecimientos acusa el análisis *abundancia de materia orgánica* en suspensión; 6.249 abastecimientos son sin conducción, y 2.918 la tienen de tubería de barro; valorando, en fin, el coste aproximado de las reformas necesarias para mejorar dichos abastecimientos en 91.773.306 pesetas, cifra que habría hoy que doblar. Puede, en resumen, decirse que toda la protección que el Estado dispensa a las entidades oficiales o particulares que en cumplimiento de su sagrado deber las primeras, o con miras industriales las últimas, toman a su cargo el contribuir poderosamente al saneamiento de las ciudades y pueblos, toda vez que sin agua abundante no hay higiene pública ni aun individual posible, queda reducida a la preferencia que para la concesión de aguas públicas establece en su artículo 160 la ley de Aguas vigente a favor de las que se destinen al abastecimiento de poblaciones.

Respecto a la protección y mejora de las aguas potables, nada se ha legislado en España que pudiera servir aunque sólo fuera de guía a Municipios, Empresas y particulares.

La Real orden de Gobernación inserta en la *Gaceta de Madrid* de 10 de marzo de 1912, dictada con motivo del recrudecimiento de las afecciones tifoideas, dispone en su artículo 7.° «que se redacte y presente al Parlamento el proyecto de ley de defensa del agua potable de que hasta el día nuestra nación carece», encargando la redacción de este trabajo, así como el Reglamento sanitario de vigilancia y defensa de las aguas que surten a Madrid, al Real Consejo de Sanidad (el cual, en los siete años transcurridos, no sabemos se haya preocupado de cumplir lo que de Real orden se le ordenó), y encomendando en el artículo adicional 1.° a alcal-

des y gobernadores que con el mayor rigor obliguen a entidades oficiales y Empresas que exploten o suministren aguas, el empleo de los *procedimientos precisos* para que antes de su utilización sean purificadas microbiológicamente. El abandono higiénico de España desde el punto de vista de sus cuidados para examinar la salubridad de las aguas que se destinen a la alimentación y mejorar sus condicciones, responde plenamente a esta falta de dirección y acción oficial, pudiendo indicar como prueba elocuente de ello, que cuando los higienistas todos consideran las aguas superficiales corrientes (de ríos y arroyos) cuando menos como sospechosas, y prohiben su empleo para la bebida, sin someterlas previamente a un tratamiento que asegure su inmunidad, y cuando los progresos de la microbiología han patentizado, no puede ya el filtro considerarse como garantía suficiente de una agua potable, por no ser éste impermeable totalmente al paso de los microbios, siendo indispensable, por lo tanto, cuando se quiere contar con aquella seguridad, acudir a la esterilización; en España no hay más capitales que empleen la filtración artificial que Valencia y Coruña, y tan sólo el Ayuntamiento de Madrid esteriliza, ozonizando las aguas de los antiguos viajes del Alto y Bajo Abroñigal.

Si se pretende alcanzar la mejora del saneamiento de ciudades y pueblos, será preciso:

a) Una intervención directa del Estado, que ahora no la ejerce ni aun siquiera nominalmente, promulgando esa ley de Protección de aguas potables que hace ya siete años reclamaba con urgencia el Ministro de la Gobernación (1), ley de protección que debe alcanzar la defensa de una zona o perímetro alrededor del origen de captación de las aguas potables (río, arroyo, manantial, pozo), zona que es lógico declarar de utilidad pública a los efectos de la expropiación forzosa, impidiendo en ella el cultivo que exija abonos mineralos y hasta el tránsito público, como se establece en la ley francesa de protección a la salud pública (art. 10). Esta intervención debería ejercerse, no por el Real Consejo de Sanidad (cuya utilidad sólo puede aceptarse considerándole como un alto Cuerpo consultivo, y en manera alguna como Comisión de trabajo) y actuales inspectores provinciales y municipales, sino por organismos más adecuados y disponiendo de autoridad y medios para hacerla sentir.

b) Subvencionando toda obra de abastecimiento de agua, tanto las efectuadas por Municipios como las llevadas a cabo por Empresas particulares, del mismo modo que se subvenciona, por ejemplo, la construc-

(1) Nada menos que del 1878 data la ley especial de aprovisionamiento de aguas que rige en Inglaterra. *(Public Realth Water, Act)*

ción de vías férreas, y obligando a los Municipios mayores de 2.000 almas, en los que la mortalidad sea superior a la media, a realizar los trabajos necesarios para disponsr de las aguas potables que la población requiera, química y bacteriológicamente aceptables y en cantidad mínima de 125 litros por habitante y día.

c) *Mejora de las condiciones higiénicas de edificios y vías públicas.*

Hasta que fué promulgada la ley de Casas baratas con fecha de 12 de junio de 1911, no existía en España disposición alguna que prohibiera habitar las viviendas insalubres, ni que obligara a destruir éstas o efectuar en ellas los trabajos de saneamiento conducentes a hacerlas habitables. El art. 28 y siguientes de la citada ley llenan en parte tamaña omisión, encomendando a las Juntas locales de Fomento y mejora de dichas habitaciones la denuncia de las casas de vecindad, o grupos de viviendas que por sus malas condiciones constituyen un peligro grave para la salud de la población en general y de los que las habitan especialmente, y autorizando a los Ayuntamientos para proceder por su cuenta y previa expropiación a la mejora y saneamiento de dichas fincas cuando a ello se negaran los propietarios de las mismas, y para clausurarlas cuando se vea que son impropias para albergue humano. Tanto la citada ley como el Reglamento de 11 de abril de 1912 para su aplicación, indican la tramitación que debe seguirse para llegar a los extremos apuntados, así como también para conseguir la declaración de utilidad pública con el consiguiente derecho a la expropiación forzosa de las fincas insalubres.

Es sin duda un progreso sanitario de importancia el haber incluído en la ley de Casas baratas tales preceptos autorizando la «expropiación por causa de insalubridad»; mas es sensible que al hacerlo así, no se haya especificado de una manera clara el criterio a seguir para fijar el precio de la expropiación. La fórmula aceptada para dicho fin en el II y III Congresos Internacionales de Saneamiento y Salubridad de la habitación (Ginebra, 1906; Dresde, 1911), fué que «al expropiar las fincas insalubres por convenir así al bien común, se haga depreciándolas en razón de su insalubridad mayor o menor, *disminuyendo el precio del inmueble en lo que importarían las obras necesarias para hacerlo salubre,* llegando hasta reducirlo al valor del terreno cuando la transformación fuera imposible o el coste de las obras mayor que el de la finca». El IV Congreso celebrado en Amberes en septiembre del 1913, en cuyo programa figuraba como uno de los temas especiales a estudiar, el de la expropiación por causa de

insalubridad pública, emitió un voto más completo que, en nuestra opinión, deja resuelto en su parte legislativa dicho problema (1).

La ley a que me vengo refiriendo, en su art. 36, establece únicamente que las habitaciones clasificadas como totalmente inaceptables, serán expropiadas pagando sólo el valor que tenía el terreno antes de que el Ayuntamiento acordase las obras y el de los materiales demolidos, quedando sin resolver el caso en que no se declarase la imposibilidad del saneamiento, y en el cual parece deducirse que el coste de la expropiación se fijaría como de ordinario, sin que de ella se dedujera el valor de la reforma a efectuar.

Como corresponde a la burocracia española, la tramitación de cualquiera de estos casos es laboriosísima, sin faltar el indispensable Consejo de Estado, el Real Consejo de Sanidad, etc., más todas las alzadas corrientes. Sin duda por estas complicaciones (por defectos en la constitución de las Juntas de Fomento de casas baratas, o por dejadez de los Ayuntamientos), no sabemos ni una sola ocasión en que se haya aplicado en España la expropiación por causa de insalubridad en los siete años que lleva la ley en vigor, pudiendo en cambio citar casos tan elocuentes como el de declarar oficialmente el alcalde de Madrid (2) que existen en la Corte 60.000 personas habitando en las llamadas casas de corredor (de las cuales hay casa que alberga ¡775 personas!) y 10.000 en chozas, sin reunir unas ni otras condiciones de habitabilidad, sino constituyendo

(1) El texto de dicho voto es el siguiente: «El Congreso, considerando: Que nadie puede ser obligado a ceder su propiedad si no es por causa de utilidad pública y mediante una justa y previa indemnización: Que la expropiación de los inmuebles insalubres es una obra de utilidad pública en primer grado, que debe perseguirse no solamente atacando a las manzanas o grupos de casas insalubres, sino también atacando individualmente a los inmuebles insalubres comprendidos entre construcciones sanas: Que es necesario facilitar la ejecución de los trabajos de saneamiento no evaluando los inmuebles expropiados, más que teniendo en cuenta el importe del gasto que supondrían los trabajos necesarios pora reponerlo al estado de salubridad; que por otra parte es indispensable proporcionar a los habitantes de los inmuebles expropiados habitaciones salubres de pequeños alojamientos sobre el emplazamiento de los inmuebles expropiados, o en su inmediata vecindad. Emite el voto de que las leyes a intervenir tengan en cuenta estas diferentes necesidades». *(Compte rendu des travaux du IV Congrès International d'assainisement et salubrité de l'habitation.* Amberes, 1913, pág. 465.)

(2) En el prólogo de la Memoria titulada *La vivienda insalubre en Madrid*, redactada el 1914 por el director-ejfe del Laboratorio Municipal Dr. César Chicote, a quien tanto debe la capital de la Nación por el admirable estado en que ha sabido colocar el citado Laboratorio, cuyos beneméritos servicios (especialmente los de desinfección domiciliaria y en el propio local) han influido de manera notable en la reducción de la mortalidad de Madrid en los últimos años.

focos comprobados de enfermedades endémicas, y aún continúan en pie dichas viviendas.

Pero si indispensable es la destrucción de las casas insalubres, más necesaria es todavía el proporcionar habitación higiénica a las clases humildes o modestas, que sólo pueden abonar cantidades pequeñísimas por el alquiler. Este problema de índole sanitaria y social, ya que es indiscutible la influencia del albergue insano material y moralmente sobre la mortalidad (1) y sobre la criminalidad, reclama imperiosamente la intervención tutelar del Estado, habiendo constituído durante medio siglo la preocupación constante del mundo civilizado. Alemania ha invertido más de 300 millones de marcos en veinte años para las habitaciones baratas; las leyes de 9 de febrero de 1892, de 8 de julio de 1903 en Austria; del 31 de mayo de 1903, 2 de enero de 1908 en Italia; de 1890 y 1909 en Inglaterra; varias leyes en Bélgica y Francia a partir del 1906, etc., etc., han favorecido la edificación de casas baratas y salubres para obreros y abierto créditos a este efecto.

Nuestra ley de Casas baratas de 12 de junio de 1912, aunque tardía en su aparición, ha empezado ya a dar beneficiosos frutos, y los dará mayores si se van subsanando las deficiencias que en la misma y su Reglamento de aplicación pone la práctica al descubierto.

Las ventajas que dicha ley concede son realmente importantes, y lo sensible es que los Ayuntamientos y Corporaciones, lejos de secundar tan acertada iniciativa (2), constituyen hoy más bien un obstáculo para su cumplimiento, demostrándose su poquísimo interés en problema que tan directamente afecta a los Municipios, a los que por esto se les concede intervención tan amplia. Confiadamente puede esperarse que la cifra de 500.000 pesetas que anualmente viene consignándose en los Presupuestos del Estado con destino a favorecer la construcción de casas

(1) Conviene recordar existe un crecido número de dolencias, entre las que figuran la anemia, el raquitismo, el reumatismo, la miseria o debilidad fisiológica, etc., que tienen su origen en la humedad y en la falta de aire, de luz y de sol, elementos purificadores que, con el agua, definen el grado de salubridad de las viviendas y que la falta de aireación y de sol en los alojamientos predispone intensamente a la tuberculosis, terrible dolencia, que por ello se considera como la «enfermedad de la oscuridad». *(Las relaciones entre las enfermedades transmisibles y especialmente entre la «tuberculosis y la habitación»*, se examinan en el trabajo que con dicho título presentamos al I Congreso Nacional de la Tuberculosis. Zaragoza, 1908.)

(2) Hay que hacer excepción honrosa a favor de los Municipios de Bilbao. Burgos, Santander y San Sebastián, el primero de los cuales ha comenzado la construcción de un barrio de 270 viviendas, teniendo en estudio, los otros tres, la edificación de varios grupos de dichas viviendas, directamente los Municipios de Burgos y Santander y con el auxilio de la Caja Municipal de Ahorros el de San Sebastián.

baratas, irá aumentando progresiva y rápidamente, como en el art. 21 de la ley se autoriza, a fin de que el estímulo alcance al mayor número de Sociedades y particulares, pudiendo afirmarse que ya hoy dicha cantidad es insuficiente.

La Real orden de Gobernación de 13 de julio de 1901 sobre saneamiento de edificios públicos (entendiéndose por tales todos aquellos en los que el público tiene derecho a penetrar o permanecer en ellos), si hubiera sido cumplimentada habría constituído una mejora higiénica de verdadera trascendencia, obligando a la clausura de muchos miles de cafés, casinos, fondas, oficinas, talleres, etc., etc., y a una provechosa reforma en número aún superior. La imposición de multas, autorizadas por el artículo 77 de la ley Municipal a los que no cumplieran dicha Real orden, hubiera sido acicate suficiente para obligar a los dueños de dichos edificios a su saneamiento; pero ni tal disposición, ni siquiera las Ordenanzas municipales, en la parte concerniente a las condiciones que se exigen a las viviendas y locales públicos y particulares, se cumplen hoy día por incuria de los Municipios (1) e indiferencia de los inspectores municipales y provinciales de Sanidad, cuyos múltiples cometidos, escasa retribución y falta de medios adecuados les impiden, sin duda, dedicar su atención y protestar reiteradamente ante la censurable tolerancia que impera el autorizar la habitabilidad de los edificios, lo mismo públicos que particulares.

***

Para favorecer la higiene general de las ciudades, así como su desarrollo superficial, ensanchando las vías, multiplicando las plazas y espacios libres, estableciendo jardines y parques con instalaciones para ejercicios y juegos físicos, facilitando las comunicaciones entre los barrios comerciales e industriales y los destinados más especialmente a la habitación, se necesita igualmente la intervención legislativa del Estado.

Nuestras leyes de Ensanche y Saneamiento interior son ya antiguas

(1) Hay en España multitud de villas y ciudades excediendo de 6.000 habitantes donde no existe un sólo W. C., y causa verdadero espanto el ver cómo viven las masas obreras en los grandes núcleos mineros, por ejemplo. Comisionados por el Ministerio de Fomento, en mayo de 1918, para estudiar los alojamientos obreros en la cuenca carbonífera de Asturias, quedamos tristemente impresionados al observar el repugnante hacinamiento en viviendas faltas de toda condición higiénica y enterarnos de la exactitud del dicho que corre de boca en boca por toda la región de que «las camas no se enfrían nunca», debido al constante relevo de los que las ocupan.

y exigen una tramitación laboriosa y lentísima, lo que constituye un serio inconveniente.

No lo es tampoco menor las pocas facilidades que la ley de Expropiación forzosa a que da derecho la declaración de utilidad pública de los referidos trabajos, concede para llegar a la posesión de las fincas a que la reforma afecta. Está tan exageradamente interpretado en España el respeto a la propiedad particular, que el interés público queda supeditado a aquélla, eternizándose los expedientes de expropiación, cuando así se lo propone el propietario de cualquier finca a que la ley se aplique, por modesta que aquélla sea. Urge la modificación sobre este particular de la ley de Expropiación forzosa en el sentido que ya solicitaba en comunicación pasada al I Congreso Nacional para el progreso de las Ciencias (Zaragoza 1908) el ingeniero Director de Vías públicas del Ayuntamiento de esta Corte, D. Pedro Núñez Granés. El texto de dicha petición era el siguiente:

«Que se establezca que todos cuantos terrenos comprendan los planes de ensanche, urbanización o saneamiento, se consideren desde el día de la promulgación de la ley o aprobación oficial del proyecto, como *ocupados legalmente,* sin perjuicio de seguir la tramitación reglamentaria después de ocupados. Las liquidaciones deben hacerse siempre a base del amillaramiento de las fincas, o en su defecto, del líquido imponible durante el quinquenio anterior.» Que con la tramitación actualmente necesaria para aplicar la expropiación forzosa no hay obra rápida posible, es cosa sabida, y buena prueba es que cuando se ha querido hacer en plazo brevísimo una obra pública (ferrocarril de Ponferrada a Villablino) se ha necesitado una ley especial simplificando el expediente. Por otra parte, es racional y justísimo que si los propietarios de las fincas, lo mismo urbanas que rurales, asignan a éstas un valor o se conforman con el que tienen fijado, cuando se trata de pagar un tributo a la Hacienda siga rigiendo el propio valor, cuando es la Hacienda o un particular con la autorización del Estado, quien en bien de la utilidad pública tiene que adquirirla. De este modo los ingresos de la Hacienda por los conceptos indicados sufrirían aumento considerable, y las desavenencias entre los peritos de ambas partes, ni menudearían como ahora, ni las cifras que las motivan andarían tan distantes como lo están frecuentemente en la actualidad.

Respecto a la preparación de los ensanches o planes de extensión de las ciudades nada hay legislado en España, quedando al arbitrio de los Ayuntamientos el irlos redactando cuando mejor les parece, lo cual tiene el inconveniente gravísimo de que la edificación fuera del casco de las poblaciones se va desarrollando sujetándose tan sólo al capricho de

cada propietario y sin obedecer a plan alguno de conjunto, dificultándose y encareciéndose con ello la realización de los futuros ensanches. Véase lo que ocurre en el extrarradio de Madrid, que es reflejo de lo que pasa, con mayor razón que en la Corte, en capitales y ciudades, y se comprenderá lo que representa para los Municipios el poder expropiar con oportunidad, o sea cuando no se ha edificado sobre ellos, la totalidad o buena parte del terreno a ocupar por los ensanches. Por eso entendemos no sería inoportuno la promulgación de una ley parecida a la votada recientemente en Francia (14 de mayo de 1913), (1) que se obliga a redactar los planes de ensanche a todas las poblaciones mayores de 10.000 almas, o a las que excediendo de 5.000 hayan tenido durante dos quinquenios consecutivos un aumento de población del 10 por 100, dando reglas para dicha redacción, y hasta concediendo subvenciones para la realización de los trabajos cuando los comunes no dispongan de técnicos para practicarlos.

EXTRACTO

Teniendo en cuenta que aunque son múltiples y de diversa índole las causas que influyen en el grado de mortalidad de un país, resulta en definitiva que *la legislación sanitaria* llevada a la práctica con rigor es el factor que ejerce influencia más intensa y decisiva en dicho índice de mortalidad.

Que la mortalidad general de España (22,3 por 1.000 habitantes, en 1917) excede mucho de la media que se registra en las naciones europeas y americanas (16 por 1.000), debiéndose tan lamentable hecho, en parte principal, al incumplimiento de nuestra legislación sanitaria, así como a las omisiones y deficiencias de ésta.

Que la dicha legislación, para que dé los beneficiosos resultados que de ella cabe esperar, debe recoger constantemente las enseñanzas y progresos de la Ingeniería Sanitaria (nueva especialidad que pone al servicio del higienista los recursos de que la construcción dispone para satisfacer las exigencias de la Sanidad), atendiendo con preferencia a facilitar la resolución práctica de los grandes problemas de esta ciencia.

El ingeniero que suscribe propone a la deliberación del Congreso los votos siguientes:

a) Que mediante la imposición de multas y penalidades adecuadas se haga efectivo en la práctica el cumplimiento de la legislación sanitaria vigente, y especialmente el de los preceptos contenidos en la Instruc-

(1) *Loi concernant aux plans, extension et d'aménagement des villes.*

ción general de Sanidad, que se relacionan con la salubridad de las urbes y viviendas.

b) Que siempre que en una población mayor de 5.000 almas la mortalidad durante tres años consecutivos exceda en un 10 por 100 de la media de España, se obligue al Municipio a realizar en plazo prudencial los trabajos de saneamiento conducentes a reducir esta mortalidad, autorizándole para establecer, con destino exclusivo a dichas obras, impuestos especiales sobre la propiedad urbana, los centros de recreo y los espectáculos públicos.

c) Que se dicte una ley de protección de los cursos de agua por la que se impida verter a éstos no sólo las aguas procedentes del lavado de los minerales y líquidos sobrantes de industrias, sino muy especialmente las aguas negras, y en general las residuales que las alcantarillas conducen, si no son antes sometidas a una depuración (mecánica, química o bacteriana) que asegure su inocuidad.

d) Que el Estado se preocupe de facilitar la resolución de este grave problema que exige recursos cuantiosos, lo mismo que el de abastecimiento de aguas potables, concediendo subvenciones y ayuda material a los Ayuntamientos o entidades que realicen obras importantes para mejorar cualquiera de dichos servicios (alcantarillado y abastecimiento de aguas, pudiendo constituir para este fin y el de Beneficencia un fondo especial nutrido con los ingresos que produzca la reglamentación y tributación del juego.

e) Que se reglamente el empleo de los fosos sépticos para edificios aislados (particulares o colectivos), donde se carece de alcantarillado, prohibiendo el uso de los pozos negros y Mouras y exigiendo se agreguen a dichos fosos disposiciones complementarias que adelanten el proceso depurativo, o viertan el afluente del foso donde no pueda producir contaminaciones peligrosas. Solamente podrá prescindirse de estas disposiciones cuando se trate de fincas formando calles o plazas, debiéndose entonces adosar al foso otro compartimiento donde se reúna el líquido afluente de dicho foso y del que se extraiga periódicamente por medio de bombas neumáticas, cuyo material deberá ser servido por el Municipio. En todos los casos es indispensable la ventilación de los fosos fijos donde se reúnen las aguas negras, a fin de dar salida a los gases de la fermentación.

f) Que se exija gubernativamente a todas las entidades oficiales o particulares que explotan abastecimientos de aguas potables procedan en plazo prudencial a efectuar las instalaciones necesarias (filtración y esterilización) para que al salir de los depósitos las aguas destinadas a la alimentación pública estén en buenas condiciones de potabilidad, desde los puntos de vista químico y bacteriológico. Que cuanto antes se presente

al Parlamento un proyecto de ley de protección de las aguas potables, el que debe abarcar no sólo el origen de la captación, sino una cierta zona o perímetro en el que debiera prohibirse el empleo de abonos para el cultivo y el tránsito de animales.

g) Que se modifiquen las leyes de Ensanche y Saneamiento interior de poblaciones, simplificando trámites burocráticos para hacerlas más prácticas y que en la ley de Expropiación forzosa se introduzca la variación importantísima de disponer: «que todos cuantos terrenos comprendan los planos de ensanche, urbanización o saneamiento se consideren desde el día de la promulgación de la ley o aprobación oficial del proyecto, como *ocupados legalmente*, sin perjuicio de seguir la tramitación reglamentaria después de efectuada la ocupación. Y que las liquidaciones se hagan siempre a base de amillaramiento de la finca o, en su defecto, del líquido imponible durante el quinquenio anterior».

h) Que se dicte una disposición obligando a los Municipios de las poblaciones mayores de 6.000 almas y que en el último censo acusen un 10 por 100 sobre el anterior, a que presenten en el plazo de dos años los planes de extensión de las mismas, redactados de acuerdo con las necesidades del porvenir y exigencia de la higiene urbana.

i) Que se interese del Instituto de Reformas Sociales se recomiende a las Juntas de Fomento de casas baratas el cumplimiento de las disposiciones contenidas en la Ley de 12 de julio de 1911 y Reglamento para su aplicación, referentes a la prohibición de habitar viviendas insalubres, y a los Ayuntamientos ejerzan el derecho que dicha ley les concede para llegar a la expropiación forzosa por causa de insalubridad pública, de las fincas consideradas peligrosas para la salud y de imposible o no conveniente saneamiento.

j) Que en los casos en que sea preciso aplicar dicha expropiación se acepte al hacerla la fórmula adoptada por sucesivos Congresos Internacionales de Saneamiento y Salubridad de la habitación, de disminuir el precio del inmueble en lo que importarían las obras necesarias para hacerlo salubre, incorporando este precepto al texto de la ley citada.

k) Que para la mayor eficacia de la ley de Casas baratas (que es, sin duda, la más completa y acertada de cuantas integran nuestra legislación sanitaria) se excite el celo de Ayuntamientos, Diputaciones y entidades de carácter social o benéfico, a fin de que den facilidades para la constitución de Sociedades dedicadas a la construcción de dichas viviendas, especialmente los Ayuntamientos, a los que podría obligarse a ceder con dicho fin parte de los terrenos de su propiedad, que, por su precio y situación, estén indicados para aplicación tan humanitaria.

l) Que con el mismo objeto indicado en el anterior párrafo, y para

que sirva de estímulo a las Cajas de Ahorros y Montes de Piedad, comience el Estado por dedicar una parte (del 15 al 25 por 100) del capital inmovilizado de la Caja Postal de Ahorros, a préstamo de las Sociedades constructoras de casas baratas, que ofrezcan mayores garantías y siempre con la hipoteca de la subvención que pudiera otorgárselas de la cantidad destinada a este fin en presupuestos, cantidad que, en armonía con lo dispuesto en el art. 21 de la Ley, debe ir creciendo en la misma proporción en que aumenten las Sociedades acogidas á los beneficios de aquélla.

ll) Que con el fin de favorecer la construcción de viviendas se restablezca con carácter general un impuesto sobre los solares sin edificar existentes en el casco y ensanches de las poblaciones, dando a este impuesto carácter progresivo.

m) Que se ordene a los inspectores provinciales y municipales de Sanidad exijan, de acuerdo con los Municipios, el cumplimiento de la Real orden del Ministerio de la Gobernación de 13 de julio de 1901 referente al saneamiento de los locales públicos, imponiendo la clausura de los que no reuniesen las condiciones que la misma señala.

n) Que se proceda a la revisión de las Ordenanzas municipales de las poblaciones mayores de 10.000 almas en la parte que se relaciona con la salubridad de las urbes y viviendas, y que para realizar este trabajo y vigilar el cumplimiento de la legislación sanitaria se organice un negociado en la Dirección general de Sanidad compuesto por especialistas (médicos, ingenieros y arquitectos), al que se le den los medios, atribuciones e independencia precisas para el mejor cumplimiento de su misión, quitando a ésta todo carácter burocrático (1).

(1) Esta propuesta fué acogida con el mayor entusiasmo por el Excmo. Sr. Inspector general de Sanidad Dr. D. Manuel Martín Salazar, y por Real decreto del Ministerio de la Gobernación, fecha 11 de mayo de 1920, se creó afecta a dicha Inspección la Comisión Sanitaria Central, que constituyen con el citado excelentísimo señor, el Subinspector de Sanidad interior, un vocal ingeniero, otro arquitecto y otro médico. Esta Comisión, de la que forma parte el que suscribe, ha redactado el proyecto de ley de protección y alimentación de aguas potables, que después de examinado por el Real Consejo de Sanidad y aceptado por el Ministro de la Gobernación, está discutiéndose en el Senado, debiéndose a la misma la redacción de las bases para un proyecto de ley facilitando a los Ayuntamientos la ejecución de obras de saneamiento y las de otro importantísimo de «Saneamiento y urbanización de poblaciones». De todos estos trabajos ha sido ponente el autor de la presente Memoria, habiendo corrido también a su cargo los informes de la Comisión Sanitaria Central, en los expedientes de ensanche de los barrios de Antiguo y de Amara, en San Sebastián, y los emitidos con motivo de obras de saneamiento, en Valladolid, Sevilla, Huelva, Lugo, Ferrol, Llanes, Avilés, Baena, Lucena, Alcázar de San Juan y Albacete.

ÍNDICE

Págs.

La legislación española en sus relaciones con la ingeniería sanitaria 8

Defecto fundamental de nuestra legislación sanitaria 10

Omisiones y deficiencias de la legislación española que dificultan la resolución práctica de los grandes problemas de ingeniería sanitaria 12

a) Alejamiento de urbes y viviendas de las aguas residuales y su depuración 12

b) Abastecimiento de aguas potables 15

c) Mejora de las condiciones higiénicas de edificios y vías públicas 18

Extracto 23

APUNTAMIENTO SOBRE ALGUNOS DE LOS FACTORES QUE MAS AFECTAN A NUESTRA ECONOMIA NACIONAL

FRANCISCO LOZANO

:: TENIENTE CORONEL DE INGENIEROS ::

APUNTAMIENTO SOBRE ALGUNOS DE LOS FACTORES QUE MAS AFECTAN A NUESTRA ECONOMIA NACIONAL

COMUNICACION PRESENTADA AL

PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA

CELEBRADO EN MADRID EN NOVIEMBRE DE 1919



MADRID.—IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO».-1921.

PREAMBULO

Ante todo he de hacer constar que yo no trato más que de apuntar la idea de la reconstitución y fomento de nuestra economía, no pretendo resolver nada, no por falta de voluntad, sino por carencia de facultades; tampoco pretendo despertar la atención con la novedad del intento, porque precisamente en estos momentos se agita el mundo por el mismo problema, y en nuestro país se mueve la opinión hacia el mismo objetivo, guiada por algunos ilustres técnicos y sociólogos. Mi apuntamiento sólo persigue, ante este ilustre Congreso, ser una voz más que pide ferrocarriles, escuelas, laboratorios, industria y actividad comercial, llevado exclusivamente de un entusiasmo muy grande, aunque con recursos muy pequeños.

Está en gestación un mundo nuevo: un mundo regido por el estudio y el trabajo, que son los verdaderos creadores de la riqueza; porque el ingenio, la ciencia y la mano de obra educada constituyen el generador de la energía económica de un país; y del Ejército del Estudio y del Trabajo, han de salir los jefes competentes capaces de concebir, de crear y de conducir las grandes empresas. La riqueza no es el dinero, este es un medio de tráfico; la riqueza de un país consiste en disponer de mucha materia prima y de hombres que con su inteligencia y su trabajo sean capaces de transformarla; el pueblo que ya no sea iluso y crea con fe en este concepto, debe inmediatamente tratar de poner en el máximo ejercicio de su acción estos dos grandes elementos, de los cuales el segundo es el todo: en la vida de la Nación, esta es la hora del ingeniero.

I

Elementos que principalmente influyen en la vida económica de un país.

La obra de reconstitución de nuestra economía nacional ha de estar cimentada, principalmente, en el desarrollo y transformación de nuestra industria y en el de nuestra agricultura, lo que exige aparte otras condiciones técnicas y locales, un aumento de potencialidad de nuestras comunicaciones terrestres y marítimas; y nada de esto es factible sin una política económica, interna y externa, activa, vigorosa, firme y muy inteligente, que luche y apoye con brazo fuerte la realización inmediata y urgente de esta empresa con nuestra expansión comercial y la preparación económica necesaria en el país para emprender la obra. El dinero tiene que acudir a la lucha, porque siendo un elemento de la sociedad debe trabajar por el bien común y porque el trabajo es el mejor coeficiente para multiplicar su valor.

A impulsar este trabajo es preciso que concurramos todos nosotros con toda nuestra fuerza, que si no es grande por su número lo es por su potencial; y sólo así y pasando al estado dinámico a toda prisa, podrá empujarse por derroteros viables y seguros la ansiada y necesaria reconstitución. Si ésta no se acomete pronto, el capital, la industria y el comercio extranjero traspasarán las fronteras, y en la rabiosa lucha del vivir que se avecina, invadirán el territorio ahogando nuestros gritos de independencia económica, y entonces ya no habrá posibilidad de industria, ni agricultura nacional, ni movilización posible de estos elementos el día que haga falta, porque no tendremos nada que movilizar, como no sea el corazón de los hijos de España.

«De tal manera es indispensable la industria para alimentar la guerra, que un país de industria anémica puede considerarse irremediablemente vencido, cualquiera que sea el número y la energía moral de sus hijos.» (General Marvá: «Ligero bosquejo de las industrias en España, en su relación con las necesidades militares.»)

Nuestras aspiraciones de engrandecimiento económico han de estar sensatamente equilibradas: emprender una lucha sin tasa ni medida, contra los defectos o faltas naturales del clima, del suelo y del subsuelo, sería gastar nuestro esfuerzo en puras resistencias pasivas, haciendo vivir a la Nación, sugestionada en una técnica patriotera e ideologista; he aquí porque precisa que la orientación sea dada por aquellos hombres que por sus especiales conocimientos, experiencia y serena inteligencia, alejen

todo temor de que planteado el problema en términos de exageración ignota, se conduzca la empresa por derroteros en que se malgaste, honradamente, el dinero y el trabajo, y lo que es aún más lamentable, el tiempo, que no se recobra jamás. Esos hombres están entre nosotros y en su sincera modestia ignoran su propia valía: hay que darlos a conocer a la vida política y ciudadana.

Esta obra es demasiado grande para que pueda soñarse con una improvisación, no puede conseguirse en algunos meses, ni en un año, ni en dos; pero sí se alcanzará dentro de los términos en que la Naturaleza y el momento actual nos colocó con una política, repito, técnico-administrativa, sabia, formal, tenaz y valiente y una firme y continua e inteligente acción en el esfuerzo y en el rumbo.

La aspiración más racional parece que ha de sustentarse en la tendencia a conseguir, en la cuantía posible, que con los recursos de nuestra producción atendamos nuestras necesidades: inventariemos todos los recursos naturales, examinemos los defectos que aparezcan y el modo de corregirlos, estudiemos el modo más habil y activo de vigorizar esa producción y transformarla en productos industriales y comerciales y trabajemos hasta obtener la máxima utilidad de la finca, que para nosotros es Patria.

Las cuestiones que parecen más primordiales y fundamentales para concretar y reflexionar sobre los términos de este asunto, son:

a) Conocer la materia prima y las energías naturales y el modo más sencillo y ventajoso de obtener lo que haga falta.

Sin materia prima bastante no puede haber producción industrial.

Habrá que buscar o crear un organismo que estudie la cuestión y vea cuáles son las necesidades de un programa mínimo de nuestra producción industrial y hasta dónde la potencia actual de ésta alcanza a servir este programa, con cuyos datos se podrá ver si es posible formular un plan mínimo de organización.

b) Estudiar un sistema de comunicaciones terrestres y fluviales que enlacen al país coordinadamente al mejor rendimiento del transporte de las materias primas y al tráfico general.

c) Enlace de nuestra política internacional con el desarrollo de nuestra industria: cuestiones aduaneras, tratamiento a las patentes, etc.

d) Estudio de nuestra colonización interna: problema agrario, minero, emigración, etc. y lo que pueda hacerse en Africa.

Para ser fuertes nos hace falta más población y que la tierra pueda alimentarla.

e) Medios de organizar una sociedad o sociedades bancarias con intervención y apoyo del Estado, ya que se trata de una cuestión nacional.

f) Resolver la legislación social reconciliando al capital con el trabajo mediante justas y armónicas concesiones y educar al país en un amoroso espíritu de disciplina.

El estudio del desarrollo de nuestra industria y de la organización productora agrícola, son el núcleo de atracción que ha de obligar al planteo y resolución de todos los demás problemas, necesarios precisamente para robustecer aquéllos y vigorizarse mutuamente: materias primas, comunicaciones, política internacional, expansión comercial, emigración, legislación social y dinero, son el sistema venoso de aquellas dos grandes arterias que han de dar vida a nuestra economía nacional.

Concurrente a estos objetivos hay que llevar la reorganización de toda nuestra enseñanza por caminos francamente prácticos, inyectando a todas las escuelas sueros de vida real; elevando progresivamente la mentalidad industrial, comercial y social del país desde la infancia, para que todos puedan apreciar el funcionamiento general, la psicología de la sociedad en que viven y la importancia que cada profesión tiene en el mecanismo social, porque estos conocimientos son necesarios a todas las profesiones que desarrollan su acción entre colectividades.

Cuando se eleve la cultura industrial del país y los técnicos ejerzan una más íntima vida ciudadana, se elevará la importancia que en el organismo político social merecen los que con su trabajo intelectual regulan y perfeccionan las fuentes de riqueza de su patria.

Sentadas las grandes cuestiones primordiales, alrededor de las cuales ha de girar a mi modesto juicio todo el problema, expondremos un ligero resumen de nuestro estado actual en algunas industrias y orientaciones que pudieran ser aplicadas en provecho de su perfeccionamiento.

II

Estado actual de algunas ramas de nuestro organismo industrial y orientaciones que pudieran convenir.

Combustibles minerales.—La hulla ha de ser aún, por algún tiempo, el combustible que alimente y dé vida a las organizaciones industriales y el elemento primero y fundamental para el desarrollo vigoroso de los grandes centros metalúrgicos y siderúrgicos: los Estados Unidos, Inglaterra y Alemania, son un ejemplo; países de gran riqueza en carbones minerales están a la cabeza en producción y perfección industrial.

Entre hulla, antracita y lignito hemos recogido en España, en 1916, la cifra de 5.588.674 toneladas y hemos llegado a 5.964.810 en 1917, cantidad que por ser inferior a las necesidades del consumo nos ha obligado

a comprar 2.151.290 y 1.167.258 toneladas, respectivamente, en los años citados *(Anuario Estadístico de España)*; disminución de consumo en 1917, debida sin duda a las dificultades de la guerra para la importación de tan preciado mineral, no a disminución ni anemia de nuestra industria, que precisamente en las tristes fechas de la guerra ha experimentado en algunas regiones un crecimiento y perfeccionamiento que permite fundamentar halagadoras esperanzas. Nosotros consumíamos en los años 1909-15 un promedio de 6.800.000 toneladas, próximamente, y hemos llegado a consumir en los años 1916-17, unos 8.000.000 de toneladas, lo que indica el progresivo desarrollo industrial efectuado; aunque no puede apreciarse bien, ni exactamente por este solo dato, ya que hubiéramos consumido mucho más carbón si hubiera sido posible comprarlo, y hemos suplido su falta, aumentando la utilización de energía hidroeléctrica, sin cuyo auxilio no hubiera sido factible a nuestra industria sufrir las consecuencias de la guerra: la electrificación de Cataluña, ya empezada antes del conflicto, puede decirse que ha sido la salvación de la región. Hay que buscar el carbón que nos falta en la intensificación de los procedimientos extractivos y en la cooperación de la potencia hídrica.

El carbón que recogemos hoy de nuestras minas es por lo general inferior a los carbones ingleses en grado tal, que no permite su uso corriente en los ferrocarriles, ni en la navegación, necesitados de carbones de primera calidad para su alimentación; inconveniente que en paz y en guerra hay que apreciar en su verdadero valor, por lo que se dificultaría el tráfico y la producción, sirviendo estos elementos con carbones deficientes. Se achaca el defecto en algunos carbones a lavados imperfectos del mineral, por deficiencias de los lavaderos en cantidad y calidad, y es cuestión que convendría dilucidar por si tuviera remedio.

De cualquier modo, e independiente de la corrección de estos defectos, debiera intensificarse la construcción de aglomerados a base de carbones inferiores y lignitos, briquetas de lignitos, en las que se ha conseguido alcanzar más 3.000 calorías, con lignitos que tenían de 1.500 a 1.800; utilización de carbones medianos y malos, pulverizándolos y quemándolos en hogares especiales, donde dicen que arden como si fuera petróleo y cuyos ensayos en los Estados Unidos y Chile, aseguran que han producido una economía del 40 por 100 sobre los otros sistemas.

Otro defecto industrial de nuestros carbones, es que creo yo resultan algo caros; haciendo comparaciones anteriores a la guerra (1913), resultaban nuestros carbones de Asturias de 16 a 19 pesetas la tonelada hulla (precio boca mina), mientras costaba en los Estados Unidos, de 7 a 8; en Inglaterra, de 10 a 12; en Alemania, de 12 a 14 (de buena calidad); si se

agrega a esto que nuestras tarifas de ferrocarriles y los fletes de navegación y cabotaje son más caros que en los citados países, nos resultarán los precios del carbón a la entrada de las fábricas de utilización, en condiciones de precio ya muy subido para producir manufacturas baratas en relación con las del extranjero. Esta condición de precio del combustible es y será un gran obstáculo al desarrollo de nuestra industria, porque con esta carestía produciremos acero caro, útiles para todos los ramos de su aplicación caros y las máquinas de todas clases caras. Es asunto que requiere meditación; primero, hace falta averiguar la causa de que produzcamos el carbón más caro que Inglaterra y si esta causa es modificable, después ver el medio de tener tarifas de transporte más baratas, y luego un tercer estudio destinado a ver hasta dónde y cómo conviene implantar tarifas protectoras para impedir que nuestro mercado sea del extranjero, y digo hasta dónde y cómo conviene, porque este procedimiento es un arma imperfecta ya que si es demasiado protector quita a la industria el excitante de la lucha comercial, que es progreso.

Aunque no tenga más que un valor muy relativo, porque ya sabemos que la fuerza motora es suma de la que producen los carbones y los saltos de agua, sí nos permitirá sentar un primer criterio sobre nuestro desarrollo industrial, el consumo de carbón mineral que corresponde al año por cada habitante, que era aproximadamente en 1913:

Estados Unidos.....	5.100 kilogramos por habitante.
Inglaterra.....	4.170 ídem por íd.
Alemania.....	3.700 ídem por íd.
Bélgica.....	3.410 ídem por íd.
Francia.....	1.580 ídem por íd.
Austria-Hungría.....	1.140 ídem por íd.
Suiza.....	980 ídem por íd.
España.....	350 ídem por íd.
Italia.....	305 ídem por íd.
Rusia.....	220 ídem por íd.

Estado que nos da idea de lo que hay que trabajar para alcanzar puesto más alto, porque consumir carbón es trabajar, trabajar es producir, producir es vender, vender mucho es prosperidad económica y social.

Fijaos hoy bien en nuestra pobreza; para alimentar nuestras locomotoras, nuestros altos hornos encendidos día y noche, nuestras fábricas de todas clases, nuestros barcos y para calefacción, alumbrado y otros usos domésticos, empleamos un tercio de tonelada, próximamente; esto es poco para ser un gran pueblo, mientras un francés gaste tonelada y media, un belga, casi 3,5; un alemán, 3 y $^3/_4$, y un inglés, 4 y pico.

La demanda mundial de carbón viene creciendo rápidamente de año

en año: en 1903, era de 800 millones de toneladas; en 1908, de 1.000 millones; en 1913, de 1.250 millones; el incremento es grande como se ve, y es que la vida se agita cada día con más velocidad en todos los órdenes y quizá más que en ninguno en el industrial, porque consumir mucho carbón significa tener ferrocarriles en plena actividad, significa mantener una intensa navegación, es tener poderío militar naval, es poseer muchos hornos de laboración siderúrgica, es mantener instalaciones de energía eléctrica, es sostener un campo industrial de intenso cultivo físico, químico, mecánico, agrícola, etc., es tener industrias textiles, es alimentar pequeñas industrias; es el trabajo honrado productor, es coeficiente de mejora social.

El consumo de carbón trae a nuestra consideración el modo de proveernos del mismo o sustituirlo por su equivalencia en fuerza hídrica.

La conveniencia de proveernos del carbón necesario con nuestros recursos, no hay necesidad de defenderla; es una cuestión, que aparte su importancia económica, es vital para nuestra defensa el día que haya de luchar por el suelo patrio. Por ahora, creo yo que es solución más rápida aumentar cuanto se pueda la extracción de nuestras riquezas carboníferas y esta orientación es patente, pues en 1900, se extrajeron 2.674.000 toneladas; en 1917, 5.964.810, y en 1918, 7.164.463; datos que señalan un aumento muy respetable y hacen suponer que con un trabajo inteligente y activo se podrá llegar a mayores obtenciones, ya que no a cubrir los *déficits*. Ahorrar carbón no es quizá empresa fácil de conseguir con tanta rapidez como desearíamos; disminuir el carbón que consumen nuestras empresas ferroviarias, nuestros barcos mercantes y de guerra, el gas del alumbrado, las industrias todas, me parece que es una transformación que ha de hacerse, pero que necesita tiempo; hay factores de gran cuantía: la Compañía de ferrocarriles de M. Z. A. ha consumido en 1917, en sus 3.648 kilómetros, 547.603 toneladas de carbón, por lo que yo calculo que nuestros 15.000 kilómetros (entre vía normal y estrecha) aproximados, de red ferroviaria, habrá habido un gasto que puede estimarse en cerca de 2.000.000 de toneladas, advirtiendo que se trata del año 1917 y que quizá en cuanto entremos en la normalidad del tráfico y aumento consiguiente de trenes es presumible un consumo mayor, y mucho más si empieza la iniciación de nuestro resurgimiento industrial que ha de traer principalmente aumento de intensificación ferroviaria.

Nada puedo decir de la navegación porque no tengo datos exactos, pero hay que suponerle otro sumando muy respetable al consumo de nuestras 750.000 toneladas de barcos de vapor, y como la electrificación del elemento ferroviario es tarea larga, he aquí por qué creo, sin tener

en cuenta otros servicios industriales, públicos o particulares, que aun llevando paralelamente el aumento de extracción de combustible y el de potencia hidroeléctrica, podremos aumentar y lograr una intensificación sensible quizá más pronto en el primer rumbo que en el segundo, exigente de una organización metódica, técnica y financiera, de más lenta gestión.

No olvidemos que hay que producir o ahorrar (por sustitución de fuerza hídrica), por lo menos la cantidad que necesitamos comprar, entretanto no tendremos independencia industrial. En 1914 han salido de España 78.106.500 pesetas para comprar carbones minerales.

La producción del cok constituye una industria que hay que mejorar para aumentar la cantidad y perfeccionar la calidad; esta industria es generatriz de otras ya que el cok, además de emplearlo como combustible para sustituir al carbón fosil puede ser motivo para engendrar industrias químicas, de explosivos, colorantes, etc.

Tenemos aún por explotar parte de nuestras cuencas carboníferas conocidas: aseguran que bajo formaciones geológicas más modernas se ocultan prolongaciones de capas hulleras de bastante importancia; el Ingeniero de Minas Sr. Malladas, de reconocida autoridad en la materia, dice en su obra *Explicación del mapa geológico de España*, que andando el tiempo investigaremos más dilatados horizontes a través de las formaciones, bajo las cuales se ocultan las manchas de los sistemas hoy conocidos y que la región hidrográfica del Duero es de bastante, aunque lejano porvenir, principalmente en las extensas llanuras terciarias de León y Palencia; que puede haber zonas importantes del hullero más rico en carbón de los sistemas secundarios, entre los islotes de hulla que hay en las provincias de Burgos, Logroño, Guadalajara y Cuenca. Además, el Congreso internacional de Toronto que estudió las reservas mundiales de carbón, cuyo informe referente a España corrió a cargo del Cuerpo de Minas, dice: podemos contar como reserva con 6.220 millones de toneladas conocidas y 2.548 probables; así es que parece tenemos carbón para muchos años. De modo que no podremos alegar nunca que no hay motivo de trabajo; ahí, bajo nuestra propia tierra, está el carbón; consolarse con el tercio de tonelada que hoy consumimos cada español, es pobreza de espíritu, es aguantar frío y hambre; hay que ir por él, hay que conquistarlo a fuerza de puños y de inteligencia.

Será preciso un lapso de algunos años, como dice el General Marvá, cuya autorizada opinión hemos de estimar en lo que vale; porque «no se puede forzar ilimitada e inmediatamente la producción; se necesita algún tiempo para los trabajos preparatorios, para desarrollar los servicios auxiliares y crear personal idóneo» y para «mejorar los procedimientos de

laboreo y el material empleado en las preparaciones, arranque y transporte interior», y exige el desarrollo de producción hullera «crear la masa obrera en número y en aptitud profesional para que pueda dar el rendimiento industrial que necesita el mercado». En estas pocas palabras está magistralmente condensado por el General Marvá el planteo del problema (1): a los ingenieros más que a ninguna otra clase social nos corresponde tratar de llevarlo al campo práctico con nuestra influencia social, con la valía de nuestros elementos en la vida de relación, con el trabajo, en fin, con el esfuerzo intelectual.

Resumiendo, podremos sentar que precisa pensar y promover la construcción de aparatos y máquinas para la extracción y utilización del combustible nacional (máquinas excavadoras, de elaboración, de destilación, de coquización, etc.), organizar el trabajo obrero y estimular la producción por todos los medios que se nos ocurran, pero siempre que concurrentemente se tengan a mano los medios de transporte necesarios y en condiciones favorables de tráfico. «De nada servirá aumentar la producción hullera si el combustible ha de quedar amontonado en la boca de la mina (1).» En los Estados Unidos la construcción de vías férreas señaló una nueva época en la minería; la China tiene una cuenca hullera de importancia quizá superior a los Estados Unidos, pero no se desarrolla, por falta de vías de transporte en buenas condiciones.

La apertura de mercados extranjeros facilitando medios de transporte marítimos y terrestres a precios razonables, el aumento de energía industrial, el aumento de mano de obra, el crecimiento de la población industrial y la disminución de la emigración, están enlazados y forman juntos el solo *factor* que ha de integrarlo todo: de él nacerán las peticiones de carbón o fuerza motora, sin él, es inútil la mina y el salto.

Mientras sigamos consumiendo 8.000.000 de toneladas de carbón y 500.000 caballos de fuerza hídrica en 500.000 kilómetros cuadrados de superficie y con 20.000.000 de habitantes, seremos un pueblo pobre en el orden económico y un pueblo atrasado en el orden social (2); a la lucha económica que se aproxima hay que aprestarse con los medios que podamos, pero a la ofensiva decidida y audaz, a la conquista de mercados, sin balandronadas, pero con la firme voluntad de querer.

Para saber de lo que es capaz un pueblo, recordemos que los Estados Unidos producían 33.000.000 de toneladas de carbón en 1870 y que en

(1) *Ligero bosquejo de las industrias de España* por el Excelentísimo Sr. D. José Marvá.

(2) El consumo de 8.000.000 de toneladas fué en 1916.

1913 han llegado a los 317 millones y que Inglaterra en el mismo lapso de tiempo ha subido de 17 a 292 millones de toneladas (1).

CONCLUSIONES

a) Publicación anual de estadísticas, detallando el consumo de carbón en sus diversas aplicaciones: ferrocarriles, navegación, industria de tal clase, etc.

b) Estudiar si procede y conviene obligar a las Sociedades mineras a proveerse o aumentar aparatos y máquinas para la extracción: excavadoras, elevadoras, transportadoras de destilación, de coquización, etc., con algunas concesiones favorables de tributación, durante algún tiempo.

c) Estudiar cuál sería la máxima producción de carbón que podría obtenerse al año, en los yacimientos actuales, por intensificación del trabajo.

d) Mediante un estudio detenido del trabajo minero, ver si hay medios de obtener carbón (boca mina) a precios más bajos que en los países concurrentes y causas que determinan la carestía en período normal.

e) Ensayar, por nuestros organismos oficiales, diversas muestras del carbón nacional y ver si por lavados perfectos puede ser mejorada la calidad de algunas, hasta alcanzar la del carbón inglés. Comunicar los resultados a las Sociedades propietarias y los medios procedentes para la mejora y obligarles a implantarlas en un plazo prudencial.

f) Revisión de las tarifas de transportes terrestres y marítimos, sobre todo el cabotaje.

g) Clasificar a los obreros de minas, escalafonarlos y proporcionarles ventajas según el grado profesional y antigüedad: reducciones del sérvi-

(1) **Carbón mineral en 1913.**

	Producción.	Consumo.	Superficie. — *Kilómetros.*	Población. — *Habitantes.*
Estados Unidos	517.035.000	470.000.000	7.839.431	91.972.266
Inglaterra	292.029.000	187.000.000	540.857	45.221.615
Alemania	277.342.000	240.000.000	540.857	64.925.993
Bélgica	22.843.000	35.000.000	29.451	7.423.794
Francia	40.844.000	64.000.000	536.463	39.192.133
Austria-Hungría	53.838.000	56.400.000	625.417	49.540.800
España	4.293.000	7.000.000	504.516	20.000.000
Italia	701.000	11.300.000	286.610	35.000.000

cio militar, casas baratas, economatos o cantinas administradas por las Compañías, aumentos de sueldo por antigüedad, etc. Al recibir obreros, clasificarlos en la categoría que corresponda a su aptitud.

h) Estudiar si conviene o no nacionalizar las minas en plazos sucesivos pasando al Estado la propiedad, siendo éste el único patrón y funcionando como lo hacen otros servicios análogos al Estado.

i) Excitar la industria del aglomerado en gran escala, mediante trabajos de laboratorio y experiencias que divulguen los resultados.

j) Prohibir la exportación de carbones, interín no tengamos bastante para nuestras necesidades.

k) Intensificar la producción (si es posible) mediante primas otorgadas al obrero, proporcionarles al efecto útil producido.

Metalurgia y siderurgia.

La industria metalúrgica y siderúrgica constituye hoy una de las bases de todo el sistema de producción de un país, y su falta o defecto se refleja sobre todo el organismo industrial; donde aquélla viva y se desarrolle en estado anémico, no podrá intensificar la producción del propio patrimonio, ni constituir fuentes de riqueza e incapacitará a la nación para toda prosperidad.

El hierro y el fuego son los dos elementos de destrucción y de producción que ha usado el hombre desde los más lejanos tiempos; la fabricación de todos los útiles que le han servido para el desenvolvimiento de su vida, son obra del hierro y del acero: el hierro manufacturado en sus mil variadas formas representa la fuerza y la actividad, el trabajo inteligente, la riqueza, por eso el progreso de un país es función de sus adelantos metalúrgicos.

¡Qué rápido camino de progreso en la humanidad! Hace trescientos años el horno producía 200 a 300 kilogramos de metal en veinticuatro horas; ya en el siglo XVIII las exigencias son mayores y cada alto horno da 3.000 a 4.000 kilogramos; terciado el siglo XIX el alto horno produce 10.000 kilogramos, y hoy llega a 300.000 en Europa y hasta 900.000 en América: las locomotoras, los grandes vapores, los automóviles, todas las máquinas de «patas de acero y pulmones de fuego», son los carros de la victoria, de la civilización y del progreso.

En construcción, el hierro lo ha invadido todo: suelos, cabios, alma del cemento armado, utillaje industrial y comercial; palas, picos, azadas, rastrillos, horquillas y máquinas agrícolas; en la pequeña industria todos los útiles de carpintería, herrería, zapatería, etc.; las grúas, las máquinas útiles, las de vapor, los cables aéreos, los carruajes de automóvil,

los de ferrocarril, los carriles, las locomotoras, los puentes, los grandes y pequeños vapores; todo, todo el nervio y los músculos de la vida moderna. Ante el duro y difícil—y aún peligroso—camino de la vida, ¡quién no sueña con una recia musculatura para defenderse! ¡Qué nación no piensa en su engrandecimiento industrial!

Tenemos en nuestro propio suelo una fortuna en mineral de hierro, cantidad bastante para acometer la obra de nuestro engrandecimiento industrial, pero hasta ahora nos sirvió de muy poco el favor que nos otorgó la Naturaleza, porque no teniendo medios suficientes para trabajarlo y transformarlo, renunciamos a las pingües ganancias de su beneficio industrial y vendemos el 85 al 90 por 100 del mineral recogido, a quienes más hábiles o mejor organizados lo solicitan, para devolvérnoslo en diversas formas de alta cotización comercial.

En 1913 (recurriendo a este año por ser de la época normal, anterior a la guerra), hemos producido 9.862.000 toneladas de mineral de hierro y exportado la enorme parte de 8.907.000 toneladas, dejando para el consumo de nuestra industria un millón escaso de toneladas. Mientras sigamos consumiendo tan pequeña cantidad de mineral de hierro, no podremos figurar en el mundo con el rango a que debemos aspirar, porque seremos pobres y débiles, con cuyos defectos estaremos siempre más cerca de ser siervos que señores, pese a nuestro abolengo.

El consumo más que la producción de mineral de hierro por habitante y (año 1913) en algunos países, nos dará idea de nuestra situación:

Estados Unidos,	670 kgs. por hab.	(importó	1.000.000 de tons.)
Alemania,	665 ídem por íd.	(íd.	12.000.000 de íd.)
Inglaterra,	510 ídem por íd.	(íd.	6.700.000 de íd.)
Bélgica,	880 ídem por íd.	(íd.	6.500.000 de íd.)
Francia,	880 ídem por íd.	(íd.	150.000 de íd.)
Austria-Hungría,	101 ídem por íd.	(íd.	150.000 de íd.)
España,	50 ídem por íd.	(exportó	8.900.000 de íd.)

Si del hierro pasamos al examen de nuestra producción total minera metalúrgica, veremos que en 1916 teníamos 2.025 minas productivas que empleaban en la extracción del mineral un total de 118.180 obreros (61.030, en el interior, y 57.150, en el exterior), poniendo en la boca de las minas una cantidad de mineral de 44.295.204 toneladas próximamente, que valía allí 382.855.785 pesetas, y en el mismo año teníamos 403 fábricas en actividad para beneficiar el mineral no exportado, empleando 29.909 obreros y produciendo un valor de 577.950.794 pesetas al pie de fábrica. Por esta valoración puede, aproximadamente, calcularse la riqueza que supondría el consumo por nuestra industria de 9 a 10 millones de

toneladas de hierro y la intensificación de las industrias del plomo, cobre, etcétera; el número de obreros que podrían tener trabajo exclusivamente por estos hechos, sin tener en cuenta las derivaciones que en todos los órdenes de la economía nacional supone el consumir estas cantidades de metal, evitando que la emigracion del hierro y de los otros metales arrastre los hombres y aleje de España una parte de sus hijos y de su riqueza que van a engrosar el caudal del extranjero con perjuicio del nuestro. Ya sabemos que esto no es obra de un día ni de unos cuantos hombres; pero empecemos, laboremos todos con fe; que sepa España cuál ha de ser su norte, si quiere ser algo.

Observando lo que pasa en otros países, podremos hacer comparaciones y ver cómo otros pueblos, con menos riqueza natural en hierro que nosotros y menos brazos, han conseguido llegar a tener industria.

	Producción en 1913. — *Toneladas.*	Consumo de mineral. — *Toneladas.*
Estados Unidos	60.597.000	61.157.000
Alemania	28.608.000	43.608.000
Inglaterra	16.253.000	22.953 000
Francia	21.918.000	13.262.000
Bélgica	150.000	6.650.000
Austria-Hungría	5.100.000	5.000.000
Italia	603.000	1.012.000
España	9.862.000	900.000

Italia no tiene hierro ni carbón y lucha con ventaja por conquistar un puesto en la industria mundial; Francia no tenía carbón bastante para su consumo (no producía apenas la mitad de lo que consumía en 1905-11) y sólo alcanzaba a extraer, en 1890, 3 millones de toneladas de hierro (cuando nosotros ya extraíamos 5 millones), y en 1900, llegaba a 6 y nosotros a 8 millones, y a pesar de esto, Francia es nación industrial. Yo tengo esperanza y fe en que nosotros también hemos de serlo.

En producción de fundición, base primera de toda industria siderúrgica moderna y por tanto de la del acero, estamos faltos de grandes centros industriales metalúrgicos; así nuestra industria sólo producía (1913) la pequeña cantidad de 434.774 toneladas de fundición y unas 200.000 de acero, cuando producía Alemania, 15.500.000, y Francia, nuestra vecina, 4.470.000 de fundición y respectivamente, 13 y 6 millones de toneladas de acero. Algo hemos mejorado en el período posterior a 1914

(1) y marcará una fecha memorable si sabemos prosperar a base de lo ganado, por las circunstancias en que la guerra colocó a los países industriales.

He aquí la producción de fundición y acero, según datos estadísticos:

	Fundición. — *Toneladas.*	Acero. — *Toneladas.*
Estados Unidos	27.300.000	26.100.000
Alemania	13.100.000	13.100.000
Inglaterra	10.400.090	6.000.000
Francia	4.000.000	5.500.000
Rusia	3.000.000	3.300.000
Austria-Hungría	1.800.000	2.200.000
Bélgica	1.850.000	1.930.000
Italia	350.000	170.000
España	400.000	200.000

En 1903, sólo producíamos 188.000 toneladas de acero, y hoy todavía es casi nula la producción de aceros al manganeso, al níquel, al tungsteno y al vanadio, cuya importancia para ejes de locomotoras, herramientas especiales y sobre todo para la defensa nacional, no es necesario encarecer.

Con estos datos, bastará para comprender que, mientras subsista tal debilidad, no podremos ser constructores de barcos, ni de material ferroviario, ni de maquinaria en gran escala, por mucho ingenio que gastemos, porque no será posible luchar comercialmente.

Todas las industrias, más o menos, se apoyan en la metalúrgica y siderúrgica, y mientras éstas sigan en el estado actual en cantidad y calidad, no tendremos redención económica. Para trabajar en todas las variadas manifestaciones de la industria, hace falta no sólo consumir materia prima, sino marchar a la vanguardia de sus adelantos; en las herramientas y máquinas, cada vez más perfeccionadas, hay un manantial de recursos, porque en la prosperidad y economía de la producción de estos útiles está basada la perfección, coste y duración del material fabricado;

(1) En 1915 producíamos 439.835 toneladas de fundición y 387.314 de hierro y acero.

En 1916 producíamos 398.815 toneladas de fundición y 322.931 de hierro y acero.

precisamente la fabricación de máquinas y útiles, cada vez más hábiles y prácticos, ha hecho aumentar la producción mundial de un modo enorme (1) y, por consiguiente, la obtención a más bajo precio.

La máquina útil, entre nosotros aún poco prodigada, es el núcleo y alma de toda industria moderna y la característica fundamental de todos los grandes organismos industriales; sin ellos no hay posibilidad de obtener los grandes rendimientos en la producción que dan las ventajas en el coste; este defecto grave, aunque reparable, es quizá una de las más importantes causas de nuestra debilidad industrial, pues con establecimientos equipados a la antigua o deficientemente, no se puede producir nada perfeccionado ni barato y, por consecuencia, no se puede acudir con la producción al concurso mundial, ni aún apenas defenderse dentro de las fronteras del empuje de fuera. Mucha culpa de estos males es posible la tenga nuestra defectuosa instrucción técnica, cuyos efectos se reflejan en todos los grados de la jerarquía industrial; precisamente en la construcción de proyectiles, en esta última guerra, ha sido posible notar bien claro estos defectos; sin abundantes máquinas útiles ni buenas organizaciones, hubiera sido imposible alcanzar la producción necesaria y algunas de las naciones en guerra no hubieran podido cumplir su misión, si no hubieran sido suministradas por la potente industria de algunos de sus aliados.

Toda nuestra pequeña industria mecánica está necesitada de vigorización; hay que estudiar mucho y detenidamente, para adquirir una sólida cultura industrial y poder emanciparnos del extranjero, en cuanto sea posible, en construcción de material naval y de ferrocarriles, automóviles, etc.; hay que llegar a construir maquinaria eléctrica e hidráulica de gran potencia, creando órganos propios y vigorosos para la utilización industrial de nuestras energías naturales, porque sólo así tendremos la máquina útil hecha en casa a bajo precio; hay que procurar, poniendo a prueba la inteligencia y el estudio y con el auxilio necesario, crear tipos propios en turbinas hidráulicas, en máquinas de vapor, en motores de explosión, en locomotoras, etc., para adquirir título mundial de industriales y ser conocidos; hay que ingeniarse en el mercado mundial para buscarle nuevas necesidades al consumidor; hay que ser maestros en las industrias eléctricas y distribución de energía; hay que formar una legión de gente de superior cultura técnico-práctica, que sea la que oriente estos asuntos con mano firme y segura, y que viviendo en continuo y vivo contacto con la producción extranjera y atenta y vigilante a

(1) La casa Ford que producía 1.600 automóviles en 1906, alcanzaba en 1916 la enorme producción de 1.500 cada día.

las novedades y perfeccionamientos de la industria, nos ponga en condiciones de conseguir nuestra autonomía técnico-industrial.

Mientras esto no se realice, atravesaremos una vida lánguida y de apuros económicos, que no nos permitirá engrandecimiento alguno en ningún sentido, e interín las industrias y el comercio, por su cuantía e importancia, no lleguen a contribuir grandemente a sostener las cargas de la nación, ésta tendrá una existencia económica artificial.

Otro dato bastante expresivo de nuestro consumo en hierro y de nuestra debilidad industrial, es la cantidad que hemos pagado por compra de objetos industriales; importamos promedio anual 1911-13, por valor (sin contar derechos de aduanas):

	Pesetas.
Barcos	26.360.999
Maquinaria	85,736.285
Manufacturas de hierro y acero	38.401.256
Cobre y latón	15.680.627
Carruajes y piezas sueltas	12.660.614
Hoja de lata	954.059
Esquistos, betunes y sus derivados	14.914.762
Carbones minerales	74.745.703
Aceites industriales	1.388.064
	270.342.390

Cuyas cifras adquieren un valor comparativo industrial sabiendo que Alemania exportó:

Por manufatura de metal	1.252.000.000	1.924.000.000 pesetas.
Por máquinas	672.000.000	
Inglaterra por iguales conceptos		1.642.000.000 ídem.

Estos datos pueden ser bastante para apreciar cuánto hay que subir para alcanzar una cota industrial de esta magnitud. Sin embargo, con una firme voluntad nacional, todo puede conseguirse: Francia producía en 1875 una cantidad de acero, próximamente igual a la nuestra actual, hoy produce más de 4 millones de toneladas, y Alemania exportaba maquinaria y mecanismos en 1885, por valor de 62.000.000 de pesetas.

En minerales de plomo, cinc, pirita cobriza y azogue, estamos a la cabeza en producción, tenemos también plata, algo de manganeso, azufre, wolfran (tungsteno).

De cobre recogemos una cantidad de importancia, es nuestro el 11 por 100 de la producción mundial: en 1915, hemos alcanzado una extracción de 1.469.420 toneladas, entre mineral de cobre y pirita cobriza y ferrocobriza, cuya importancia es de apreciar no sólo por el cobre, sino

por las derivaciones industriales a que da lugar: colores minerales, bronces, latón, ácido sulfúrico, sulfatos de cobre, etc., etc. Sólo la industria del cobre podría producirnos grandes beneficios, proporcionando trabajo a gran número de obreros y constituyendo una fuente de riqueza, pues el consumo del cobre aumenta cada día con los adelantos y el desarrollo de la industria eléctrica y con el enzufrado de los vinos por el sulfato de cobre; el año 1800 se consumían en el mundo 9.000 toneladas de cobre y el decenio 1871-80 ya acusa un promedio de 117.000, en 1900 el consumo mundial fué de 481.000 y en 1913 de 1.104.000, progresión creciente de consumo, que indica la importancia que viene revistiendo esta industria y la que cada día toma. Nosotros no consumimos cobre, más que en insignificante cantidad, casi todo el mineral se exporta porque no tenemos industria perfeccionada que lo beneficie y abandonamos al extranjero nuestra materia prima para recibirlo después laminado, refinado o convertido en alambre, tubos o piezas especiales, y durante la guerra tuvimos que recurrir al acero para los hogares de las locomotoras, por no poder conseguir las piezas de cobre que necesitamos. Importamos más de 8.000 toneladas de cobre electrolítico, porque apenas contamos con medios de refinación eléctrica.

¿En qué condiciones vamos a desarrollar y vigorizar instalaciones de energía eléctrica, mientras no produzcamos máquinas, cables conductores, etc., para suministrar y elaborar en buenas condiciones de precio? ¿Cómo podremos alcanzar gran industria eléctrica, mientras recibamos la manufactura del extranjero?

El plomo es otro metal cuyo consumo aumenta por el desarrollo de la industria eléctrica (acumuladores, cables, etc.) y por sus aleaciones con otros metales. Somos unos de los principales productores en Europa; producimos unas 300.000 toneladas, de mineral,—el 20 por 100 de la producción mundial—, correspondientes a unas 180.000 de metal, obtenido en gran parte en oficinas de beneficio nuestras y exportado casi en su totalidad. Aunque tenemos algo más industria que en el cobre, seguimos importando plomo elaborado y compuesto.

En el azogue, cuya producción metalúrgica mundial fué en 1911 de 4.000 toneladas, contribuímos nosotros con el 33 por 100, lo trasformamos en metal y lo exportamos.

En cinc y cadmio tenemos producción importante, próximamente la mitad que Francia y la cuarta parte que Alemania (175.000 toneladas); pero se exporta la mayor parte sin beneficiar, cuando pudiera constituirse una importante industria por los procedimientos eléctricos.

Hay en nuestro subsuelo manganeso, algún níquel, estaño (que tanto importa a la construcción de bronce y hoja de lata), cobalto, tierras alu-

minosas, vanadio y tungsteno, que permitirían implantar industrias importantes.

Lo verdaderamente abrumador es que gran parte de nuestra riqueza en hierro no está en manos de españoles y que casi toda la producción de cobre, piritas de hierro y cobrizas, pertenece también a capitales extranjeros y sale de España sin producir al país la ganancia de su negocio, ni es probable la produzca, mientras continúe en poder de extraños, pues éstos carecen generalmente de interés en la prosperidad de nuestra industria y aún quizá les conviene mantenernos en estado no productor, ya que esos capitales pueden muy bien ser de casas extranjeras manufactureras que necesitan el alimento de nuestra materia prima para vivir y desarrollarse, vendiéndonos luego a elevados precios el material que de aquí sacaron.

Dijimos que estos últimos años soplan vientos de renovación y de actividad, que son signo de esperanza; hemos progresado notablemente en algunas ramas de la industria y en el comercio. En Cáceres y Badajoz aumentó, como consecuencia, la extracción de combustible mineral y el personal obrero, mejorando el procedimiento de arranque y arrastre; el precio del mineral aumentó en proporciones considerables, con los beneficios consiguientes; el menudo que se vendía antes de la guerra a 8 y 12 pesetas la tonelada, boca mina, se pagó en octubre de 1918 a 100 pese tas la tonelada, y el grueso alcanzó en la fecha citada, el valor de 175 pesetas la tonelada.

En Cataluña han nacido y se han ampliado algunas industrias creándose fabricación de maquinaria que antes venía del extranjero: automóviles y carruajes, máquinas para industria textil y agrícola, maquinaria y utillaje de lavaderos, máquinas de taladrar, pequeña maquinaria, aparatos para las industrias químicas, pequeños motores de bencina y petróleo, aeroplanos y accesorios, ventiladores, accesorios para bicicletas, material de calefacción, útiles y herramientas para talleres, tornillos, clavos, cadenas y otros efectos similares, y no se ha hecho más, por la escasez de materia prima. Se han establecido también algunos talleres y fábricas de maquinaria y motores eléctricos de todas clases; la «Maquinaria Terrestre y Marítima» piensa establecer la fabricación de locomotoras, y quién sabe dónde pudiéramos llegar en esta rama si conseguimos idear tipos propios, que nuestros ingenieros tienen base científica sólida y sobrado ingenio, y el suelo, materia prima bastante (1).

(1) Las dos Compañías nuestras y más poderosas, tienen necesidad de unas 45 locomotoras anuales (promedio de catorce años). Cifras de producción de algunas fábricas de locomotoras: Borsig, 430 anuales; Baldivin, 1.837 al año (35 por semana).

Se han inaugurado dos grandes instalaciones eléctricas: una, de 68.750 kilovatios (Camarasa), y otra, en Pobla de Segur, todo con dinero español, con un coste de instalación de unas 2.000 pesetas por caballo.

En general, hemos adelantado en ampliación y desarrollo industrial; desde 1916 ha superado al promedio anual corriente el capital dedicado a fundar o intensificar industrias, y algunos ramos han creado modelos nuevos; antes de la guerra, los $^{9}/_{10}$ de la maquinaria venía del extranjero, hoy se construye ya en España algo de lo que antes importábamos: algunos telares mecánicos y turbinas de gran rendimiento, han salido de nuestros talleres y bastantes máquinas trilladoras, útiles de trabajo agrícola y máquinas eléctricas; además, hemos adquirido la gran ventaja de un aumento de capacidad en el obrero.

Todo esto no servirá de nada si no mantenemos con firmeza lo conseguido y lo utilizamos como base de nuestro resurgimiento; hemos conquistado, por lo pronto, el mercado español, y la fabricación de máquinas y útiles, cada vez más perfeccionados, ha hecho aumentar la producción y, por consecuencia, el suministro a más bajo precio, siendo de esperar que si sabemos defendernos, será difícil reconquistarnos. La impresión general es que se trabaja cada vez mejor y que muchos prefieren la maquinaria española a la de América; no hay que descansar, porque en cuanto se normalice la vida tiene que empezar una lucha económica tremenda, pues los países que estuvieron en guerra han de luchar desesperadamente por su reconstitución; preparémonos no sólo a defendernos, sino a luchar acometiendo.

Hay que hacer aún bastante, como indica el General Marvá, en su interesante folleto ya citado, dice que es precisa la «preparación y creación de un personal obrero profesional», que «hay que modernizar científicamente los procedimientos siderúrgicos, desarrollar la producción de aceros especiales en sus relaciones con el níquel, cromo, tungsteno, vanadio, etc. (1), dar un gran impulso a nuestra industria metalúrgica general si queremos emanciparnos del extranjero y producir lo que necesitamos para los usos de la paz y la guerra» y urge para todo estudiar y organizar una Caja o más, de crédito industrial.

Otro asunto grave que hay que meditar es, que cuando se normalice la vida mundial, los países beligerantes faltos de brazos y ansiosos de

(1) Ya la fábrica de Sestao (Altos Hornos, de Vizcaya), se ocupa en instalar elementos para producir estas aleaciones y establecer grandes talleres con máquinas útiles; en la Duro Felguera, en los Altos Hornos, de Málaga y algunos otros, se preparan a producir ferromanganeso en cantidad bastante significativa.

reconstitución económica trataran de producir una rápida intensificación a sus industrias y favorecerán por todos los medios la inmigración ofreciendo elevadísimos jornales; si para entonces no hemos pensado en el problema, emigrará una gran parte de la población obrera y seguramente la de más capacidad, porque será la más solicitada y mejor retribuída, y entonces nuestra desorganización y descalabro es seguro.

Por ello hay que pensar en los medios más eficaces para disminuir la emigración, ofreciendo trabajo abundante en caminos, obras públicas, etcétera, implantando medidas protectoras para industrias nacientes, interviniendo seriamente para el abaratamiento de las subsistencias, creando para el obrero casas baratas, en fin, todo aquéllo que puede proporcionar medios de entretener la vida, pues si no, el obrero se alejaría doliente, pero decidido, hacia otras regiones donde sea o donde crea ha de ser menos molesto el vivir.

CONCLUSIONES

a) Publicación de estadísticas de producción, beneficio, aplicaciones, etcétera.

b) Crear una nueva mentalidad industrial, reformando la enseñanza de las Escuelas Superiores, donde aparte la técnica que ha de ser estudiada con orientaciones más prácticas, deben de formar parte de los programas, asignaturas de cultura industrial, comercial y social (menos ideología y más vida real y positiva). Reformar las Escuelas de Artes y Oficios y organizar escuelas-talleres de aprendizaje.

c) Organizar un personal obrero profesional, clasificando los obreros dentro de las grandes fábricas y formando con ellos cuerpo, hasta donde sea posible, con ascensos, retiros, alojamientos baratos, economatos, etc.; creando por todo ello una caja de ahorros.

d) Modernizar los procedimientos siderúrgicos, auxiliando a las industrias con anticipos reintegrables, en especie (máquinas, útiles, etc.), para la adquisición de máquinas e implantación de procedimientos electro-siderúrgicos. Estudiar la organización de Cajas de Crédito industrial.

e) Revisión de tarifas de ferrocarril e intensificación de la red de transportes.

f) Organizar el Estado, en relación con Inglaterra, Estados Unidos, Alemania, etc., una Exposición de maquinaria industrial moderna, en sus diversas ramas para divulgar las máquinas y la excelencia de los métodos y las ventajas económicas; favorecer la propagación de estos cono-

cimientos con tarifas de ferrocarril baratas para los industriales y profesionales anexos, estancia económica en el punto donde se verifique la Exposición, etc., etc.

g) Estudio de la protección aduanera que conviene hacer en ciertos ramos de la industria.

h) Prohibición de exportar ninguna materia prima de estos ramos industriales, mientras lo necesiten nuestras industrias.

i) Contener la emigración, con intensificación de obras oficiales y particulares, interín la aplicación de otros procedimientos desarrolla nuestra potencia industrial.

j) Estudiadas las cuestiones concernientes al mejor desarrollo de estas industrias por una comisión de ingenieros, con carácter oficial, convocar una reunión de los principales industriales de este ramo y reunidos éstos y la Comisión, presididos por una personalidad de alta cultura industrial, escuchar los deseos de los industriales y sus proposiciones, discutirlas y encauzarlas hacia los intereses generales. Estas sesiones debieran publicarse (tomadas taquigráficamente) sin comentario alguno.

Energía hidroeléctrica.—Industria.

Sabemos que aun hoy, en nuestro estado de pequeñez industrial, necesitamos carbón y esta falta puede suplirse con la energía almacenada en nuestros cursos de agua; necesitamos utilizar la hulla blanca en cantidad suficiente, no sólo a nuestras necesidades de hoy sino a las del porvenir, y en esta vía puede ser que esté el incremento e impulso necesario a nuestra organización industrial, dando a la energía eléctrica el desarrollo que necesita para entrar francamente en caminos de progreso.

Según los últimos datos, disponemos de una cantidad de fuerza bastante respetable: unos 5.000.000 de caballos, de los cuales utilizamos algo más del 10 por 100; este número de caballos, racionalmente explotados, podrían progresivamente emanciparnos del extranjero, reduciendo nuestras importaciones de hulla negra.

Pero aún quizá más importante que el ahorro de carbón, es que el desarrollo de utilización de nuestra fuerza hídrica significa el de energía elétrica con todas las industrias derivadas: la electro siderúrgica, la electro química, la electrificación de nuestras vías férreas, las industrias mecánicas, la utilización directa, vivificando nuestras fábricas, la química y agricultura; todo un venero de riqueza para el país y el consiguiente bienestar, porque la electricidad proporciona, mejor que ningún otro agente, todos los elementos vivificadores de la industria. Una mayor pro-

ducción de energía eléctrica, es probable que sirviera de estímulo a nuevas y más intensas industrias y nos sustraería a la servidumbre extranjera en caso de guerra; el tener la fuerza en casa nos libraría de las dificultades y carga de los transportes y por consiguiente de este recargo inicial en la producción y por el mero hecho de no comprar carbón, quedarían en España anualmente 60 u 80 millones de pesetas, que se consumirían aquí, en nuestro propio beneficio.

Para facilitar la utilización de los saltos de agua, el Congreso de la hulla blanca reunido en 1902, en Francia, tomó los acuerdos que a continuación se citan y que no será obvio recordar:

«1.° Los industriales, propietarios o explotadores de fábricas hidráulicas de todas las regiones, deben organizar el estudio de los cursos de agua, utilizados o no utilizados, aportando cada industrial todos los datos que tenga sobre el curso de aguas que explote. Es necesario para coordinar los datos diseminados, que se hagan uniformes los métodos de observación y las notaciones.

»2.° A fin de cada año remitirán los resultados de sus observaciones al Sindicato general.

»3.° Es preciso que por el organismo administrativo, afecto al estudio de fuerzas hidráulicas, se den los créditos necesarios para empezar lo antes posible la revisión de estas fuerzas.

»Y para ello será conveniente colocar a lo largo de los cursos de agua, señales con sus altitudes, referidas a la nivelación general del país.

»4.° Es preciso que se publiquen los resultados al mismo tiempo y a medida que se vayan adquiriendo los datos.

»Hay que organizar e instituir un órgano motor o Comité superior de la hulla blanca, compuesta de especialistas en la materia, que hayan adquirido por la práctica competencia especial en el aprovechamiento de saltos de agua, de industriales y de banqueros. Este organismo será de acción y de coordinación; tendrá por misión hacer la revisión del curso de fuerzas hidráulicas, estudiar los proyectos de conjunto y dirigir los esfuerzos de los particulares; será, en una palabra, el agente activo, de preparación, de organización y de coordinación de todos los esfuerzos destinados a poner en vigor nuestras riquezas hidráulicas.»

Nuestra riqueza en hulla blanca, hoy conocida, comparativamente a las demás naciones, es muy estimable:

	Potencia disponible en caballos.	Potencia utilizada.
Estados Unidos	30.000.000	7.500.000
Canadá	26.000.000	3.460.560
Noruega	7.500.000	1.120.000
Suecia	6.750.000	704.500
Austria-Hungría	6.460.000	566.000
Francia	5.587.000	650.000
Italia	5.500.000	976.300
España	5.000.000	438.330 y otro pequeño sumando en molinos.
Suiza	2.000.000	511.000
Alemania	1.425.000	618.800
Gran Bretaña	963 000	80.000
Rusia Europea	20.000.000	1.000.000

Según los datos del último *Anuario Estadístico*, tenemos en explotación hidroeléctrica:

	Caballos concedidos.	Caballos en explotación.
Grandes instalaciones	974.473	403.048
Instalaciones de potencia media	23.890	23.890
Idem de pequeña potencia	11.394	11.394
TOTAL	1.009.757	438.330

Es decir, que utilizados en energía eléctrica 438.330 caballos en nuestras fábricas y si éstas se ampliaran, podríamos rebasar rápidamente el millón.

Y aunque emplear hoy en energía eléctrica sólo el 10 por 100 de nuestra riqueza en fuerza hídrica, sea lamentable, lo más triste es que la mayor parte de esta potencia se halla en manos extranjeras: en Cataluña 300.000 caballos concedidos pertenecen a Sociedades extranjeras.

El aumento de la potencialidad industrial con las necesidades de fuerza motriz y la intervención del carbón, es problema que conviene tener planteado; del carbón total que consumimos, se lleva el entretenimiento de los ferrocarriles, cerca de un 20 por 100 y la marina mercante no bajará del 12 al 15 por 100 (aunque no tengo datos muy seguros sobre esta última); el crecimiento de nuestra potencia industrial irá concurrente al aumento de nuestra vía férrea y de nuestro tonelaje en marina mercante, y, por consiguiente, aumento de gasto de carbón y aumento

de dificultades en caso de guerra (aparte su carestía), por lo que parece que es una necesidad primordial nacional la intensificación de las industrias hidroeléctricas.

El ahorro de carbón hay que buscarlo en la máxima utilización de la hulla blanca, en la utilización de la energía de los gases de los hornos de cok y altos hornos y en el aprovechamiento hábil de los carbones de mediana e ínfima calidad.

Los gases de altos hornos y de hornos de cok, hasta hace poco despreciados, representan una cantidad de energía notable que ha de aprovecharse: el 50 por 100 de los gases producidos en el funcionamiento del alto horno y de los hornos de cok se puede utilizar para producir electricidad y a poco precio. En América, Alemania y Bélgica, hay instalaciones hace ya tiempo: la «Indiada Stal Company», a 40 kilómetros de Chicago, que mantiene seis altos hornos de 450 toneladas alimentará, aprovechando los gases dichos, 17 máquinas de gas de 3.000 caballos, de las cuales, 15 actuarán sobre alternadores de 2.000 kilovatios y dos sobre generadores de corriente continua. En Francia calculan que además de la ventaja inmensa que representa en sí el ahorro de carbón, los 4.500.000 toneladas de fundición de los altos hornos, producen, en el 50 por 100 de gases aprovechables, una fuerza de 414.000 caballos y potencia análoga creen obtener sobre los hornos de cok, estimando que el procedimiento les representa una economía de 100 millones de francos.

Las experiencias sobre utilización de carbones malos, pulverizados, han conducido a resultados interesantes; la turba empleada en mezcla con sustancias porosas produce ya gases de gran potencia y mucha economía; en Alemania, una Sociedad que utiliza los lignitos de las fábricas, vende la potencia a 1,25 de franco el kilovatio-hora.

El adelanto industrial que deseamos vendrá con la intensificación de nuestra energía eléctrica, que nos permitirá producir artículos y efectos en condiciones de rapidez, perfección y precios tales, que pueden competir en el mercado, porque sin estos requisitos no podremos concurrir a la lucha.

La electroquímica, con todas sus ventajas de sencillez y rendimiento, permitirá producir fabricaciones industriales intensas e inmejorables, en productos azoados y compuestos clorados y el carburo de calcio importantísimo hoy para el alumbrado en la guerra y para la soldadura autógena; los cloratos han visto centuplicar su producción para ser utilizados en la fabricación de explosivos e igualmente los nitratos y la cyanamida y otros diversos productos, como el aluminio, el sodio, el magnesio, los ferrocianuros, los aceros eléctricos, la fundición, el ferromanganeso, etc.,

etcétera. La electricidad aplicada a la electrometalurgia permitirá realizar una economía enorme en combustible y mano de obra.

En la aplicación del horno eléctrico hay medios de progreso e independencia de carbón; con él se han conseguido adelantos grandes en calidad, en el afinado de los aceros y fabricación de aceros especiales, que se producen además a precios inferiores a los de los aceros normales básicos. El alto horno domina todavía, pero hay que reemplazarle por el horno eléctrico que crece en número rápidamente: antes de la guerra había en el mundo 120 y hoy pasan de 300; nosotros, tenemos seis; Italia, tiene 20, y Alemania, tiene hoy 56 (1); porque precisamente la guerra ha demostrado la ventaja inmensa de su utilización.

Para intensificar más la producción de energía eléctrica conviene extender sus usos a todas las necesidades, porque la electricidad proporciona lo que se le pide en unas condiciones de limpieza, comodidad, higiene y sencillez, que no puede otorgar ningún otro agente, por lo que su papel social e industrial tendrá más importancia cada día, ya que cuanto más se desarrolle su uso mayores serán sus beneficios, pues la venta de la energía seguirá la ley general de las mercancías.

El problema de utilización de la hulla blanca ha de estar complementado con su transporte a grandes distancias para extender el radio de acción de la fuerza; los transportes a 400 ó 500 kilogramos a tensiones de 100 a 150 voltios, son hoy perfectamente realizables con los nuevos tipos de aisladores, aparatos de protección, cortacircuitos, interruptores, etcétera. Así transportando la energía a distancia y constituyendo redes o arterias principales, se podrá avanzar luego por ramales a todas partes.

El alumbrado eléctrico hay que propagarlo llevándolo a los barrios más alejados de las grandes ciudades, a los pueblos pequeños, a las colonias obreras; hay que procurar ponerlo en condiciones de baratura tales, que entre en las casas de los que cuentan con más modestos recursos, desterrando al petróleo, al gas y al aceite. En algunos sitios de Alemania abonan los precios de instalación reintegrándose por descuentos hechos en períodos de uno, dos o tres años; en Italia se ha hecho algo parecido, unas veces con contadores y otras con limita corrientes, tarifado a precios racionales; en Suecia, se ha propuesto a los abonados que quisieran hacer instalaciones en sus casas, suministrarle la corriente gratuita durante un año (es decir, que les pagaban la instalación en corriente), sin más requisito que comprometerse a consumir un cierto número de hec-

(1) Tenía 32 antes de la guerra ésta fué la principal estimuladora del horno eléctrico; sin él no hubiera podido alcanzar la potencia en cantidad y calidad que asombró a todos.

tovatios-hora, durante ese año. Toda esta propagación de la energía eléctrica, llevando a los humildes la higiene y la comodidad, se facilitará cuando el tendido de vías férreas alcance mayor densidad; porque si es tracción eléctrica, ella misma será la portadora y distribuidora de la energía a todas partes, y si es de vapor, porque el aumento de vida a la región, traerá la mejora económica y la atracción de necesidades rurales y agrícolas, a las cuales prestará su potente auxilio la electricidad.

El aumento de consumo de la energía vendrá también no sólo por la facilidad y bajo precio del suministro, si no por el uso de lámparas económicas en valor y en consumo, y en esta vía hay un inmenso campo de estudio que explorar en las lámparas de filamento en atmósferas gaseosas, con gastos de menos de medio vatio, a las que se abre un codicioso porvenir comercial. Pero para esto hace falta instalar laboratorios donde haya elementos y se puedan hacer experiencias metódicas y pacientes (1), porque la electricidad, aunque muy adelantada, le quedan por realizar muchos progresos que se adivinan inmediatos, y éstos sólo se conseguirán prodigando auxilio a los laboratorios; los laboratorios nacionales han jugado en Alemania un papel fundamental en el desarrollo de las industrias eléctricas.

La calefacción y la cocina eléctrica es otro camino que hay que hacer práctico para intensificar más el desarrollo de energía eléctrica, pero por hoy su campo es muy limitado y seguramente no adquirirá gran extensión hastá que el kilovatio-hora pueda ser vendido a tan bajo precio, que resulte de utilidad práctica en la casa rica y en la pobre. En Francia, calculan que el día que consigan tener cubierto el territorio por una red general, el precio del kilovatio-hora hidráulico, estará comprendido entre 1 y 2 céntimos, y siempre dicen que por mucho que resulte, será cuatro o cinco veces más barato que el kilovatio-hora térmico.

Las aplicaciones de la electricidad a la agricultura son numerosas y de gran beneficio: primero, por los engrases que para abonos suministra la electroquímica, y segundo, por las aplicaciones mecánicas, elevadoras de agua y maquinaria de riego y de labores.

En la electrificación de los ferrocarriles hay un poderoso medio de intensificación de la electricidad y un gran ahorro de carbón; pero es una empresa de desarrollo lento, no sólo por el esfuerzo financiero, sino por la falta de ambiente que tiene aún el procedimiento; la locomotora de vapor en reformas sucesivas se defiende con una tenacidad desesperante, aunque en vano, por que ella no podrá dar lo que exigen las necesidades

(1) «La General Electric Company» asigna anualmente para trabajos de investigación de 2 a 2.500.000 pesetas, y tiene en su laboratorio 150 técnicos.

de la sociedad moderna: el turista, el comerciante, el industrial, piden grandes velocidades, limpieza, comodidades, gran capacidad de transporte y tarifas baratas, cuyas ventajas sólo las puede otorgar la atracción eléctrica.

Las locomotoras eléctricas tienen un gasto de entretenimiento que es próximamente un tercio de las de vapor; éstas necesitan alimentarse con un combustible superior, y en la producción de la energía eléctrica, aun térmica, se aprovecha el carbón mediano y se utilizan los gases de altos hornos, los del cok, etc.; el personal de conducción del tren eléctrico es menor; la electrolocomotora está siempre pronta a funcionar, abreviando tiempo; el aumento de la capacidad de las vías con tracción eléctrica es casi doble; las locomotoras de vapor no tienen condiciones para los túneles ni para las cercanías de las poblaciones, que inundan de humo y a veces de materias propulsoras de incendio. El nuevo medio de tracción se impondrá, pese a las monstruosas locomotoras de seis cilindros y 250 toneladas de peso, sin el ténder, porque a más de las ventajas citadas, los gastos totales de explotación que exige la tracción eléctrica, en grandes líneas, no llegan a la mitad de los que necesita el vapor.

En Italia, donde andan en este problema (y cito este país porque tiene bastante analogía con el nuestro en el orden psicológico, en el geográfico y topográfico, en fuerza hídrica y en falta de carbón) comenzaron la transformación en 1900 y tienen ya constituídos y completamente equipados 350 kilómetros, con una potencialidad de locomotoras de 250.000 caballos, lo que ha producido un ahorro de 130.000 toneladas de carbón, al año; la potencialidad de este tramo se ha elevado en algunos trozos, de 300 a 600 vagones, y en otros, de 1.200 a 1.600 vagones diarios, lo que proporciona una idea de la enorme ventaja del sistema. Tienen el propósito de electrificar la línea costera que, partiendo de Spezzia, desarrolla unos 2.000 kilómetros de recorrido y andan dándole vueltas al problema financiero; calculan que harán falta unos 500 millones de liras, para la empresa, en el problema sencillamente ferroviario, y como el ejercicio de estos 2.000 kilómetros necesita una cantidad de energía de 250 millones de kilovatios, hará falta para producirlos, acometer obras de gran importancia, maquinaria, etc., que obligan a otro esfuerzo de dinero bastante crecido y, sobre todo, sin dar rendimiento alguno durante todo el tiempo de instalación; el dinero no es generalmente muy altruista y no mira que aquellas obras, la construcción de maquinarias y demás elementos, producen en el país una intensificación de vida industrial, que ha de reflejarse luego en grandes beneficios, no sólo sobre el país, sino sobre los capitales que intervinieron, y por eso requiere que empresas de esta índole estén por lo menos garantidas por

el Estado, como tutor de los ciudadanos que ponen su inteligencia, su trabajo y su capital.

En Francia, M. Parodi (Ingeniero-Jefe del servicio eléctrico, de Orleans), considera que para electrificar una línea férrea de vapor, se debe contar con un gasto de 200.000 francos por kilómetro, comprendida toda la instalación.

En las obras de este género ya construídas, se nota una gran diferencia en el coste, según el sistema empleado; en la línea Camden-Atlantic-City, de 245 kilómetros, equipada en corriente continua, se ha realizado un gasto total de 20.300.000 francos, o sea 83.000 francos por kilómetro de vía sencilla. En otra línea, en Boston, corriente monofósica, vía sencilla, 743 kilómetros, ha resultado un gasto de instalación de 168.000.000 francos, o sea 227.000 francos el kilómetro, diferencias considerables que acusan una gran dificultad en la elección del sistema de instalación, que depende de la naturaleza del tráfico y de las condiciones especiales de aplicación de la explotación. Hoy el problema no tiene ninguna dificultad técnica, el obstáculo es de orden financiero.

Dicen los italianos, que en ellos hoy no puede pensarse en una electrificación superior a 100 kilómetros al año; en cambio los Estados Unidos cuentan con una electrificación al año de 1.500 kilómetros, debido sin duda no sólo al enorme vigor del país, sino al resuelto empuje de los capitales más numerosos y mejor organizados. Es evidente que si nosotros no tenemos bastante carbón y sí energía hídrica sin explotar, merece el asunto estudiarse con detención: un Comité formado por personas claramente competentes en asuntos industriales y ferroviarios, ingenieros y banqueros, podrían estudiar un programa y un plan general y coordinar los proyectos que sobre este asunto se presentaran. No olvidemos que tenemos hoy 15.000 kilómetros de vía férrea a vapor y que precisa ahorrar carbón.

En Francia, hay quien propone como utilización más racional de la hulla negra, el establecimiento de potentes centrales térmicas en los centros mineros y en los puertos de importación de carbones extranjeros distribuyendo la energía a zonas lejanas, mediante una red bien estudiada; empleado el carbón en los sitios donde se produce o en los de acceso quedaría desgravado en importante cantidad y se aprovecharían el menudo y los resíduos, obteniendo un rendimiento mayor (1). Es algo complejo dilucidar las ventajas generales del sistema de sustitución del

(1) Maurice Soubrier, profesor de electricidad industrial en el Conservatorio Nacional de Artes y Oficios, de París.

transporte de la fuerza del carbón con la electricidad, por el transporte material del carbón, con los medios ordinarios.

La ventaja del motor eléctrico en los talleres es evidente; la supresión de las correas de transmisión y del polvo da a las grandes salas un aspecto más agradable y a los hombres un trabajo más higiénico y menos peligroso; su utilización en las minas aumentaría el rendimiento considerablemente; la carga y descarga de los navíos en los puertos, por medio de maquinaria eléctrica, conseguirá la rapidez que hoy se necesita en estas operaciones, aparte la importancia de no detener el barco más que lo imprescindible: un barco de 10.000 toneladas debe ser descargado en condiciones normales en veinticuatro a treinta horas.

La guerra ha de traer además, el problema de la dificultad de la mano de obra humana, que puede llegar a ser muy difícil, y precisamente la maquinaria eléctrica puede suplir mucho la falta.

El problema nuestro no creo que sea por ahora la busca y captura de nuevos saltos de agua, lo que hace falta es utilizar los conocidos y no hacer nada que no sea bien premeditado. Es labor que empezará a notarse dentro de pocos años, llevando concurrentemente la vida a todos los motivos del aprovechamiento hídrico: constituir centros de consumo, centros electrosiderúrgicos, electroquímicos, ferroviarios y de otras especies y fomentar y proteger el producto español, ciegamente.

Si nuestros capitales privados no ayudan, organizando sociedades, no habrá posibilidad de orientar la menor iniciativa hidroeléctrica; todo debe constituirse con dinero nuestro; si fuera posible, con maquinaria de producción nuestra, y desde luego con ingenieros y obreros nuestros; es asunto de vida o muerte el desarrollo de nuestra riqueza hidroeléctrica, porque significa (aparte el ahorro e independencia de carbón) el nacimiento y la intensificación de varias industrias, que darán al país la riqueza y el esplendor que debe a su historia.

No hay que olvidar que todo esto ha de ser concordante y simultáneo con el desarrollo de las comunicaciones, el arreglo y mejora de los puertos y el establecimiento de la red fluvial de caminos; hasta lo imposible, hay que intentar para conseguir al menor precio posible, el transporte, la recepción y la distribución de los materiales, que son los elementos primeros del coste real de toda producción.

CONCLUSIONES

a) Convendría revisar todos las condiciones hidrológicas de nuestros ríos, determinando exactamente todos los elementos naturales, para po-

der hacer un estudio de conjunto y un plan racional de la utilización del agua. (En parecida forma a como lo hizo el Congreso de la hulla blanca, de Francia.)

b) Que se estudien las presas y depósitos solicitados y los proyectos de necesidades industriales, armonizándolos con las derivaciones necesarias a la agricultura, con vistas al porvenir, no al presente.

c) Modificar la legislación de concesión de saltos de agua, reduciendo los plazos y trámites y favoreciendo con exenciones temporales, los que se utilicen.

d) Toda concesión de fuerza hidráulica tributará desde la fecha de la concesión.

e) Toda concesión de fuerza hidráulica que haya permanecido medio año sin intento de utilizarse (lo que se probará por la ausencia de todo comienzo de obra), podrá el Estado retirarle la concesión, devolviéndole el dinero satisfecho. Igual derecho adquirirá el Estado si en un tiempo prudencial (según las circunstancias que concurran en el salto, industria que trate de montar, etc.) no se han terminado las obras necesarias para su utilización. Establecer las trabas necesarias para que toda concesión de fuerza hidráulica no se sustraiga a la prestación de trabajo inmediato, reservándola para cotizarla, por el propietario, como un artículo comercial.

f) Modificar la mentalidad española en sentido organizador industrial-eléctrico, por la cátedra y en las revistas profesionales.

g) Utilizar los laboratorios nacionales existentes como verdaderos consultorios industriales, ínterin se estudia la conveniencia de crear un laboratorio electrotécnico (igual misión que la que se propone para Industrias químicas).

h) Conocido el catastro general de nuestra riqueza hidráulica, planear las ramas de la red principal eléctrica del territorio, por el Centro Oficial correspondiente (tanteo de las grandes arterias transportadoras de la energía), para con todos estos datos ir orientando las concesiones solicitadas y las modificaciones, cuando sea oportuno, de las establecidas.

i) Que las empresas de electricidad estudien la conveniencia y ventaja de vulgarizar el consumo de energía, facilitando el abono, por si es posible hacer algo en este sentido.

j) ¿Convendría estudiar una reforma en el sistema de tributación de la energía, recargando el consumo en escala gradual y descargando la producción, para favorecer la iniciación y desarrollo de las industrias electroquímicas y electrosiderúrgicas, que necesitan energía barata?

k) Excitar a las Compañías de ferrocarriles a la electrificación con auxilios reintegrables, exenciones de tributación, etc.

l) Reglamentar o revisar lo legislado sobre la ingerencia del Estado en la implantación, establecimiento y ejercicio de las más importantes derivaciones hidroeléctricas, para unificarlo todo y obtener un mayor aprovechamiento.

m) Estudiar hasta dónde conviene cerrar la entrada de gran maquinaria y otros accesorios eléctricos extranjeros, para favorecer la producción de estos elementos en el país.

n) Convocar una reunión de industriales y productores, exponerles los deseos generales, e invitarles a dar a conocer sus necesidades y sus deseos respectivos y examinarlo todo desde el punto de vista del interés general, formulándolos para que se estudiaran por secciones organizadas para ello.

En Italia, una convocatoria de esta clase surtió efectos muy beneficiosos y entre otras proposiciones, que no tienen interés en nuestro suelo, formularon lo siguiente: «Que el Estado, independiente del precio internacional, haga provisión y fije el precio del combustible, en monopolio, por un período de tiempo bastante largo, para asegurar a la iniciativa industrial el fundamento y la garantía de estabilidad y confianza.

Industrias químicas.

En este campo todo está por cultivar y donde se cultiva es escaso y pobre, sólo algunos destellos aislados acreditan un deseo de regeneración y vida digno de apoyo. En tan importante ramo de la actividad humana hay que hacer propósito firme de empezar alguna vez, por lo menos, a crear las bases sobre que ha de asentar el establecimiento de grandes industrias químicas.

Oficialmente ha sido tratado este asunto en un «Informe sobre el estado y desarrollo de las industrias químicas en España», no ha mucho tiempo (1918), elevado a la Dirección general de Comercio, Industria y Trabajo (Ministerio de Fomento), por el Negociado competente; en él se hace un breve resumen de la situación de cada industria y se indican los elementos favorables en el país para el desarrollo de algunas; se exponen allí dos grupos importantes: uno, de las «industrias que deben desarrollarse en España a causa de la existencia de primeras materias y de la magnitud de la importación», y otro, de las «industrias que, por su particular importancia en la economía nacional, seguridad o salud pública, deben implantarse rápidamente con la protección eficaz del Estado, si fuera necesario».

Existe, por tanto, en el expresado Ministerio de Fomento, noticia

precisa de las industrias químicas que por su naturaleza pueden iniciarse en el país con elementos propios y de aquellas otras que son necesarias a la defensa nacional, poniéndose de relieve en el citado documento, el profundo atraso en este ramo industrial, cuya importancia es vital para el desarrollo de la mayor parte de las otras industrias; estado tanto más de lamentar, contando como contamos con una riqueza de materias primas de bastante importancia, con ramas de esta industria, ya desarrolladas, aunque en talla pequeña y con exportación, es decir, con vía abierta en tráfico al exterior y vencido el trabajo más difícil, porque há de ser más fácil intensificar esos mercados, que conquistar otros nuevos.

En electroquímica no hay apenas nada: cuestión tan importante para la vida nacional como la obtención del nitrógeno del aire para servir de elemento fecundador a la agricultura, demostrado que es el animador, por excelencia, de toda la vida agrícola (que buena falta nos hace intensificar), está por acometer a pesar de tener una cantidad de fuerza hídrica enorme que no se utiliza, sin pensar que la primera condición para vivir, crear y producir, es comer. Con todas sus industrias florecientes, Alemania ha caído rendida por el hambre.

En análogo caso está el obtener, por el mismo procedimiento, ácido nítrico, base de los explosivos y también por métodos electrolíticos conseguir la sosa cáustica, que hoy no alcanzamos a suministrar en cantidad bastante para nuestra industria de jabones.

La fabricación de colas, gelatinas y abonos, ha prosperado algo, porque la guerra nos quitó la competencia extranjera, dándose en esta pequeña industria el caso curioso de que importamos huesos en unas regiones y los exportamos en otras (a 0,50 pesetas los 100 kilogramos) cuando nuestras fábricas de colas y abonos consumen más de lo que da la producción nacional, y cuando casi todos los países de Europa ponen enormes trabas, casi prohibiciones a la exportación de huesos. Cada vagón de huesos que sale por las fronteras se lleva vagón y medio de superfosfatos, con grave perjuicio de nuestra industria y de nuestra agricultura, que está falta de nutrición.

Durante la guerra se ha trabajado en Barcelona por encontrar procedimientos para producir las materias colorantes que venían de Alemania, sin haber podido conseguir más que medianos colores, sin permanencia y muy caros; no hemos tenido fortuna en estas exploraciones, y es lástima que en tan importante problema no se haya obtenido solución aceptable; hay que seguir con paciencia el trabajo, porque la base de estos colorantes orgánicos, subproductos de la destilación de alquitranes, está en las buenas hullas que nosotros tenemos y no hemos de ser incapaces de extraerlos.

Independientemente de nuestra falta de atracción comercial, es indudable que mucha culpa de nuestro estado en industrias químicas es debido a nuestra educación profesional y a la falta de amoroso enlace entre el gabinete o laboratorio científico y el establecimiento industrial; nosotros creemos que los ingenieros son químicos, y que los químicos (no ingenieros) son de una categoría técnica inferior, porque no tenemos en España oficialmente químicos industriales engendrados a base de alta categoría técnica, ya que los escasos y medrados sectores de nuestras industrias químicas no han tenido la vida necesaria para crearlos; por eso se ve al especialista con una condescendencia afable, pero en un plano científico inferior, juzgando por lo actualmente existente, sin observar que para tener algo serio y dirigir las industrias modernas hacen falta especialistas de grado técnico superior y que el campo de las industrias químicas es complejo e inmenso. Por otra parte, el industrial no ve en el laboratorio un elemento directo e inmediato de soluciones comerciales, y prefiere comprar procedimientos ya experimentados, que muchas veces resultan ineficaces, porque en su ateísmo científico no tiene fe más que en los hechos reales.

Se debiera intentar la creación de una o más escuelas superiores de química (1) aplicada, bien montadas y con un personal de profesorado muy acertadamente elegido, al que se facilitará amplia preparación industrial autorizándole estancias en el extranjero. En Francia entienden que, aparte de los conocimientos generales, un químico para las industrias minerales en que en general intervienen reacciones químicas relativamente menos complicadas, se pueden preparar en tres años, y que para ser un químico de materias colorantes y otros productos orgánicos, se necesitan por lo menos cuatro años.

La escuela o escuelas de química deben estar emplazadas en las poblaciones donde haya zonas de industrias químicas ya desarrolladas, para poder seguir, aunque en pequeño entre nosotros, la vida de una fábrica; a éstas les sería seguramente muy beneficiosa la relación con los elementos de la escuela, porque ella vive al mismo tiempo en industrias exteriores por el libro y la cátedra.

Hay que establecer paralelamente a las escuelas, laboratorios bien dotados y a su frente personas de reconocida competencia técnica e industrial, que desde los primeros pasos orienten el trabajo hacia horizontes prácticos; estos laboratorios de análisis y experiencias hace falta que se enlacen con el industrial; que éste se acostumbre a ir al laboratorio en

(1) Tengo noticias de la creación de una Escuela de directores de industrias químicas en Barcelona, pero ignoro su programa.

busca de opinión, de consejo o solución a un asunto, y que el laboratorio le proporcione medios de seguir una idea, un objetivo, sacrificando algún dinero; que se vaya desterrando el procedimiento de seguir métodos extranjeros, que después de comprados por el industrial no sirven muchas veces, por variar las circunstancias de localidad. Mientras no se consiga que el industrial se aficione a utilizar el laboratorio, mediante una atracción política de éstos, favorecida por aciertos técnicos reales y efectivos, la vida de estos organismos será lánguida y exótica e igual suerte correrán las escuelas de química y los títulos que expidan; en cambio si los laboratorios empiezan a trabajar con los industriales, acudiendo éstos a consultas y a tratamientos, el menor éxito en los primeros pasos traerá la confianza y la atracción, y el enlace se hará cada vez más apretado y seguro. En estos establecimientos podrán examinarse y analizar los productos comerciales concurrentes con los nuestros y deducir si es factible emprender su fabricación o mejorarla, que en todos los productos es posible la mejora, como rendimiento, como calidad o como procedimiento, y en todo caso siempre servirá para darse cuenta de la fabricación; además, los sistemas propios son monopolio, y el industrial, en cuanto toque sus resultados, se hará el mayor propagador de los beneficios de estos centros consultivos.

En los laboratorios oficiales que hoy tenemos, pudiera empezarse la labor de atracción dando conferencias en las Cámaras de Industria y Comercio, conferencias de vulgarización en que se sortee hábilmente la inamenidad de la técnica, orientando los asuntos hacia las vías comerciales, hacia los rendimientos monetarios, que son el más poderoso atractivo de la industria; que se haga vivir a los oyentes la vida de las grandes fábricas, de los grandes negocios; que se cuenten las vicisitudes que han sufrido algunos inventos que hoy constituyen poderosas máquinas extractoras de dinero; que cuando se haya conseguido con alguna paciencia y buen criterio, excitar la curiosidad y el deseo de saber, se alternen los lugares de conferencia, llevándolas poco a poco al laboratorio e iniciándolas allí con sumo cuidado, medida y habilidad en la técnica y en la elección de los asuntos, para ir inyectándoles sin cansancio las grandes verdades de la ciencia y convencerles de que ésta no engaña nunca y que es el más fiel consejero.

El laboratorio es más importante, a mi juicio, que la escuela, porque ésta no vivirá sin aquél, por eso ha de haber un delicadísimo cuidado en la elección de las personas que hayan de dirigirlos: el saber, la paciencia, la tenacidad, son virtudes ineludibles que han de ir acompañadas de una cultura industrial intensa; las industrias químicas son industrias de subproductos, de recuperaciones y aunque requieren ante todo en su inves-

tigación paciencia y método, no por eso dejan de ser en su esencia eminentemente científicas. Las estancias que hagan falta a estos directores en países ya adelantados en industrias químicas, deben facilitarse con largueza para su instalación y aun durante su funcionamiento.

Organizados estos elementos base, hay que esperar que den su fruto; sobran elementos en España para hacer químicos, hay que aprender la disciplina del método y de la paciencia para ser investigador; en cuanto tengamos procedimientos propios que puedan competir y aun superar a los extranjeros; en cuanto tengamos, hoy, el acierto en la obtención de una materia colorante, mañana, en la de otro producto reconocidamente útil, ya vendrán por él como vienen por las materias primas: es ley inexorable. No está demás repetir aquí lo que decíamos al tratar de industrias eléctricas, agucemos el ingenio, busquemos el modo de satisfacer la necesidad humana, siempre hambrienta de mejoras, en lo necesario, en el lujo, en la superhuidad; hagamos por crear necesidades nuevas, explorando la sociedad, el comercio, la misma industria; en el objeto más frívolo se esconde muchas veces una mina de metal acuñado. A la raza le sobra ingenio, lo que le hace falta es aire bien oxigenado para vivir en la vida real, enseñanza menos formulística y más, mucha más cultura industrial y comercial, que la que hoy se enseña en nuestros centros docentes.

Intensificada una industria, creará la gran industria y vendrá después la creación de laboratorios en las fábricas, convencidas de su indispensable concurso: «una fábrica de productos químicos es un laboratorio rodeado de talleres»; en las grandes fábricas de materias colorantes trabajan de 200 a 300 químicos (uno por cada 20 ó 25 obreros) (1); cada grupo tiene sus químicos y hace separadamente sus experiencias, y se procura no cambiar a nadie de grupo, a fin de llegar a obtener una maestría insuperable; el llegar a conseguir el punto de fabricación del añil sintético a la Fábrica Badense de Anilina costó varios millones, pero el éxito coronó el trabajo, y sólo de este producto se fabricaban anualmente 25 millones de francos (2). La industria de materias colorantes, cuya producción mundial estaba valorada en 500 millones de pesetas al año, proporcionaba a Alemania unos 400 millones de pesetas anuales, lo que confirma la verdad de que la mercancía, cuando vale, salta las fronteras casi secuestrada; nosotros hemos importado durante los años 1911-15 un promedio anual de esta materia por valor 7.700.000 pesetas. Estos resulta-

(1) La Eatsman Kodak Cmp. tiene un laboratorio cuyos gastos anuales importan unas 750.000 pesetas, próximamente (las 0.7 de los beneficios).

(2) Hoy cuesta el kilogramo de añil sintético de 38 a 40 pesetas.

dos se han obtenido en Alemania, según dicen, sin auxilio del Estado, ni protecciones aduaneras, sólo por el apretado y fraternal enlace del químico con el industrial.

Como complemento a lo dicho, creo yo, hace falta divulgar mucho las industrias químicas por medio de revistas de este ramo que orienten a los técnicos y a la masa sobre la organización, elementos y rendimiento de las variadas industrias de esta clase que hoy florecen en el extranjero.

CONCLUSIONES

a) Estudiar por los organismos de ingeniería civil y militar cuáles son los productos más indispensables para la vida nacional y organizar concursos, para que en un plazo prudencial se presenten proyectos completos de implantación de las correspondientes industrias, independientes por productos concordantes desde el punto de vista de la materia prima o de circunstancias locales, comerciales. etc.; en estos proyectos se determinará con el detalle que el ingeniero crea conveniente el montaje de la fábrica en material y personal, organización del trabajo, rendimiento de la fábrica en cantidad del producto o productos por meses, semanas o días, según la clase de productos, precio líquido a que resulta al pie de fábrica, calidad probable del producto, en relación a la de sus similares en el mercado mundial—comparando las características y los precios—, capital invertido en la implantación, rendimiento probable del capital y cuantos datos consideren necesarios para la mejor inteligencia del asunto. Se otorgarán premios metálicos de importancia a los autores de los proyectos que resulten merecedores, y se publicarán las características generales más importantes para intentar el apoyo del capital.

b) Organizar por todos los Centros oficiales, que tienen en su jurisdicción industrias químicas, una estadística detallada anual que dé a conocer el estado de vigor o decadencia en cantidad de producción, en tráfico, en precio, etc., etc. Publicación de estas estadísticas.

c) Estudiar por los organismos oficiales competentes, si es posible en España o Africa, el cultivo de ciertas especies vegetales de reconocida importancia en la industria y su probable desarrollo, y publicar estos estudios, favorables o adversos, en el término de un año.

d) Ver si es momento oportuno para la creación de alguna o algunas Escuelas superiores de química aplicada.

e) Creación de los Laboratorios que se consideren indispensables.

f) Estudiar una legislación nueva que favorezca y estimule al inventor de un procedimiento o de un producto.

g) Prohibir la exportación de huesos.

h) Defender la fabricación nacional de anilinas con tarifas protectoras.

i) Prohibir la exportación de todos los productos de la industria mientras los necesiten las industrias químicas del país (este concepto puede hacerse general).

Comunicaciones.

Toda elaboración industrial necesita mercado que la solicite, sin ello es inútil multiplicar la producción; para conquistar mercados, aparte la propaganda y otros medios más o menos políticos e ingeniosos, es preciso presentar género que tenga sobre sus semejantes, ventajas en calidad, en efectos y en precio, y éstos no pueden conseguirse más que recibiendo las materias primas a precios baratos mediante grandes facilidades de transporte para importar y para exportar de la fábrica al propio país y fuera de él.

La industria no puede estar localizada en los yacimientos, porque en general necesita ser alimentada de muy diversos materiales complementarios y a ella han de concurrir y de ella han de radiar los transportes en las mejores condiciones posibles de tráfico; si además media una labor de habilidad y acierto para elegir mercado remunerador por sus condiciones aduaneras y monetarias, podremos conseguir fabricar mercancía de lucha en el mercado exterior: el comercio y la producción crecerán y la red de caminos de hierro y navegación aumentarán paralelamente.

Tenemos en vía férrea:

Vía normal, 11.466 kilómetros.

Idem estrecha, 3.510 ídem.

Total, 14.976 ídem.

En 1909 teníamos 1.998 locomotoras (vía normal).

Idem 535 íd. (vía estrecha).

Total, 2.533 locomotoras.

En 1909 teníamos 4.908 vagones de viajeros (vía normal).

Idem 1.281 íd. (vía estrecha).

Idem 39.782 íd. de mercancías (vía normal).

Idem 10.307 íd. (vía estrecha).

Total, 56.298 vagones.

Material en cantidad muy pequeña, porque sólo venimos a tener una locomotora por cada 6 kilómetros de vía y por cada 8.000 habitantes, y un vagón por cada 266 metros de vía y por cada 355 habitantes, mientras que Francia tiene una locomotora por 4 kilómetros vía y 3.000 habitantes y un vagón por 139 metros vía y 102 habitantes.

Nosotros necesitábamos tener para igualar esta proporción, atendiendo sólo a la densidad de la red, 3.744 locomotoras y 107.000 vagones, y en correspondencia a la población, que es la verdadera madre del trabajo, 6.666 locomotoras y 294.000 vagones. Tengamos en cuenta que cada español en el estado actual de nuestra industria, agricultura y comercio, produce a los ferrocarriles un tráfico de 1,5 toneladas al año y cada francés 4,5 toneladas anuales; con esta potencia generadora echaríamos nosotros sobre los ferrocarriles 90.000.000 de toneladas anuales, pero como no alcanzamos tal vigor, enviamos sólo de 30 a 35 millones de toneladas (1); sin olvidar que no tenemos red fluvial ni gran tráfico de cabotaje.

Respecto a las tarifas, son caras en tiempo normal, precisa un estudio serio para favorecer el comercio y la industria.

No contamos con medios propios bastantes en la industria para fabricación intensa de locomotoras y vagones, ni aun para el material fijo; en automóviles empezamos ahora a fabricar algo.

Nuestros medios de transportes marítimos eran:

En 1914, 628 barcos de vapor con 844.322 toneladas.

Idem, 236 íd. de vela con 32.970 ídem.

En 1918, 495 íd. de vapor con 749.548 ídem.

Idem, 85 íd. de vela con 31.209 toneladas.

Estamos en cantidad de barcos en Europa, por debajo de Inglaterra, Alemania, Noruega, Francia, Italia, Holanda, Rusia y Suecia, esta última con 945.000 toneladas.

El apoyo a la marina propia es indiscutible: pagar fletes a barcos extranjeros es fomentar el desarrollo naval y comercial suyo; la ausencia o rara presencia de nuestro pabellón en los puertos extranjeros, nos declara extraños en todas partes; nadie nos conoce por comerciantes. El transporte por mar ha cambiado en el transcurso de un siglo: las líneas del extremo Oriente que se hacían pagar en 1860 por tonelada de mercancía 1.000 francos, fueron bajando las tarifas ante la progresiva concurrencia de la flota, hasta llegar a 68 francos en 1906; así es que mientras antes no se transportaban por mar más que efectos de poco peso y volumen, especies, sedas, telas, café, etc., hoy llevan los barcos una enorme carga

(1) Según datos de 1918 adquiridos recientemente (*Anuario* último de ferrocarriles), alcanzamos la cifra de 2.731 locomotoras y 66.360 vagones en 15.614 kilómetros de vía férrea, lo que apenas altera los términos de la cuestión, ya que resultaríamos con una locomotora por cada 5,7 kilómetros y un vagón por 235 metros, y para guardar la proporción francesa en los 15.614 kilómetros, necesitaríamos 3.903 locomotoras y 112.329 vagones.

de materiales y productos pesados: carbones, algodón, efectos de todas clases, maquinaria, etc., lo que ha traído un aumento grande en las dimensiones de los navíos y consecuentemente la necesidad de una continua obra en los puertos, incesantemente ensanchados, aumentados de profundidad y equipados con material de descarga y carga, almacenes, etc.; además, con el aumento de tráfico marítimo los puertos necesitan una red de ferrocarriles a su espalda que alimente y evacue el puerto con una potencialidad, por lo menos, igual a su movimiento máximo mensual, cuya obligación requiere un estudio racional de la carga y descarga.

El tráfico por vía fluvial es muy interesante, porque es el mejor recurso para el transporte a precios bajos; de su extensión y acertada ramificación depende el conseguir a poco coste los elementos base, de la industria y de la agricultura, sin cuyo requisito no hay industria posible ni producto agrícola exportable, porque con precios altos no es posible la concurrencia; es cuestión importantísima y aun quizá vital para nuestra prosperidad.

No ignoramos que la naturaleza de nuestros ríos plantea el problema en condiciones poco gratas, pero hay que estudiarlo alguna vez, para saber, por lo menos, todo lo que sería factible hacer: planear la red fluvial posible en nuestro suelo sin intento ni proyecto de ejecución de obras, un tanteo hidrológico de la posibilidad de una red más o menos densa, para no poder escudarnos con la imposibilidad de todo intento por nuestro régimen hídrico y por las condiciones topográficas.

Todo lo que no sea trazar un plan de red general será estéril, porque quedarán los intereses locales sin sumarse con el general y muy difícil luego deshacer lo hecho y luchar contra los intereses creados; además, en esta cuestión, creo yo, que el país está falto de toda orientación; a estas fechas, me parece a mí, que no se sabe si es prácticamente posible y en qué medida lo será el establecimiento de una red fluvial, sin atentar a los riegos y fuerza hídrica.

Convendría estudiar un programa de restauración de nuestra red de ferrocariles, apoyándolo el Estado con el dinero necesario, para hacerlo escalonado en dos o tres quinquenios; pero entretanto pudiera activarse el movimiento y el tráfico por medio de automóviles que, aparte el breve tiempo de establecimiento y escaso coste, resolvería por ahora en la iniciación de nuestro despertar, el problema de la población rural y el del campo, y la misma intensificación del tráfico en cada ramal traería la solución más apropiada para el porvenir. Un servicio de automóviles

para pasajeros, asociado a camiones automóviles para mercancías y bien enlazado con los ferrocarriles actuales, es probable que fuera el empuje inicial vigorizador de la producción, del tráfico y de la industria. Propaguemos la idea de la difusión de comunicaciones; estúdiese el problema por organismos adecuados, haciendo cálculos aproximados sobre intensidad del tráfico y rendimiento del capital empleado para atraer al dinero hacia la empresa, apóyese por el Estado viendo si convendría conceder exención aduanera aparte del material necesario. Creo que como decíamos en la red fluvial, debía hacerse un plan general de derivaciones de la red ferroviaria existente, por automóviles, tranvías, etc., atendiendo las zonas que más lo necesiten y que más convenga vigorizar por su riqueza, y en cada ramal, podría hacerse, mediante investigaciones detenidas, cálculos sobre intensidad del tráfico, tarifas (baratas), etcétera, para el balance aproximado y presentación del problema financiero y de los beneficios del capital; y dar a todas estas cuestiones una publicidad intensa y tenaz, muy seria y sincera, para ilustrar la opinión y sacar al dinero de su inercia estática.

Intensifiquemos el tráfico por estos medios provisionales, ya vendrá por sí sola la exigencia de ramales ferroviarios.

También convendría que se estudie y proponga algún medio que haga posible implantar servicios de navegación aérea para intensificar el uso de aparatos de todas clases y, por consiguiente, la industria aeronáutica; que al mismo objeto se organicen concursos con premios y se instituyan también auxilios y premios para los inventos; y que al propio tiempo, sería conveniente se determinaran por el Ministerio de la Guerra el número y clase de los aparatos que crea necesarios para su misión. Aquí recordaremos lo que se dijo en industrias metalúrgicas y siderúrgicas respecto al estímulo para crear tipos propios, y quizá convendría que esta rama tuviera ingenieros especialistas y competentes, maestros de obras y taller, también especialistas.

La mejora y extensión de nuestras comunicaciones pudiera, además de los beneficios que tuviese por el aumento de tráfico de mercancías y el consiguiente de viajeros, alcanzar un mayor rendimiento por un bien entendido y orientado turismo.

Análogas necesidades, razones y procedimientos, deben seguirse para el estudio del problema de nuestras líneas de navegación en consonancia a nuestro tráfico exterior y de cabotaje y en relación a nuestra red ferroviaria.

CONCLUSIONES

a) Que se estudie por una comisión la red principal actual y los complementos necesarios, y que se esbocen los ramales secundarios más importantes. (Hay algunos estudios pubicados.)

Que se estimule a la industria a proyectar redes complementarias y que se apoyen, si es preciso, por el Estado.

b) Que se vea si es conveniente complementar, por ahora, la red con automóviles de viajeros y mercancías.

c) Que se haga un estudio de revisión de las tarifas de ferrocarriles, para ver si puede abaratarse, sobre todos los precios de mercancías.

d) En los ramales indispensables se recurrirá al sistema más económico de ferrocarril o mejor al servicio por automóviles o tranvías, esperando así que se provoque el desarrollo del tráfico para la aplicación del sistema más adecuado.

Que se estudien las tarifas de estos medios complementarios armonizadas con los de los ferrocarriles, sobre todo las de tercera clase y mercancías, y que rápidamente se mejoren o modifiquen los caminos necesarios para estos servicios.

e) Se deberán conceder con preferencia, y aun favorecer con subvención, las comunicaciones que sean prolongación o derivación de las existentes, y rechazar aquéllas que no obedezcan a una necesidad real o sólo traten de abreviar algunos recorridos en competencia con las líneas existentes.

f) Que se vea el modo de iniciar la tracción eléctrica.

g) Estudio de los puertos para ampliación y dotación de obras y efectos complementarios (máquinas, tinglados, almacenes, etc., con arreglo al movimiento mensual o semanal, o como se plantee). Atracción del capital mediante estudios concretos por los organismos oficiales.

h) Que se active la aprobación de los proyectos de puertos ya presentados.

i) Que se provoque una conferencia entre las Sociedades de ferrocarriles y navegación para atenderse las peticiones mutuas y de interés general.

j) Que se haga un plan de red fluvial o un tanteo y que se divulgue para que la industria y el comercio puedan apreciar la ventaja y asociar capitales.

k) Que se inicie la navegación aérea, estableciendo servicios postales, y que por concursos y premios se estimule a los inventores.

m) Que se vea el modo de fomentar la industria aeronáutica.

n) Atraer al capital para el aumento de la flota mercante, concediéndole ventajas excepcionales y fijándose por una comisión el precio de los fletes.

o) Que a las Empresas que deseen construir ferrocarriles industriales se las favorezca, concediéndoles preferencia y ventajas en la explotación minera e hidráulica de las zonas de terreno próximas, en una extensión a graduar según la importancia de la concesión.

La población y la mentalidad industrial.

Nuestra población industrial alcanza las cifras siguientes:
Extracción de mineral, 115.443 varones.
Idem de íd., 2.740 hembras.
Industrias diversas, 767.528 varones.
Idem íd., 173.085 hembras.
Total, 1.031.411 obreros.
(Datos del Instituto Geográfico y Estadístico, 1918);

o sea el 5 por 100 de la población total; proporción que podrá estimarse, sabiendo que en Bélgica la población obrera representa casi el 30 por 100 de su población y un poco menos en Alemania y Suiza, y en Italia es algo más del 6 por 100, o sea 2.274.400 obreros. Convengamos en que dedicarse sólo el 5 por 100 de nuestros brazos a la labor industrial, es poco, es una nueva ratificación del grado de anemia industrial del país.

En talleres mecánicos (maquinaria y otras construcciones) tenemos empleados unos 15 a 20.000 obreros (1), o sea un 2 por 100 escaso de la población industrial, cuando en los países industriales oscila esta proporción entre el 50 y el 60 por 100.

Este raquitismo en la población industrial debe hacernos también pensar en la repoblación general; mientras tengamos de 39 a 40 habitantes por kilómetro cuadrado, no seremos nadie ni industrialmente ni como potencia bruta: hay que favorecer la fecundidad por leyes protectoras, hay que tener muchos hijos para poder hacer muchos hombres; pero educándolos para hombres fuertes, audaces, emprendedores, perseveran-

(1) Este dato se ha tomado sumando los obreros de las fábricas y talleres dedicados a *maquinaria y construcciones mecánicas*, datos algo inciertos, porque en muchas fábricas dedicadas a elaboraciones de carácter general está englobado el personal obrero y no se sabe la parte de la fábrica que se dedica a talleres mecánicos; de todos modos en el cálculo apreciando una proporcion del personal, seguramente hemos pecado por exceso.

tes, reflexivos y disciplinados; apuntalar por ahora la ruina de la raza, desde la niñez, con otros rumbos educativos, para poder construir más tarde armaduras fisiológicas, duras y resistentes, prohibiendo el trabajo intelectual exagerado y abstracto de los niños y equilibrando la jornada escolar con juegos sanos al aire libre en todo tiempo, con calor y con frío, para dar temple al organismo; juegos donde se cultive la audacia, el arrojo, la fortaleza, para sembrar la semilla de una raza fuerte, atrevida y emprendedora; crear, en una palabra, tipos de voluntad, tenacidad, energía y carácter: hombres. Quizás convenga pensar la edad a que deben empezar los jóvenes a dedicarse a estudios superiores, muchas veces comenzados prematuramente con grave perjuicio de su desarrollo físico; también debe ser motivo de reflexión el organizar bien las materias de primera enseñanza, que es la base de todo, con textos muy elegidos o creados por concursos, haciendo los textos obligatorios por provincias, regiones, o como mejor se entienda este problema, que es capital en la primera enseñanza.

Un vistazo sobre nuestra instrucción superior profesional señala el mismo grado de desnutrición industrial en las jerarquías técnicas, pues tenemos en las Escuelas de Ingenieros industriales y de minas, el número de alumnos siguiente:

Curso de 1916-17.	Alumnos.	Títulos expedidos
Ingenieros industriales.....	2.011	44
Idem de minas.....	51	14
TOTAL.....	2.062	58

que viene a ser 0,1 por 1.000 de la población total, mientras Italia que no puede tomarse como tipo de nación industrial y aun Francia a quien se venía notando una iniciación de decadencia, tenían respectivamente 0,6 y 2 por 1.000. Alemania y Bélgica, figuran con un 8 a 10 por 1.000, y Suiza, con el 13 a 14 por 1.000.

Bien sé que no se puede pretender que el elemente joven acuda a las aulas industriales en busca de unos conocimientos que le suministren un dudoso y aun minísculo porvenir económico y que por tanto subsistirá esta falta mientras la industria con sus necesidades y sus beneficios no llame al estudiante a sus centros de instrucción; pero de todos modos, creo yo que señala el ambiente del país, porque a otras carreras de ren-

dimientos económicos muy problemáticos acude en gran número la juventud española, algunos sí a luchar bravamente por la vida, pero otros muchos que ya cuentan con armas bastantes para vencerla no van allí por la utilidad económica que pueda reportarles, sino por la social, porque la categoría de clases está hoy así constituída. En el mismo curso (1916-17), había matriculados en derecho, 17.417 alumnos, y se han despachado 982 títulos: si una parte de esta masa joven, activa y emprendedora, en que muchos cuentan con elementos propios, con capital, acudieran a los centros industriales, es posible que cambiara el ambiente de la Nación; es posible que el dinero se hiciera más valiente y hasta acometedor. En Italia encuentran que producen poco técnico-industrial y que tienen abundancia de otros elementos, porque producen anualmente, 1.800 abogados, 600 médicos y 500 ingenieros, para 36.000.000 de habitantes; nosotros producimos, anualmente, 982 abogados, 850 médicos y 175 ingenieros (caminos, minas, agrónomos, montes e industriales), para 20.000.000 de habitantes.

Envuelta la masa del país en otra cultura media de distinta clase que la actual, ¿quién sabe si cambiarían las orientaciones?; el conocimiento de las cuestiones industriales y financieras y del funcionamiento económico y social del mundo actual, por los hombres que con sus estudios y su fortuna alcanzan categoría técnica, social, económica y política, tendría una gran influencia sobre el país; el equilibrio cultural nuestro, estaría sostenido por una composición de fuerzas profesionales, distintas de las de hoy, y como consecuencia, los organismos políticos serían de otra contextura técnica, quizás más apropiada para luchar con hechos y no con palabras, y poder guiar a un pueblo por el camino del trabajo inteligente y del comercio, que son la fuente de la economía social.

Cuanto más se reflexiona sobre este punto, creo yo, que se siente más la importancia de su influencia, y concurrentemente dentro del campo exclusivamente técnico, quizás conviniera reorganizar toda la enseñanza científica e industrial, pues esta última ha de vivir si ha de ser fuerte ecuánimemente apoyada por la ciencia; pero por ciencia positiva. Toda la enseñanza en las escuelas profesionales técnicas, de todas las ramas de la ingeniería, ha de orientarse decididamente hacia fines realmente prácticos, promoviendo al mismo tiempo una revolución lo antes posible, desde la primera enseñanza hasta la más superior, llevando gradualmente la mentalidad del estudiante hacia rumbos hasta ahora poco explorados por nuestra juventud, desterrando todo lo antiguo e ideológico y formulístico, y pensando siempre en la vida real, estudiando el funcionamiento del mundo para crear gente eficiente para la industria y el comercio; variando los métodos de enseñanza y marchando hacia la es-

pecialización, porque la generalización está demostrado que no es buena; hay que dejarse estudiar para todo (1).

Otro asunto bastante revelador de nuestra idiosincracia especial en materia industrial lo señala el número de patentes de invención anuales: en un promedio de siete años (1911-17), resultan inscriptas anualmente, 2.074 patentes (que suponiendo sean todas de españoles, datos que no he podido averiguar), suponen la reunión de 10.000 ciudadanos nuestros para producir una patente, lo que indica la escasa energía mental de aplicación que tenemos en activo; en otros países industriales, las patentes se cuentan por centenares de miles, y hasta en Italia, país que trabaja para subir, están en la proporción de 4 por 1.000.

CONCLUSIONES

a) Recargar en las Universidades y Escuelas superiores los derechos de matrícula, examen, etc., de los alumnos que pierdan uno, dos, etc., cursos, con una cantidad que siga progresión creciente geométrica. Entendiendo por perder un curso no aprobarlo completo, entre los exámenes ordinarios y extraordinarios, salvo enfermedad justipreciada.

El título correspondiente a la profesión se recargaría también sobre los derechos normales, proporcionalmente al número de asignaturas repetidas.

Con estos recursos extraordinarios, crear *becas* para que puedan seguir una carrera los niños o jóvenes dignos de ayuda, que no pueden hacer estudios superiores por escasez de recursos.

b) Estudiar bien las edades a que deben comenzarse los estudios de segunda enseñanza y los superiores.

c) Obligar en los colegios a montar juegos al aire libre: *foot-ball*, juego de pelota (que es muy español, etc., etc.) Que los gimnasios se multipliquen en las Escuelas de primera enseñanza.

d) Favorecer el aumento de población auxiliando a las familias numerosas, con ventajas de orden económico, en las Escuelas, Institutos, Universidades, y con trabajo a los que se dediquen a profesiones manuales, estableciendo el Estado un acuerdo con la federación patronal.

e) Estimular al inventor con premios pecuniarios y con una legislación beneficiosa sobre patentes.

f) Crear escuelas-talleres por el Estado donde se enseñe el aprendizaje de los oficios más necesarios a la industria.

(1) Se olvida frecuentemente que la vida es breve y el cerebro de capacidad limitada; querer llenarlo a presión es preparar a la ignorancia su mejor escusa. (M. Bouasse. *Preface mecanique experimentale.*)

III

Conclusiones generales.

Yo he terminado el desarrollo de las cuestiones que a vuela pluma traté de diseñar, sin más objetivo que el expuesto en el exordio. Mi voz pidiendo industria, agricultura y riqueza, sólo se lamenta de no haber podido emitir un *aluvión* de soluciones tan claras, sencillas y certeras, que fueran capaces de romper el equilibrio estático del dinero español, que es en fin de cuentas quien ha de ser el motor y acelerador de esta campaña; pero ya advertí, que esto no era plan, sino un apuntamiento, al que había de dispensarse el atrevimiento, en gracia a la intención.

El gran ploblema de nuestra economía, que tantos otros abarca, merece una atención extremada y ha de necesitar seguramente ser tratado por una organización de especialistas. Podría hacerse algo parecido a lo hecho en Italia: constituir un Consejo (u órgano análogo, que el nombre no lo discuto) de especialistas, presidido por una personalidad capaz de dar unidad de dirección y armonía y homogeneidad al trabajo; dividirlo en tantas secciones como problemas se consideren (metalurgia, combustibles, ferrocarriles, movilización, etc.,) y encargarse cada una de analilizar la cuestión a ella sometida. Para mayor eficacia en la orientación del trabajo, cada sección pudiera planear un *programa mínimo urgente* y *otro mínimo menos urgente*, en un plazo breve prudencial, al objeto de discutir, solucionar y poner en marcha el primer plan lo antes posible y después el segundo en plazo racional; *otro programa máximo* dispuesto por grados, con el orden de prelación, para realizarlo en períodos sucesivos, ampliando los *mínimos* o implantando elementos nuevos.

Reunidos todos los trabajos, recibidos en la Presidencia, a medida que se fueran produciendo, se discutirían los enlaces de relación que fueran necesarios, y fundidos todos los proyectos se constituiría el *plan mínimo urgente de nuestra economía nacional*, e igual sistema se seguiría para los planes de las otras categorías presentándolos sucesivamente a los Poderes públicos.

Sea éste u otro el procedimiento, algo hay que hacer, y para hacerlo hay que organizarse: antes precisa una estrecha unión que nos dé masa, y constituída ésta, tratar de conseguir velocidad y dirección, con lo que obtendremos la cantidad de movimiento y la fuerza viva necesaria para romper los moldes viejos y los procedimientos caducos en que venimos flotando, sin navegar.

En Alemania, se pensaba crear un Ministerio de la Economía Nacional, con su Estado Mayor general económico (creo se ha llegado a constituir), que tendría a su cargo: medidas de protección de los trabajadores, institutos de previsión, condiciones de marcha del trabajo y cuestiones de política social, la parte económica de la movilización industrial, los sindicatos obreros, la navegación marítima y fluvial, las pesquerías, la biología agrícola y forestal, la política comercial, las cuestiones económicas, industriales y agrícolas, las medidas de guerra de orden económico, las represalias, las cuestiones aduaneras, los impuestos, las exposiciones, la estadística general y las especiales de la rama económica.

Este Ministerio con su Estado Mayor organizará la invasión de los mercados extranjeros con rumbo y plan armónico y disciplinado. Se dice que se nombrarán agregados comerciales, que estudien y sigan la marcha del comercio y producción mundial.

Además, han constituído un crecido número de Institutos destinados a suministrar base científica al progreso de la industria nacional, se ocupa cada uno de una especialidad: combustibles, electricidad, electrometalurgia, industrias textiles y sus derivados, etc., etc.; se les ha concedido una subvención anual de unos 100.000 marcos.

El Instituto de Estudios siderúrgicos ha sido ampliado para experiencias sobre todos los metales e independiente de la subvención oficial, se le ha otorgado, por parte de los industiales, una 250.000 marcos.

Se acaba de fundar una Sociedad de Experiencias sobre métodos científicos de trabajo y de explotación de todos los productos; que se propone la creación de un material perfeccionado y la orientación general para explotar todos los progresos técnicos en los procedimientos de fabricación. El Gobierno ha puesto a disposición de esta Sociedad, los laboratorios y campos de ensayo de la Escuela Técnica Superior, de Charlottemburg.

El hecho es que no se descansa, que por todas partes se ingenian y luchan por la misma cuestión.

No he propuesto en ningún caso la emisión de empréstitos por el Estado, porque considero que los grandes empréstitos pueden ser origen, en los momentos actuales, de serias perturbaciones nacionales, si la tributación que corresponde al país para el pago de los intereses, no se orienta en forma tal, que no cargue más sobre los infinitesimales recursos de la clase obrera, empleados y clase media en general, ni encarezca las subsistencias por aumento de tributo a las ramas de Industria y Comercio que trabajan y trafican en los materiales de la alimentación, del vestido y del calzado.

Sería difícil que el pago de intereses (nuevo gasto para el país) de los empréstitos que se hicieran no refluyera sobre el coste de la vida, sobre todo en los primeros años en que el capital no produce, y entonces la emigración y el malestar general de la clase que estudia, trabaja y produce, sería una pérdida de energía y un coeficiente de rozamiento duro, que no solamente restaría al dinero el rendimiento debido, sino que nos precipitaría a una mayor pobreza.

Agréguese a esto la lucha entre el capital y el trabajo planteada en términos poco conciliables con el bien general y dígase si con todos estos factores negativos puede obtenerse algo positivo.

El capital ha de ceder de buen grado ante pretensiones justas y equitativas, y el trabajador aumentará su bienestar en el mejor equilibrio de los beneficios y en una mayor riqueza en el país; sin esta armonía, disminuirá la cantidad de producción y la perfección de ella, el encarecimiento de la vida aumentará, y en esta atmósfera disolvente desaparecerá la semilla de nuestro resurgimiento industrial.

Para vivir bien, es preciso que la «Sociedad España» prospere, y esto no podrá ser mientras todos los *accionistas, consejeros y empleados,* hijos de esta gran Patria que debemos amar, no nos inspiremos en un alto espíritu de aplicación, trabajo y altruismo que ahogue todo germen egoista. Si fructificara la teoría de anular el premio al mérito, a la habilidad y a la aplicación en el trabajo, su acción sería funesta para la humanidad.

El mundo ha llegado a un estado tal de necesidades para su vida, que sus exigencias no se pueden satisfacer sin una industria potente, ya sea propia o extraña: hemos entrado en una fase de la civilización que bien puede titularse la *edad de la industria,* y aquellos países que no se dan cuentan de la situación, les ha de ser cada día más difícil adquirir capacidad industrial, porque los pueblos más adelantados se lanzarán sobre ellos y en su voracidad—industrialmente hablando—, devorarán sus materias primas, los recursos de su suelo y subsuelo y el dinero, y más tarde quizá la independencia.

El mundo se industrializa y en el *campo de fuerza* de la industria se ha de mover la política de las naciones que quieran ser algo; por eso la influencia del ingeniero y del técnico en la vida política tiene que aumentar, porque sólo ellos pueden guiar a la sociedad en esta lucha de que depende la prosperidad o la esclavitud económica de un pueblo. Pero es preciso no dormirse, que el tiempo apremia y las ideas vuelan inactivas, si no se las sujeta con mano firme y hábil y se las dirige certeras; debido a nuestra idiosincracia especial que parece flota y se respi-

ra en todas las Escuelas de Ingeniería, salimos demasiado inocentes de la vida real, sobradamente tímidos y excesivamente modestos; encastillados todos en nuestras modestas torres del trabajo no hemos querido cultivar más campo que el del *alfa* y el *omega*, por eso los adelantos técnicos que tanta gloria y dinero han producido al mundo, no nos han hecho medrar en la vida social ni en la económica; la gran transformación de todo el sistema político social nos ha de negar todo, si ve que nada hemos hecho por ello.

Estamos en un momento crítico, en que se juega quizá el porvenir del país; han de transcurrir días emocionantes antes de conseguir la alianza del capital y el trabajo, unión necesaria para una labor fecunda; todos, todos, debemos acatar el principio de que los intereses de la colectividad son los primeros; los intereses particulares deben dejar libre el paso al interés general y esta norma moral ha de guiar, lo mismo al ciudadano que al gobernante.

Yo quiero creer que a pesar de esta zozobrosa situación, estamos en el comienzo de una era de prosperidad y bienestar. Amén.

ÍNDICE

	Págs.
Preámbulo	5
I.—Elementos que principalmente influyen en la vida económica de un país	6
II.—Estado actual de algunas ramas de nuestro organismo industrial y orientaciones que pudieran convenir	8
Metalurgia y siderurgia	15
Energía hidroeléctrica.—Industria	25
Industrias químicas	35
Comunicaciones	41
La población y la mentalidad industrial	46
III.—Conclusiones generales	50

ENSAYOS ABREVIADOS DE "HELADICIDAD,,

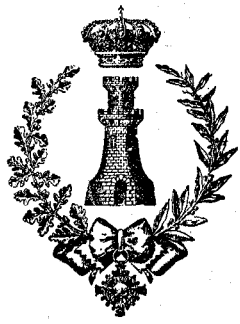
LABORATORIO DEL MATERIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO

ENSAYOS ABREVIADOS DE "HELADICIDAD,,

COMUNICACION PRESENTADA AL

PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA

CELEBRADO EN MADRID EN NOVIEMBRE DE 1919



MADRID.—IMPRENTA DEL «MEMORIAL DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO».-1921.

Digresión lingüística.

Comenzaremos nuestra tarea pidiendo perdón a los oyentes por el empleo de un neologismo evidentemente atrevido: heladicidad. Existe, y es castizo, el adjetivo correspondiente; pero derivar de heladizo heladicidad es así como llamar quebradicidad a la fragilidad, tornadicidad a la veleidad y caedicidad a la caducidad. Ventilen esta cuestión, si les place, los académicos; nosotros, si lo fuéramos, quizá osáramos proponer la palabra *gelidez* en sustitución de *heladicidad.* No se nos oculta que tal vocablo ha sido ya anexionado por los poetas, ni tampoco que sería tachado de galicismo, por su semejanza con *gélivité;* a lo primero contestaríamos que tal asociación de ideas debe sernos grata a los ingenieros, acusados, casi siempre justamente, de espíritus prosáicos, y a lo segundo, que la palabra propuesta es de puro abolengo latino y puede, por tanto, figurar dignamente en el vocabulario de un idioma que, por su estructura y fonética, se aproxima más que otro cualquiera de los modernos a la lengua del Lacio.

Y acallado este pequeñísimo escrúpulo de lexicografía, haremos ya uso sin empacho de esa palabreja que, a falta de propiedad y estética, posee dos cualidades: brevedad, puesto que con una sola palabra expresa un concepto que requería antes cuatro, y claridad, porque todo el mundo la entiende, incluso los que la oyen por primera vez. Ignoramos quién sea el progenitor de la contrahecha criatura; pero no podemos negar que el advenimiento de ésta era necesario, como lo prueba su extendida adopción entre técnicos y profanos. Sospechamos que la propia Academia Española no podría ya enderezar el entuerto y que estamos condenados a *heladicidad* por los siglos de los siglos.

***

I.—ANTECEDENTES

Ante el Congreso Internacional de los Métodos de Ensayo de los Materiales de Construcción, reunido en París del 9 al 16 de julio de 1900, fué presentada una comunicación por el entonces coronel de Ingenieros

D. José Marvá y Mayer, cuyo título era: *Sur quelques détails d'exécution des épreuves de gélivité des pierres* (1). La edición española apareció más tarde, en 1902. En este trabajo, motivo por entonces de viva controversia, tras de una noticia preliminar relativa a los procedimientos de ensayo de *heladicidad* entonces admitidos y de una copiosa acumulación de datos relativos a los procedimientos de desecación, imbibición y congelación, llega el autor a las conclusiones que extractamos:

DESECACIÓN.—Las piedras serán desecadas en una estufa a 60° C hasta conseguir un peso constante con ± 0,1 gramo de tolerancia, dato que deberá comprobarse en dos pesadas sucesivas.

IMBIBICIÓN.—Se sacarán los dados de la estufa y se llevarán a un recipiente, en el que se enrarecerá el aire hasta que el manómetro indique una presión de 60 milímetros de mercurio; se dejará entrar agua destilada hasta la inmersión total de las piedras, manteniendo la presión de 60 milímetros durante treinta minutos más. Seguidamente se restablecerá la presión atmosférica y se retirará la piedra del recipiente, sumergiéndola en agua destilada durante el tiempo necesario para que dos pesadas sucesivas, efectuadas con intervalo de seis días, no acusen incremento de peso superior a 0,1 gramo.

CONGELACIÓN.—Se introducirán las piedras en las cámaras de aire del refrigerador cuando la temperatura de éste sea algo inferior a 0 grados y se hará marchar la máquina hasta obtener la temperatura de — 15° C, manteniendo la cámara entre — 15° C y — 10° C durante doce horas. Después de este tiempo se retirarán los ejemplares del refrigerador, exponiéndolos al aire de la habitación durante media hora y sumergiéndolos después en agua destilada a + 15° C durante dos o tres horas. Esta operación de congelación y deshielo se ejecutará veinticinco veces.

CONGELACIÓN ABREVIADA.—Las pruebas descritas son demasiado lentas, y sería conveniente acelerarlas. A este fin, si se dispone de una máquina frigorífica, se introducirán los ejemplares, saturados previamente de agua del modo ya explicado, en la disolución salina incongelable que circula alrededor de las cámaras de aire. Si las piedras resisten dos inmersiones de cuatro a seis horas en *salmuera* cuya temperatura esté comprendida entre — 10° C y — 15° C, se puede afirmar que no son heladizas. Antes de proceder a la segunda inmersión, es indispensable lavar perfectamente el ejemplar y sumergirlo durante seis días en gran volumen de agua, para que la sal absorbida se disuelva completamente. Si la piedra no resiste este ensayo, no por eso dejará de practicarse el ordinario.

(1) París. Vve Ch. Dunod, editor.—49, Quai des Grands-Augustins. 1901.

El problema de la resistencia de las piedras naturales a la intemperie había sido propuesto en el Congreso de Zurich en 1895 con otros varios, al examen de la Asociación Internacional para el Ensayo de Materiales, la cual designó para su estudio una comisión, en la que figuraban, entre otras personalidades notorias, Hanisch, Gary, Hirschwald y Leduc. Este último, jefe de sección en el laboratorio del Conservatorio de Artes y Oficios de París, sometió el resultado de sus observaciones al V Congreso de la Asociación, reunido en Copenhague en 1909. Su trabajo tiene este título: *Sur la détermination de la gélivité des pierres* (1). El autor explica sus propósitos en estas palabras:

«En la comunicación del Sr. Marvá y Mayer sobre *heladicidad* de las piedras, que más arriba hemos citado, se hace constar que no existe acuerdo sobre el procedimiento de desecación, sobre la imbibición, ni aún, añadiremos, sobre la congelación, ni el procedimiento para el deshielo.»

«Con la intención de ayudar a deducir los principios de un método de ensayos, hemos sometido un número bastante grande de piedras (31 clases) reconocidas en la práctica como no heladizas, poco heladizas y heladizas, a diferentes ensayos de *heladicidad,* en los cuales hemos hecho uso de diferentes procedimientos de inmersión y congelación.»

Las palabras del coronel Marvá, incompletas y no muy fielmente citadas, eran éstas, que reproducimos en su integridad, porque definen expresivamente las deficiencias de procedimiento entonces existentes, que en gran parte subsisten todavía y señalan, por consiguiente, la ruta que convendría seguir para eliminarlas: «Las citadas reglas» (de las conferencias de Munich, Dresde y Berlín, del Laboratorio de Zurich y del de Puentes y Caminos de París) «no son todo lo precisas que fuera de desear, pues ni se determina cuál es la temperatura más propia para la rápida y completa desecación de las piedras ni, al resolver que las piedras han de ser sometidas a la congelación cuando estén saturadas de agua, se especifica cuál sea este grado de saturación, ni aún se hace mención de los procedimientos que deben emplearse para obtenerla, así como de las causas que pueden ejercer influencia respecto a la cantidad total de agua absorbida.»

»Finalmente, tampoco se concretan los medios para producir la congelación, la influencia que tienen los distintos procedimientos de saturar de agua las piedras, la duración de períodos de congelación, el número de éstos y algunos otros detalles de ejecución.»

»Son, éstos, importantísimos problemas de detalle que debieran resolverse, si se quiere dar a los ensayos de resistencia a los efectos de las he-

(1) H. Dunod & E. Pinat.—49, Quai des Grands-Augustins. París. 1909.

ladas toda la precisión necesaria para conseguir uniformidad en los resultados y la mayor rapidez posible en la ejecución de las pruebas.»

»De seguir indiferentemente uno u otro de los procedimientos ya expuestos, sin dar valor a la importancia de algunos detalles de ejecución de estos ensayos, se corre el peligro de llegar a conclusiones completamente contradictorias respecto al grado de resistencia de las piedras al helamiento.»

En su memoria estudia M. E. Leduc críticamente las pruebas de resistencia a las heladas existentes en 1909 y propone un método de ensayo acelerado que recomienda al Congreso para que sea examinado por investigadores de distintos países. El procedimiento que preconiza consiste en lo siguiente:

Los cubos de piedra de 7 centímetros de arista serán desecados a 100 grados centígrados hasta que su peso permanezca constante; los ejemplares serán colocados seguidamente en agua hasta una altura de dos 2 centímetros. A medida que el agua se eleva por capilaridad, se añade agua de media en media hora sin rebasar la línea marcada por la absorción. Cuando las piedras están completamente impregnadas se añade agua hasta cubrirlas y se pesan. En el caso de no ser visible la absorción o de que alcance la cara superior con excesiva lentitud, se cubrirán los ejemplares de agua a las ocho horas de haber comenzado la imbibición. Anotado al peso de las piedras, se colocarán de nuevo en el agua, completamente sumergidas, y transcurridas veinticuatro horas, se colocarán durante cuatro en una disolución de cloruro de calcio de 1,30 de densidad a temperatura de — 15° C, y después, durante otro tanto tiempo, en agua destilada a + 15° C. Seguidamente serán retiradas del agua y se anotará el estado en que se encuentran.

De la comparación entre las proposiciones Marvá y Leduc, relativas al ensayo acelerado de *heladicidad,* se deduce que la segunda es una modificación de la primera, y así lo manifiesta el autor en la página 6 de su memoria.

Diferencias entre una y otra proposición de ensayo acelerado.

Desecación.—Marvá propone la desecación a 60° y Leduc eleva esta temperatura a 100° para conseguir un resultado más rápido sin deterioro del material, pues la experiencia demuestra que esa temperatura no causa alteración en las piedras, que de ordinario se emplean para la construcción.

Respecto de este punto, hemos de decir que la temperatura de 60° fué fijada únicamente, por que con la estufa Frémy, de grandes dimen-

siones, utilizada por el coronel Marvá, no es factible alcanzar temperatura más elevada; pero, en la práctica corriente del Laboratorio del Material de Ingenieros, en años anteriores al del Congreso de Copenhague, se empleó siempre para la desecación de las piedras destinadas a ensayo, una estufa Wiesnegg a 100° C y sólo se recurrió a la de Frémy cuando la cantidad de materiales para ensayo era muy considerable.

Absorción de agua por depresión neumática.—Marvá propone que la piedra, retirada de la estufa, se lleve inmediatamente a la cámara de depresión, manteniendo la de 60 milímetros de mercurio durante treinta minutos, dando seguidamente entrada al agua en la cámara, hasta que la piedra quede sumergida y manteniendo después la depresión indicada durante treinta minutos más; se retirará entonces de la cámara el ejemplar sumergido dentro de su recipiente y se dejará en esa forma, expuesto a la presión atmosférica, hasta que dos pesadas sucesivas, con intervalo de seis días, no acusen incremento de peso mayor de 0,1 gramos.

Leduc mantiene también la presión de 60 milímetros de mercurio durante una hora, haciendo llegar gradualmente el agua, en vez de efectuarlo en una sola vez cuando han transcurrido treinta minutos desde que se inició la depresión; pero no emplea la imbibición por depresión para el ensayo rápido, sino la absorción gradual de agua a la presión atmosférica durante ocho horas, seguida de inmersión total, que se mantiene veinticuatro horas.

Congelación por inmersión en la salmuera.—Marvá prescribe la inmersión durante cuatro a seis horas a temperatura de —10° a—15°, que se reitera una vez si a la primera no se hiende ni altera en otra forma el ejemplar; entre la primera y la segunda prueba se dejará un plazo de seis días durante los cuales la piedra estará sumergida en gran volumen de agua, a fin de que la sal contenida en los poros se elimine casi totalmente por dilución.

Leduc propone una inmersión de cuatro horas a temperatura de —15° C y no repite la prueba. Haremos observar que la conservación de una temperatura invariable de —15° C es difícilmente realizable con una máquina frigorífica; sería preciso para ello asociarla con un termóstato que automáticamente pusiera el motor en circuito o lo retirara. Aunque el problema no ofrece dificultades insuperables, es muy dudosa la utilidad de su resolución en el caso presente, ya que las temperaturas atmosféricas están sujetas a continuas variaciones.

II.—PLAN DE OPERACIONES

Suscitada en el Congreso de París la cuestión de los ensayos abrevia-

dos de «helacidad», a consecuencia de los estudios efectuados en el Laboratorio del Material de Ingenieros por su ilustre director, es, por decirlo así, obligado, que dicho establecimiento haya continuado dedicando su atención al examen de las proposiciones que se refieren al problema de la «heladicidad» en general y especialmente al de las modificaciones a un procedimiento que en ese laboratorio tuvo su origen; entre esas proposiciones descuella la de M. Leduc, por su autoridad personal y por el prestigio del establecimiento en que ejerce sus funciones. El Laboratorio asumió, pues, la tarea de comprobar la mayor o menor eficacia de los ensayos rápidos de «heladicidad» comparada con la de los ensayos ordinarios, haciendo variar los distintos factores que influyen sobre el resultado de los ensayos y especialmente dos: la cantidad de agua absorbida y la temperatura de la disolución de cloruro de calcio a 25° Baumé en que se sumergen los ejemplares. Estos dos elementos habrán de ser empleados gradualmente de menor a mayor severidad, hasta conseguir que las piedras heladizas según el ensayo ordinario, lo sean también con el rápido.

En el ensayo ordinario de las piedras ha procurado el Laboratorio del Material de Ingenieros, en sus veinte años de existencia, ajustarse a las normas generalmente admitidas, sin más alteración que las sugeridas por la experiencia propia y ajena adquiridas durante ese tiempo. Examinaremos los diferentes puntos que comprende dicho ensayo.

Ensayo normal empleado en el Laboratorio del Material de Ingenieros.

1.° *Temperatura más propia para la rápida y completa desecación de las piedras.*—La de 100° durante veinticuatro horas es, en todos los casos, suficiente, puesto que pesadas las piedras después de ese tiempo y a las cuarenta y ocho horas, la diferencia es inferior a 0,1 gramos.

2.° *Grado de imbibición.*—El que se obtiene por una inmersión de veinticuatro horas en 2 centímetros de agua y veintiocho días de inmersión total a la presión atmosférica y también la que se consigue con la presión de 260 milímetros de mercurio durante quince minutos, estando la piedra sumergida en agua, seguida de siete días de inmersión total a la presión atmosférica. La presión de 260 milímetros fué prescrita en 1900 por la Comisión (francesa) de los Métodos de Ensayo, y empleada como queda dicho, da aproximadamente las mismas cifras de imbibición que las obtenidas por inmersión de cuatro semanas a presión ordinaria. (Véase el estado comparativo núm. 1 en el que aparecen ejemplares de 32

canteras distintas, tratadas por uno y otro procedimiento de absorción.) Cuando se aplican presiones menores de 260 milímetros aumenta la cantidad de agua absorbida, llegando a ser mayor que la obtenida por inmersión muy prolongada a la presión atmosférica. La comunicación del coronel Marvá presenta numerosos ejemplos de ello y de los efectos perjudiciales de esta mayor absorción. Es preciso, por tanto, no bajar de dicho límite, por que de otro modo, resultarían heladizas muchas piedras que en la práctica no lo son, ni aun conteniendo toda el agua que pueden absorber por una inmersión prolongada al aire libre.

3.° *Modo de producir la congelación.*—Se emplea una máquina frigorífica de cloruro de metilo, con la que pueden obtenerse temperaturas de — 23°, que es la de ebullición del éter metylclorhídrico, cuya fórmula es $C H_3 Cl$. Suponiendo una temperatura ambiente de + 20°, se alcanza la de —20° C en cuatro horas de trabajo. Las cámaras frigoríficas son cilíndricas, de 11,5 centímetros de diámetro y en ellas se introducen los ejemplares de ensayo en platillos superpuestos y unidos invariablemente por una armadura de latón.

4.° *Duración de los períodos de congelación y temperatura aplicada.*—Se ha adoptado la de cuatro horas, propuesta por la Comisión ya citada y suficiente para que los efectos de la baja temperatura se hagan sentir en el interior de la piedra. En cuanto a la temperatura, se ha adoptado la comprendida entre —15° y —10°; en Francia y Suiza se emplean temperaturas inferiores en 5°, es decir, comprendidas entre —15° y —20°, justificadas por las temperaturas ambientes, más bajas, en general, que en España.

5.° *Número de operaciones de congelación.*—No hay duda que para ponerse en condiciones verdaderamente naturales, será preciso reiterar la congelación y el deshielo, si no indefinidamente, un número de veces que equivalga a la acción atmosférica prolongada. Este número ha sido fijado en 25 por casi todos los laboratorios y en las normas de los distintos países. Es el adoptado también por nosotros.

6.° *Deshielo.*—Se efectúa, después de cada período de congelación, retirando los ejemplares de la cámara frigorífica y poniéndolos en cubetas de agua destilada (o del Lozoya, casi exenta de sales) a temperatura entre + 15° y + 25° C, en las cuales permanecen hasta el siguiente período de congelación, esto es, veinte horas cuando se hace una congelación diaria y ocho si se efectúan dos; en uno y otro caso, tiempo suficiente para el deshielo. Los ejemplares que antes de la 25ª operación presentan alteraciones muy visibles, son retirados y clasificados como heladizos.

7.° *Observación y juicio de los resultados.*—Después de las veinticinco operaciones de congelación y deshielo, las piedras que no han sufrido

alteraciones muy visibles son desecadas de nuevo a 100° durante venticuatro horas y pesadas, a fin de comparar ese peso con el primitivo; después se colocan nuevamente en las cubetas con agua a temperatura ambiente, y transcurridos uno o varios días se ensayan por aplastamiento. Esta última inmersión se practica a fin de comparar la resistencia de los ejemplares sometidos al ensayo de *heladicidad,* con la que acusan los que han estado en inmersión durante cuatro semanas; si se ensayaran los ejemplares desecados, su resistencia sería en muchos casos superior a la que presentan los *saturados* de agua y parecería que la acción del hielo los había fortalecido. En las piedras holocristalinas y, en general, en las que absorben muy poca agua, esa precaución es superflua. Las piedras que sufren una considerable pérdida de peso o disminución importante de resistencia, deberán ser estimadas como sospechosas de *heladicidad; temen las heladas,* según la expresión de Leduc, pero no son clasificadas como heladizas si no presentan alteraciones (degradación, desconchados, grietas, etc.) muy aparentes a simple vista.

Las pruebas normales de *heladicidad,* practicadas como hemos dicho en los párrafos anteriores, son consideradas por algunos técnicos, entre ellos Leduc, como excesivamente severas; según este autor, muchas piedras reputadas como *no heladizas* por los constructores y que como tales le fueron suministradas para sus ensayos, fueron retiradas de la cámara frigorífica sin haber sufrido las veinticinco congelaciones, y esto con sólo una semana de inmersión a presión atmosférica. Debemos hacer notar, sin embargo, dos circunstancias que *cualifican,* según la expresión inglesa, los resultados obtenidos por Leduc: primera, la posibilidad de que el testimonio de los constructores encargados del suministro no fuera del todo desinteresado; segunda, y muy importante, que las treinta y una clases de piedras ensayada por él son, casi sin excepción, de pequeña densidad aparente, gran porosidad absoluta (relación entre el volumen de huecos y el total) y gran porosidad relativa (volumen de agua absorbida en relación con el total); el pequeño margen que estas piedras dejan para la expansión del agua al congelarse, las constituye *à priori* en sospechosas de heladicidad. (Véase el estado núm. 2.)

La experiencia adquirida durante veinte años en este Laboratorio acredita que las normas en él adoptadas no son excesivamente severas, siempre que las piedras estén expuestas en tal forma a la acción de las lluvias que puedan absorber cantidades de agua que representen un valor aproximado al de su porosidad absoluta; pero si, por emplearse en interiores o en paramentos expuestos a las lluvias sólo por una cara, no pudieran absorber agua en la proporción dicha, no deberán desecharse aunque, por ejemplo, alguno de los ejemplares ensayados hubiera sido re-

tirado después de haber sufrido quince o veinte congelaciones. Los resultados que consignamos más adelante, obtenidos con ciento ocho clases de piedra, procedentes de todas las regiones de España, demuestran, a nuestro entender, que las condiciones del ensayo normal no pecan de excesivamente fuertes. Si al lado de las letras y números con que designamos las canteras figuraran los nombres de éstas, se vería que, invariablemente, las reputadas como no heladizas entre los constructores no experimentan alteración por el ensayo normal y que se rinden siempre aquellas que, por el contrario, se estiman generalmente como peligrosas; entre unas y otras hay muchas menos conocidas que deben ser juzgadas según los resultados de los ensayos, ya que la validez de éstos queda demostrada por los resultados obtenidos con las canteras, por decirlo así, notorias. El plan de nuestros experimentos se concretó a la comparación del ensayo normal con el rápido, aumentando las condiciones de severidad del segundo si se observan anomalías, esto es, forzando las cantidades de agua absorbida y el descenso de temperatura cuanto fuere preciso hasta conseguir que toda piedra incapaz de resistir victoriosamente el ensayo lento se rinda también en el rápido; de no alcanzarse esto, el ensayo abreviado no tendría valor ninguno.

Dicho plan fué, en consecuencia, el siguiente:

1.° Se pedirán a las comandancias de Ingenieros de las distintas regiones españolas de la Península y Baleares seis ejemplares de cada una de las canteras más conocidas en la región, incluyendo, además de las estimadas como buenas, las reputadas de heladizas; estos ejemplares habrán de ser cubos de 7 centímetros de arista, con las caras de lecho y sobrelecho labradas a cincel y las restantes con martillina.

2.° Los ejemplares recibidos se marcarán con números correlativos, destinando cuatro a los ensayos y reservando dos como muestra y para posibles pruebas ulteriores.

3.° Todos los ejemplares de ensayo serán desecados a 100° pesados, colocados en cubetas con agua destilada y sometidos a la presión pneumática equivalente a la de 260 milímetros de mercurio durante quince minutos, quedando después en inmersión durante siete días a presión atmosférica.

4.° Los ejemplares impares serán introducidos durante cuatro horas en una disolución de cloruro de calcio a 25° Baumé y — 10° a — 15° C. Transcurrido ese tiempo, se retirarán de la salmuera y se lavaran rápidamente en chorro de agua, observando después y anotando las alteraciones que presenten. Seguidamente se colocarán los no alterados en grandes depósitos de agua para que, por dilución, pierdan la sal contenida en sus poros.

5.° Las piedras señaladas con número par serán sometidas al ensayo normal de «heladicidad», como explicamos más arriba.

III.—EJECUCION

Comunicado a las distintas Comandancias generales de Región el deseo de que remitieran ejemplares de distintas canteras con las condiciones especificadas más arriba, fué atendido por todas ellas con laudable diligencia, y ya en diciembre último se dispuso de dados en número suficiente para ensayo, procedentes de las regiones mencionadas en el cuadro núm. 3, anexo.

El cuadro núm. 4, también anexo, contiene los nombres de las canteras de donde procedían los ejemplares ensayados o de las poblaciones a cuya inmediación se encuentran.

Comprende el estado 99 localidades (alguna da nombre a dos canteteras) de las que proceden las 108 clases de piedra, clasificadas en los grandes grupos siguientes:

Graníticas.
Mármoles de construcción.
Calizas.
Areniscas.
Varias.

Sin constituir el estado núm. 4 un muestrario completo, ni aún muy nutrido, de las canteras españolas, presenta, sin embargo, suficiente número y variedad para que las consecuencias de su estudio, bajo el aspecto de la «heladicidad», ofrezca, a nuestro entender, un interés real para los constructores de nuestro país; pero, antes de pasar más adelante, hemos de hacer una observación relativa a la utilización de los datos contenidos en esta Memoria. Es posible que en ella aparezca como heladizo alguno o algunos ejemplares procedentes de canteras reputadas ordinariamente como no heladizas; si ese resultado corresponde a nn ensayo normal, nosotros les adjudicaríamos, sin dudar, el calificativo de heladizas, pero sólo, como dijimos más arriba, si por su situación en la obra pueden absorber cantidades de agua equivalentes a lo que práctica, aunque inexactamente, se llama saturación; en otra situación o en interiores, podrán ser empleados sin peligro.

Todos los ejemplares que habían de ser sometidos a ensayo fueron, como se ha dicho ya, desecados a 100° durante veinticuatro horas y pesados inmediatamente, con los resultados cuyos promedios para cubos pares e impares pueden verse en el estado núm. 5. Este mismo estado contiene también los promedios de agua absorbida en absoluto y por

ciento del peso; debemos, sin embargo, hacer la aclaración de que los cubos impares de las designaciones *a* a *j* inclusive, sólo permanecieron en el agua durante veinticuatro horas, pero no en inmersión total, si no gradual, con arreglo al procedimiento recomendado por Leduc para heladura rápida; las escasas cantidades absorbidas hicieron comprender, en vista de los numerosos datos que acerca de ese punto contiene la Memoria del coronel Marvá, que la inmersión en la salmuera en esas condiciones sería ineficaz y no permitiría deducir consecuencias respecto a la resistencia de las piedras a las heladas. Se decidió, por consiguiente, someter todas las piedras, a partir de las designadas con la letra *k* inclusive, a la presión de 260 milímetros de mercurio durante quince minutos y a la atmosférica durante siete días, en uno y otro caso, totalmente sumergidas; los cubos pares *a* a *j*, fueron tratados del mismo modo, y todas fueron pesadas a los siete días de inmersión.

Las piedras impares fueron introducidas seguidamente en la disolución de cloruro de calcio a 25° Baumé y — 10° a — 15° C durante cuatro horas; las pares sufrieron 25 operaciones de congelación y deshielo en las condiciones especificadas más arriba. Los resultados obtenidos en esta primera serie de pruebas se resumen como sigue:

Piedras no heladizas por ningún procedimiento.....	69
Idem heladizas por ambos procedimientos.....	24
Idem íd. por el procedimiento normal y no en el rápido.....	7
Idem íd. por el procedimiento rápido y no en el lento.	8

Los estados números 6 y 7 dan a conocer las clases de piedra a que se refieren las cifras anteriores.

Resulta de lo dicho, que si se limita la presión a 260 milímetros de mercurio y la temperatura a — 15°, podrá ocurrir que algunas piedras heladizas según el procedimiento normal, es decir, en absoluto heladizas, no lo serán según el procedimiento rápido, y en este caso la práctica de tal procedimiento no conduciría a resultados de ninguna utilidad, ya que, siendo favorable para la piedra ensayada, no nos permitiría inducir que no era heladiza.

Era, por tanto, preciso ensayar nuevamente las siete clases de piedra que habían sufrido el ensayo rápido sin alteración, habiéndola tenido en el lento, pero no reiterando simplemente las operaciones, sino forzando las condiciones de temperatura y presión o, por mejor decir, depresión.

Los cubos impares de las siete canteras citadas en el estado núm. 7 fueron colocados, durante siete días, en pilas con gran cantidad de agua que se renovaba con frecuencia, a fin de que por dilución, perdieran casi

totalmente la sal introducida en sus poros, quedando de este modo en condiciones para sufrir un nuevo ensayo. Estas piedras en inmersión fueron sometidas seguidamente a una depresión equivalente a la de una columna de 60 milímetros de mercurio durante quince minutos y a presión atmosférica durante siete días, introduciéndolas, recién extraídas del agua, en la disolución de cloruro de calcio a la temperatura de — 20° C, y en ella permanecieron durante cuatro horas. Al extraerlas se vió que todas, a excepción de las *a 1* y *a 3*, habían quedado divididas en dos o más trozos por la acción del hielo.

Parece ser, según esto, que sólo una piedra, heladiza según el procedimiento lento, no lo es con el rápido, ni aun extremando la severidad del ensayo y que, en consecuencia, las garantías del procedimiento abreviado no son absolutas; no ocurre así, sin embargo. Procedimos a examinar los cinco ejemplares de lo piedra *a* ensayados, y advertimos que, todos ellos, a excepción del núm. 2, eran piedras calizas de gran densidad y dureza, algo coquerosas, muy semejantes por su aspecto y constitución a las de la piedra de Colmenar; estos cuatro ejemplares no son heladizos por ningún procedimiento; en cambio, el ejemplar 2, casi deshecho por el ensayo lento, tiene el aspecto de una marga arcillosa, exenta de coqueras y de constitución absolutamente distinta de la que presentan los otros cuatro. Se infiere que la cantera de donde fueron extraídas presenta, como es frecuente, bancos heladizos y no heladizos y, según que las muestras remitidas para ensayo pertenecen a unos u otros, las consecuencias son distintas; de donde se deduce la necesidad de ensayar ejemplares de distintos bancos y particularmente de aquéllos que, por su aspecto y pequeña densidad, sean sospechosos de no resistir la acción de las heladas.

IV.—CONCLUSIONES

De todo lo expuesto pueden deducirse las siguientes conclusiones, que ofrecen quizá utilidad práctica para los constructores:

1.ª El ensayo de resistencia a las heladas practicado con cubos de 7 centímetros de arista, desecados a 100° durante veinticuatro horas; colocados seguidamente en cubetas con agua destilada; sometidos durante quince minutos a una presión neumática que equilibre la de una columna de mercurio de 260 milímetros de altura y durante siete días a la presión de la atmósfera; extraídos, por último, del agua y sometidos en cámaras frigoríficas durante cuatro horas a temperaturas comprendidas entre — 10° C y — 15° C seguidas de una inmersión de cuatro horas como mínimo en cubetas de agua entre + 15° C y + 25° C para deshie-

lo, repitiendo la congelación y el deshielo veinticinco veces, ofrece garantías suficientes de que los ejemplares ensayados no son heladizos siempre que la serie de pruebas no cause alteración sensible en forma de grietas, degradaciones, pérdidas de peso o disminución importante de resistencia al aplastamiento.

2.ª El ensayo de resistencia a las heladas practicado con cubos de 7 centímetros de arista, desecados a 100° C durante veinticuatro horas; colocados seguidamente en cubetas con agua destilada; sometidos durante quince minutos a una presión neumática que equilibre la de una columna de mercurio de 60 milímetros de altura y durante siete días a la presión de la atmósfera; extraídos, por último, del agua e introducidos bruscamente en una disolución de cloruro de calcio a 25° Baumé y — 20° C, en la que se dejan durante cuatro horas, retirándolas después y lavándolas en chorro de agua, ofrece garantías suficientes de que las piedras ensayadas no son heladizas, siempre que la prueba practicada no cause alteración sensible en forma de grietas, degradaciones, pérdidas de peso o disminución importante de resistencia al aplastamiento. Si los ejemplares no resisten la prueba rápida, serán ensayados por el procedimiento normal.

V.—PROPOSICIÓN

Se ruega al Congreso se sirva declarar la utilidad de los ensayos abreviados de *heladicidad* como se describen en esta comunicación y estimule el interés de los laboratorios nacionales en los ensayos de este género, para que confirmen o impugnen las conclusiones apuntadas, a fin de que en el próximo Congreso de Ingeniería o en el de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias puedan dictarse reglas unificadas para la ejecución de las pruebas de *heladicidad*.

Madrid, 1.° de octubre de 1919.

BIBLIOTECA CENT...

ESTADO NÚMERO 1

Comparación entre los % de agua absorbida a la presión atmosférica y a la de 260 mm. de mercurio. (Cada número expresa el promedio de cuatro ejemplares.)

Piedras.	Peso específico.	POROSIDAD %		AGUA ABSORBIDA %		CALIFICACIÓN
		Absoluta. (1)	Relativa. (2)	En cuatro semanas de inmersión natural.	Con 15' de presión a 260 mm. y siete días de inmersión natural.	
1.ª	2,88	21,5	16,5	7,30	5,40	No heladiza.
2.ª	2,70	17,4	14,1	6,00	5,20	Heladiza.
3.ª	2,74	1,6	0,4	0,10	0,12	No heladiza.
4.ª	2.70	5.9	3,7	1,45	1,13	Heladiza.
5.ª	2,64	14,7	11,5	5,30	4,50	No helediza.
6.ª	2,71	0,7	0,4	0,15	0,15	Idem.
7.ª	2,64	18,5	14,3	6,70	7,10	Algo heladiza.
8.ª	2,76	13,4	6,8	2,83	3,90	No heladiza.
9.ª	2,69	4,4	2,8	1,10	1,45	Idem.
10.ª	2,70	18,8	13,3	6,00	5,80	Idem.
11.ª	2,73	13,5	9,9	4,20	4,70	Algo heladiza.
12.ª	2,77	16,2	15,3	6,50	6,50	Idem.
13.ª	2,77	28,5	21,0	10,50	10,45	Idem.
14.ª	2,72	21,4	13,4	5,90	6,80	No heladiza.
15.ª	2,68	6,2	7,9	3,21	2,38	Algo ídem.
16.ª	2,71	2,6	1,6	0,61	0,63	No heladiza.
17.ª	2,63	35,0	29,7	18,48	18,70	Heladiza.
18.ª	2,68	3,7	3,3	1,28	0,79	No heladiza.
19.ª	2,65	21,9	19,3	9,34	8,66	Heladiza.
20.ª	2,68	16,0	12,0	5,35	5,75	Algo ídem.
21.ª	2,73	38,1	32,1	18,90	19,10	Heladiza.
22.ª	2,70	33,0	22,2	12,28	14,35	Algo ídem.
23.ª	2,70	1,5	1,2	0,47	0,22	No heladiza.
24.ª	2,69	17,3	11,9	5,34	6,06	Idem.
25.ª	2,70	18,0	15,1	6,87	7,45	Idem.
26.ª	2,70	15,6	12,3	5,41	5,30	Idem.
27.ª	2,69	15,9	11,9	5,28	4,54	Idem.
28.ª	2,68	14,8	11,0	4,81	4,47	Idem.
29.ª	2,69	27,5	17,4	8,94	8,08	Idem.
30.ª	2,65	1,4	1,0	0,41	0,38	Idem.
31.ª	2,65	17,7	16,4	7,52	7,10	Algo heladiza.
32.ª	2,71	29,5	23,0	12,10	14,00	Heladiza.

Promedio de absorción con veintiocho días de inmersión.... 5,95
Idem de íd. con presión de 260 mm. de mercurio..... 5,97

(1) El % de porosidad absoluta está definido por la expresión $\frac{P - D}{P} \times 100$.

P y D designan el peso específico y la densidad aparente.

(2) El % de porosidad relativa está definido por la expresión $\frac{V - C}{V} \times 100$.

V y C designan el volumen total de la piedra y el de agua absorbida en veintiocho días de inmersión natural.

ESTADO NUMERO 2

Caracteres físicos de las piedras ensayadas por M. E. Leduc.

Número de orden.	Peso específico.	Densidad aparente.	Porosidad absoluta %. (1)
1.ª	2,68	2,43	9,1
2.ª	»	2,29	»
3.ª	2,66	2,16	18,7
4.ª	2,68	2,13	20,6
5.ª	2,69	2,04	23,9
6.ª	2,69	2,06	23,3
7.ª	2,50	2,26	9,5
8.ª	2,69	2,25	16,5
9.ª	2,68	1,75	34,5
10.ª	2,67	1,61	39,8
11.ª	2,68	1,71	35,8
12.ª	2,70	1,80	33,2
13.ª	2,69	1,90	29,2
14.ª	2,67	2,14	19,5
15.ª	2,68	1,76	34,5
16.ª	2,68	2,23	16,8
17.ª	2,69	2,40	11,0
18.ª	2,70	2,08	22,7
19.ª	2,70	2,00	25,9
20.ª	2,69	1,73	35,3
21.ª	2,70	1,75	35,2
22.ª	2,70	1,70	36,7
23.ª	2,70	1,61	40,2
24.ª	2,67	1,67	37,6
25.ª	2,67	1,62	39,1
26.ª	2,70	1,58	41,4
27.ª	2,68	1,60	40,4
28.ª	2,67	1,68	37,2
29.ª	2,67	1,62	39,2
30.ª	2,68	1,63	39,2
31.ª	2,68	1,50	43,9

(1) Es de advertir que los valores dados por M. E. Leduc para las porosidades absolutas son sólo las diferencias entre los pesos específicos y las densidades aparentes; estas diferencias, P — D, se han dividido por P y multiplicado por 100 para obtener los % de porosidad absoluta.

ESTADO NUMERO 3

Regiones o posesiones en donde están situadas las canteras que han suministrado los ejemplares ensayados.

REGIÓN	PROVINCIA O POSESIÓN	NÚMERO de canteras.
Galicia	Coruña	3
	Pontevedra	3
Vascongadas	Guipuzcoa	8
	Alava	4
	Vizcaya	1
Cataluña	Gerona	2
	Lérida	4
	Tarragona	4
	Barcelona	4
Valencia	Alicante	5
	Murcia	1
Andalucía	Córdoba	2
	Almería	2
	Sevilla	4
	Cádiz	9
Castilla la Nueva	Madrid	4
	Guadalajara	3
	Toledo	1
Castilla la Vieja	Segovia	4
	Burgos	6
León	Valladolid	2
	Salamanca	3
Aragón	Huesca	4
Extremadura	Badajoz	1
Baleares	Baleares	6
Africa	Africa	10

ESTADO NÚMERO 4

Nombres de las canteras y provincias o posesión en que están situadas.

PROVINCIAS	NOMBRES
Coruña	Ulló.
	Matamá.
	Moeche.
Pontevedra	Albeiros.
	Tomeza.
	San Mauro.
Guipúzcoa	Ulía.
	Guadalupe.
	Igueldo Amarilla.
	Idem Azul.
	Albistur.
	San Sebastián.
	Motrico.
	Deva.
Alava	Puerto de Arlabán.
	Arboró-Atauri (dos muestras).
	Fontecha.
Vizcaya	Yurre.
Gerona	Gerona.
	Figueras.
Lérida	Allés.
	Floresta.
	Montblanch.
Tarragona	Vinaxa.
	Aigüeros.
	Vilaseca.
	Sibinosa.
	Llisós.
Barcelona	Montjuich, blancacho.
	Idem de Raix.
	Calafell.
	Manresa.
Alicante	Novelda.
	Alicante.
	Novelda.
	Villena.
	Bateig-Novelda.
Murcia	Azul.
Córdoba	Piedra franca del país.
	Puente-Genil.
Almería	Rodalquilar.
	San José.
Sevilla	Luque, caliza.
	Posada.
	Luque, blanda.
	Estepa.

PROVINCIAS	NOMBRES
Cádiz	Puerto de Santa María.
	Playa de la Caleta.
	Colegial.
	Conejo.
	La Mujer.
	Caserio de Ossio.
	Los Guijos.
	Pelayo.
	Almoraima.
Madrid	Morata de Tajuña.
	Colmenar de Oreja.
	Guadalupe de la Sierra.
	Corpas.
Guadalajara	Giebes.
	Tamajón.
Toledo	Horche.
	La Rosa.
Segovia	Otero de Herreros.
	Vegas de Matute.
	Bermuy de Porreros.
	Idem de íd., encarnada.
Burgos	Miranda.
	Carcedo (A).
	Carcedo (B).
	Hurones.
	Ibeas, blanca.
Valladolid	Hontoria.
	Villanubla.
	Campaspero.
Salamanca	Ciudad-Rodrigo.
	Villavieja.
	Salamanca.
Huesca	Rapitán.
	Santa Cruz.
	Del Pueyo.
Badajoz	De la Sagüita.
	Badajoz.
Baleares	Santañy.
	Porreras.
	Coll d'en Rabasa.
	Alcaufar.
	Villacarlos.
Africa	Curnía.
	Tejar de Ingenieros.
	Benzu.
	Puerto.
	Arroyo del Infierno,
	Arroyo de las Colmenas.
	Alcazaba.
	Mallorca.
	Loma de la Silla.
	Lazareto.
	Lazareto (asperón).

ESTADO NÚMERO 5

Cantidades de agua absorbidas por los ejemplares ensayados al empezar la prueba de «heladicidad». (Las piedras *a* a *j* estuvieron veinticuatro horas en inmersión natural; todos los demás fueron sometidos a presión de 260 milímetros durante quince minutos y siete días de inmersión natural.)

EJEMPLARES		Peso después de desecadas a 100° durante 24 horas.	Agua absorbida (*g*)	% de agua referido al peso.
a	Impares	914,10	9,12	0,99
	Pares	899,55	20,28	2,24
b	Impares	814,02	41,70	5,13
	Pares	838,02	38,87	4,66
c	Impares	816,76	28,73	3,51
	Pares	868,33	23,79	2,70
d	Impares	818,64	21,77	2,67
	Pares	845,05	5,79	0,68
e	Impares	605,35	35,36	5,34
	Pares	613,27	17,92	2,92
f	Impares	524,85	117,01	22,29
	Pares	523,54	87,74	16,75
g	Impares	558,79	116,39	20,82
	Pares	553,41	92,56	17,61
h	Impares	548,47	110,04	20,05
	Pares	547,52	98,53	17,99
i	Impares	864,82	26,80	3,15
	Pares	868,85	23,54	2,70
j	Impares	825,90	33,44	4,05
	Pares	822,10	27,41	3,33
k	Impares	805,46	35,44	4,39
	Pares	836,32	29,66	3,54
l	Imparos	773,38	47,42	6,13
	Pares	772,97	46,15	5,97
m	Impares	892,82	33,56	3,75
	Pares	885,25	32,66	3,68
n	Impares	790,24	33,89	4,28
	Pares	779,98	33,29	4,26
o	Impares	705,68	82,65	11,71
	Pares	652,59	73,62	11,28
p	Impares	847,12	55,28	6,52
	Pares	846,36	57,78	6,82
q	Impares	732,21	59,01	8,05
	Pares	741,07	58,76	7,92
r	Impares	870.37	23,23	2,66
	Pares	895.97	25,37	2,83
s	Impares	900,60	1,60	0,177
	Pares	917,87	1,58	0,172
t	Impares	917,18	0,48	0,052
	Pares	922,53	0,34	0,036
u	Impares	944,85	1,34	0,141
	Pares	955,88	1,35	0,141

EJEMPLARES		Peso después de desecadas a 100° durante 24 horas.	Agua absorbida. (g)	% de agua referido al peso.
v	Impares	925.08	0,76	0,090
	Pares	941,61	0,91	0,096
x	Impares	921,72	1,83	0,198
	Pares	945,84	2,59	0,273
y	Impares	665,43	79,26	11,91
	Pares	689,72	72,84	10,42
z	Impares	714,46	49,76	6,96
	Pares	654,60	58,52	8,93
w	Impares	705.23	48.22	6,84
	Pares	808,76	29,91	3,69
I	Impares	669,00	89,56	13,38
	Pares	657,06	112,22	17,07
II	Impares	827,51	32,05	3,87
	Pares	829,30	30,12	3,63
III	Impares	1005,71	4,95	0,492
	Pares	1006,05	4,97	0,494
IV	Impares	711,22	93,52	13,14
	Pares	713,87	94,18	13,19
V	Impares	636,49	103,21	16,21
	Pares	654.93	103,10	15,74
VI	Impares	777,48	58,42	7,51
	Pares	782.28	56,89	7.27
VII	Impares	853,05	31,78	3,72
	Pares	855,79	31,68	3,70
VIII	Impares	959.26	1,30	0,135
	Pares	948.36	1,30	0,137
IX	Impares	785,16	48,72	6,20
	Pares	761.88	53,64	7,04
X	Impares	779,24	51,58	6.61
	Pares	773,97	54,10	6.98
XI	Impares	623,72	94,18	14,97
	Pares	714,65	70.51	9,86
XII	Impares	684,24	76,35	11,15
	Pares	642,59	74,87	11,65
XIII	Impares	873.94	13,44	1,53
	Pares	872,04	13,88	1,58
XIV	Impares	840,55	18.44	2,19
	Pares	832.17	19,75	2,37
XV	Impares	895,95	1,52	0,169
	Pares	913,18	1,60	0.175
XVI	Impares	778,75	30,63	3.93
	Pares	790,84	31,19	3.94
XVII	Impares	882,05	11.89	1.34
	Pares	859,34	13,29	1.54
XVIII	Impares	987 23	1,25	0,126
	Pares	963.85	1,30	0,134
XIX	Impares	815,43	40.31	4,94
	Pares	821,01	34,94	4,25
XX	Impares	798,24	45.13	5,65
	Pares	757,70	45,15	5,96
XXI	Impares	941,61	2,52	0,267
	Pares	934,67	2,07	0,221
XXII	Impares	938,03	2,22	0,236
	Pares	966,51	1,93	0,199

EJEMPLARES		Peso después de desecados a 100° durante 24 horas.	Agua absorbida. (g)	% de agua referido al peso.
XXIII	Impares	555,43	122,13	21,98
	Pares	551,04	120,84	21,92
XXIV	Impares	896,91	14,66	1,63
	Pares	901,66	13,82	1,53
XXV	Impares	903,27	2,56	0,283
	Pares	943,83	2,81	0,297
XXVI	Impares	758,36	63,00	8,30
	Pares	771,48	66,02	8,55
XXVII	Impares	800,12	46,98	5,87
	Pares	801,61	50,00	6,23
XXVIII	Impares	585,52	116,59	19,91
	Pares	594,88	121,86	20,48
XXIX	Impares	898,45	25,33	2,81
	Pares	890,35	25,84	2,90
XXX	Impares	783,16	60,09	7,67
	Pares	807,92	57,05	7,06
XXXI	Impares	928,82	9,03	0,97
	Pares	934,29	4,88	0,52
XXXII	Impares	897,31	13,47	1,50
	Pares	897,28	12,30	1,37
XXXIII	Impares	954,60	1,89	0,19
	Pares	990,12	1,48	0,14
XXXIV	Impares	941,77	1,05	0,11
	Pares	933,01	1,05	0,11
XXXV	Impares	883,70	1,87	0,18
	Pares	923,83	2,25	0,24
XXXVI	Impares	836,88	21,73	2,59
	Pares	859,16	15,82	1,84
XXXVII	Impares	792,64	64,00	8,07
	Pares	792,11	53,53	6,75
XXXIII	Impares	873,26	11.91	1,36
	Pares	886,14	10.24	1,15
XXIX	Impares	848,50	20,15	2,37
	Pares	861,08	19,49	2,26
XL	Impares	896,60	12.59	1,40
	Pares	889,31	13.48	1,51
XLI	Impares	830,22	14,85	1,78
	Pares	876,57	13.64	1,55
XLII	Impares	734,54	53,07	7,22
	Pares	733.79	66,16	9,01
XLIII	Impares	861,56	4,88	0,56
	Pares	840,45	4.25	0,50
XLIV	Impares	855,91	89,17	10,41
	Pares	845,61	91,16	10,78
NLV	Impares	883,48	34,74	3,93
	Pares	870,47	38,22	4,39
XLVI	Impares	787.50	33.35	4,23
	Pares	749.87	37,37	4,98
XLVII	Impares	565,66	112,47	19,88
	Pares	564,64	109,20	19,33
XLVIII	Impares	553,29	126.05	22,78
	Pares	530,80	133,09	25,16
XLIX	Impares	510,47	122,85	24,06
	Pares	537,96	122,96	23,41

EJEMPLARES		Peso después de desecarse a 100° durante 24 horas.	Agua absorbida (g)	% de agua referido al peso.
L	Impares	908,03	7,88	0,86
	Pares	973,92	5,48	0,56
LI	Impares	943,27	1,88	0,19
	Pares	955,25	2,36	0,24
LII	Impares	848,13	33,12	3,90
	Pares	821,94	32,92	4,00
LIII	Impares	821,43	29,78	3,62
	Pares	847,25	28,96	3,41
LIV	Impares	607,31	101,45	16,70
	Pares	665,04	110,58	16,62
LV	Impares	620,65	90,83	14,63
	Pares	606,00	87,27	14,40
LVI	Impares	556,99	67,79	12,17
	Pares	563,49	68,59	12,17
LVII	Impares	384,55	59,18	15,38
	Pares	393,47	53,48	13,59
LVIII	Impares	598,78	61,45	10,26
	Pares	522,92	51,87	9,91
LIX	Impares	571,02	102,16	17,89
	Pares	561,75	103,05	18,02
LX	Impares	620,60	96,73	15,58
	Pares	642,23	91,14	14,19
LXI	Impares	588,87	102,49	17,40
	Pares	610,03	104,69	17,16
LXII	Impares	611,56	46.27	7,56
	Pares	623,32	49,57	7,95
LXIII	Impares	894,39	19,96	2,23
	Pares	847,07	27,33	3,22
LXIV	Impares	914,58	16,34	1,78
	Pares	890,86	22,65	2.54
LXV	Impares	551,53	140,00	25,38
	Pares	550,62	136,31	24,75
LXVI	Impares	804,91	47,94	5,95
	Pares	804,28	45.12	5.60
LXVII	Impares	814,91	46,80	5,74
	Pares	766,63	59,71	7,78
LXVIII	Impares	755,80	52,74	6,97
	Pares	780,51	52,87	6,77
LXIX	Impares	812,18	37,05	4,56
	Pares	786,77	37,17	4,72
LXX	Impares	808,33	35,19	4,35
	Pares	805,75	35,39	4,39
LXXI	Impares	931,41	5,56	0,596
	Pares	699.22	7,16	0,796
LXXII	Impares	933,33	8,05	0,862
	Pares	940,31	4,66	0,495
LXXIII	Impares	895,27	15,74	1.75
	Pares	884,29	16,83	1,90
LXXIV	Impares	930,03	1,81	0,194
	Pares	953,74	1,18	0,123
LXXV	Impares	963,85	2,24	0,232
	Pares	931,95	3,47	0,372
LXXVI	Impares	904,98	14,89	1,64
	Pares	839,36	27,39	3,26

EJEMPLARES		Peso después de desecados a 100º durante 24 horas.	Agua absorbida. (g)	º/o de agua referido al peso.
LXXVII.....	Impares.....	952,17	0,97	0,101
	Pares.....	937,33	7,20	0,7681
LXXVIII.....	Impares.....	925,56	1,98	0,2139
	Pares.....	911,33	3,01	0,33
LXXIX.....	Impares.....	835,68	13.30	1,59
	Pares.....	831,84	16,24	1,95
LXXX.....	Impares.....	909,46	1.54	0,169
	Pares.....	901,95	1,77	0,196
LXXXI.....	Impares.....	936,09	1,26	0,134
	Pares.....	932,48	1,11	0,119
LXXXII..	Impares.....	801,33	27,30	3,406
	Pares.....	834,55	27,43	3,286

ESTADO NÚMERO 6

Ejemplares remitidos para la ejecución de los ensayos y calificación según los resultados obtenidos.

Número de ejemplares.		NATURALEZA	Marca con que se designan.	CALIFICACION SEGUN LOS RESULTADOS		
Recibidos.	Ensayados.			En ensayo normal.	En ensayo abreviado con 260 mm. de presión y —10° a —15°.	En ensayo abreviado, con 60 mm. de presión y —15° a —20°.
5	4	Caliza.....	*a*.....	Heladiza.....	No heladiza....	No heladiza.
5	4	Idem.....	*b*.....	Idem.....	Heladiza.....	
5	4	Idem.....	*c*.....	No heladiza....	No heladiza...	
5	4	Idem.....	*d*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Arenisca.....	*e*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Idem.....	*f*.....	Idem.....	Heladiza.....	
5	4	Idem,.....	*g*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Idem.....	*h*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Caliza.....	*i*.....	Idem.....	No heladiza...	
5	4	Arenisca.....	*j*.....	Idem..... ...	Idem.....	
5	4	Caliza.....	*k*.....	Idem.....	Heladiza.....	
5	4	Idem	*l*.....	Idem.....	No heladiza....	
5	4	Arenisca.....	*m*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Caliza.....	*n*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Arenisca.....	*o*.....	Idem.....	Heladiza.....	
5	4	Idem.....	*p*.....	Idem.....	No heladiza....	
5	4	Idem.....	*q*.....	Idem.....	Algo heladiza..	
5	4	Idem.....	*r*.....	Idem.....	No heladiza...	
5	4	Caliza..	*s*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Caliza marmórea.....	*t*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Idem.....	*u*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Mármol.....	*v*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Idem.....	*x*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Caliza.....	*y*.....	Heladiza.....	Heladiza.	
5	4	Arenisca.....	*z*.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Idem.....	*w*.	No heladiza....	No heladiza...	
5	4	Idem.....	I.....	Heladiza.....	Heladiza.....	
5	4	Caliza.....	II.....	No heladiza....	No heladiza...	
8	6	Idem.....	III.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Caliza.....	IV.....	Heladiza.....	Heladiza.....	
5	4	Idem.....	V.....	Idem.....	Idem..... .	
5	4	Idem.....	VI.....	No heladiza....	Algo heladiza..	
5	4	Idem.....	VII.....	Heladiza.....	Heladiza.....	
8	6	Mármol.....	VIII.....	No heladiza....	No heladiza....	
8	7	Arenisca.....	IX.....	Algo heladiza..	Idem.....	Heladiza...
8	6	Idem.....	X.....	No heladiza....	Idem.....	
5	4	Caliza.....	XI.....	Idem.....	Algo heladiza..	
5	4	Arenisca.....	XII.....	Algo heladiza..	Idem.....	
8	6	Granito	XIII.....	No heladiza....	No heladiza...	
8	6	Idem.....	XIV.....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Caliza.....	XV.....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Arenisca.....	XVI.....	Heladiza.....	Heladiza.....	

Número de ejemplares.		NATURALEZA	Marca con que se designan.	CALIFICACION SEGUN LOS RESULTADOS		
Recibidos.	Ensayados.			En ensayo normal.	En ensayo abreviado, con 260 mm. de presión y —10° a —15°.	En ensayo abreviado, con 60 mm. de presión y —15° a —20°.
8	6	Caliza.....	XVII.....	No heladiza...	No heladiza...	
8	6	Idem.....	XVIII....	Idem.....	Idem.....	
7	6	Arenisca.....	XIX.....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Idem.....	XX.....	Algo heladiza..	Heladiza.....	
8	6	Caliza.....	XXI.....	No heladiza...	No heladiza....	
8	6	Idem.....	XXII.....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Arenisca.....	XXIII....	Heladiza.....	Heladiza.....	
8	6	Caliza.....	XXIV....	No heladiza...	No heladiza...	
8	6	Idem.....	XXV.....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Arenisca.....	XXVI....	Algo heladiza..	Heladiza.....	
8	6	Idem.....	XXVII...	No heladiza....	No heladiza...	
8	6	Idem.....	XXVIII..	Heladiza.....	Heladiza.....	
8	6	Idem.....	XXIX....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Idem.....	XXX.....	Algo heladiza..	Idem.....	
8	6	Idem.....	XXXI....	No heladiza...	No heladiza...	
8	6	Idem.....	XXXII...	Idem.....	Idem.....	
8	6	Mármol.....	XXXIII..	Idem.....	Idem.....	
8	6	Caliza.....	XXXIV...	Idem.....	Idem.....	
8	6	Idem.....	XXXV....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Arenisca.....	XXXVI..	Idem.....	Idem.....	
8	6	Caliza.....	XXXVII.	Idem.....	Idem.....	
8	6	Granito.....	XXXVIII.	Idem.....	Idem.....	
6	5	Idem.....	XXXIX...	Idem.....	Idem.....	
7	6	Idem.....	XL.....	Idem.....	Idem.....	
9	7	Idem.....	XLI.....	Idem.....	Idem.....	
8	7	Conglomerado.	XLII....	Idem.....	Idem.....	
9	6	Granito.....	XLIII....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Arenisca.....	XLIV....	Algo heladiza..	Heladiza.....	
5	4	Caliza.....	XLV.....	Heladiza.....	Idem.....	
8.	6	Conglomerado.	XLVI....	No heladiza...	No heladiza...	
12	6	Caliza.....	XLVII...	Heladiza.....	Heladiza.....	
12	6	Arenisca.....	XLVIII..	Algo heladiza..	Idem.....	
12	6	Idem.....	XLIX....	Heladiza.....	Idem.....	
8	6	Caliza.....	L.....	No heladiza...	No heladiza...	
8	6	Idem.....	LI.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Idem.....	LII.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Idem.....	LIII.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Arenisca.....	LIV.....	Heladiza.....	Heladiza.....	
4	3	Idem.....	LV.....	Idem.....	Idem.....	
5	4	Idem.....	LVI.....	No heladiza...	No heladiza...	
6	5	Idem.....	LVII.....	Heladiza.....	Heladiza.....	
8	6	Conglomerado..	LVIII....	No heladiza...	No heladiza...	
8	7	Arenisca.....	LIX.....	Heladiza.....	Idem.....	Heladiza.
8	7	Idem.....	LX.....	Idem.....	Idem.....	Idem.
8	6	Idem.....	LXI.....	No heladiza...	Idem.....	
16	8	Conglomerado..	LXII.....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Caliza.....	LXIII....	Heladiza.....	Idem.....	Idem.
8	6	Idem.....	LXIV.....	No heladiza....	Idem.....	
8	6	Idem.....	LXV.....	Heladiza.....	Idem.....	Idem.

Número de ejemplares.		NATURALEZA	Marca con que se designan.	CALIFICACION SEGÚN LOS RESULTADOS		
Recibidos.	Ensayados.			En ensayo normal.	En ensayo abreviado, con 260 mm. de presión y —10° a —15°.	En ensayo abreviado, con 60 mm. de presión y —15° a —20°.
8	6	Caliza.....	LXVI....	No heladiza...	No heladiza...	
8	6	Idem.....	LXVII...	Heladiza.....	Idem.....	Heladiza...
7	6	Idem.....	LXVIII..	Idem.....	Heladiza.....	
6	4	Idem.....	LXIX....	No heladiza....	No heladiza...	
6	4	Idem.....	LXX.....	Idem.....	Idem.....	
7	6	Idem.....	LXXI....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Idem.....	LXXII...	Idem.....	Idem.....	
8	6	Pizarra.....	LXXIII..	Idem.....	Idem.....	
8	6	Caliza marmórea.....	LXXIV...	Idem.....	Idem.....	
8	6	Granito.....	LXXV....	Idem.....	Idem.....	
8	6	Caliza.....	LXXVI...	Idem.....	Idem.....	
8	6	Mármol.....	LXXVII..	Idem.....	Idem.....	
8	6	Caliza.....	LXXVIII.	Idem.....	Idem.....	
8	6	Idem.....	LXXIX ..	Idem.....	Idem.....	
8	6	Idem.....	LXXX...	Idem.....	Idem.....	
8	6	Idem.....	LXXXI..	Idem.....	Idem.....	
8	6	Arenisca.....	LXXXII..	Idem.....	Idem.....	

ESTADO NÚMERO 7

Resultados obtenidos en el ensayo rápido a temperaturas entre — 15° y — 20° C e imbibición a presión de 60 mm. de mercurio. Estos ejemplares son heladizos por el procedimiento normal y no por el rápido, a temperaturas entre — 10° y — 15° e imbibición en 260 mm. de mercurio.

EJEMPLARES	AGUA ABSORBIDA		RESULTADOS OBTENIDOS
	Con 260 mm.	Con 60 mm.	
A.—Impares.....	9,12	10,17	Sin alteración.
IX.—Idem.....	48,72	50,67	Una piedra con grieta grande y otra rota.
LIX.—Idem.....	102,16	106,05	Dos piedras rotas.
LX.—Idem.....	96,73	102,25	Tres ídem.
LXIII.—Idem.....	19,96	21,58	Una ídem.
LXV.—Idem.....	140,00	144,45	Tres ídem.
LXVIII.—Idem....	46,80	50,56	Dos ídem.

ÍNDICE

Págs.

Digresión lingüística..... 5

I.—Antecedentes..... 5

Diferencias entre una y otra proposición de ensayo acelerado.. 8

II.—Plan de operaciones..... 9

Ensayo normal empleado en el Laboratorio del Material de Ingenieros..... 10

III.—Ejecución..... 14

IV.—Conclusiones..... 16

V.—Proposición..... 17

ESTEREOFOTOGRAMETRIA CON PLACAS HORIZONTALES

RAMON SANCHO

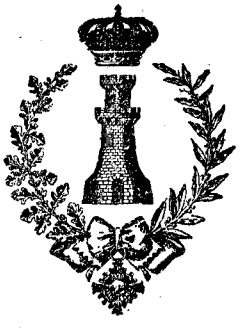
: CAPITAN DE INGENIEROS :

ESTEREOFOTOGRAMETRIA CON PLACAS HORIZONTALES

COMUNICACION PRESENTADA AL

PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA

CELEBRADO EN MADRID EN NOVIEMBRE DE 1919



Imprenta del «Memorial de Ingenieros
* del Ejército».—Madrid, 1921. *

La brevedad de este trabajo y su carácter nos impiden extendernos en consideraciones para ponderar la importancia de la Topografía, consideraciones por otra parte innecesarias dada la calidad de las personas a quienes nos dirigimos y la relación íntima de esta parte de la Ciencia con los trabajos a que muchas de aquéllas se dedican.

Quizá lo escrito en estas cuartillas no tenga el carácter práctico que desde un principio se ha querido dar a cuanto en este Congreso se presentará; pero es tal el interés del asunto de que vamos a tratar y es tan digno de estudio este sistema novísimo de levantamiento de planos, que no vacilamos en presentar nuestro modestísimo trabajo a la crítica de cuantos aquí se reúnen.

En el año de 1902 y en una Memoria que, sobre trabajos de Fotogrametría llevados a cabo en la Escuela Práctica del 1.er Regimiento de Zapadores Minadores, se publicó manuscrita, apunta ya su autor, cuyo nombre sentimos desconocer, ya que no firma el ejemplar que hemos consultado, la idea de que debían llevarse a cabo experiencias de esta índole, no sólo con placas verticales como fueron las realizadas, sino con placas inclinadas y horizontales también, aunque sin ninguna fe en el resultado de estas últimas experiencias, si no era demostrar la aplicación militar de aquellas fotografías. Basábase su idea en un artículo publicado por el Mayor General italiano Sig. C. Crema, en la *Rivista d'Artiglieria e Genio*, y en el estudio crítico de aquélla, el mismo autor desconfía de su alcance práctico; cosa nada extraña si se tiene en cuenta que, siendo la Fotogrametría de placas verticales, conocidísima ya en aquella época, ni la exactitud de este sistema de levantamiento de planos, ni su rapidez y coste, satisfacían al crítico que lo comparaba con los procedimientos de levantamiento regular en uso.

Pero hacía ya un año que el Dr. Pulfrich había comenzado a realizar su estereocomparador, con la idea de Hector de Grousilliers, de aplicar a la medición de distancias la visión estereoscópica; y estas nuevas ideas, creando un sistema nuevo, dieron a la Fotogrametría un alcance práctico imposible de calcular. Exactitud, rapidez y economía, esas tres condiciones tan necesarias en esta clase de trabajos, ya se podían conseguir.

Inútil es hablar de los progresos realizados de entonces acá en el sen-

tido práctico del sistema. Su verdadero apóstol en España, el Ingeniero de Caminos D. José María Torroja, lo viene empleando hace años, y a su experiencia y estudio se deben publicaciones interesantísimas sobre la cuestión que dicen más en su favor que cuanto nuestra modesta pluma pudiera escribir.

Resuelto de un modo práctico ya este asunto, apunta de nuevo la idea del empleo de placas horizontales en la mente de otro Jefe de Ingenieros militares, el malogrado coronel D. Arturo Vallhonrat, quien, después de estudiar una teoría completa del sistema, trató de llevarla a la práctica, proponiendo a la Superioridad, en Memoria por él presentada, la realización de experiencias conducentes a estudiar el alcance práctico del nuevo procedimiento. Presentada esta Memoria a fines de 1915, no fué aprobado el proyecto hasta abril de 1916, llevándose a cabo las experiencias en agosto del mismo año, por no haberse podido efectuar antes a causa de dificultades técnicas y del servicio.

De su resultado y del estado actual de la cuestión, vamos a tratar, empezando, como es lógico, por exponer los fundamentos de la misma.

Fundamento del método.

Mientras la Fotografía se empleó en el levantamiento de planos por el método de intersecciones, conocido con el nombre de Fotogrametría, no se pudo utilizar desde globos, porque no era posible fijar de una manera *absoluta* la situación de la placa fotográfica en el momento de impresionarse. Por procedimientos ingeniosos, trataba el ya aludido Cav. C. Crema de salvar este escollo y determinar el ángulo que la placa formaba con el horizonte (no se olvide que operaba con placas inclinadas un ángulo cualquiera) y la situación del punto de estación; pero lo primero no era factible sino con el globo absolutamente fijo en el momento de la impresión, cosa imposible de lograr, y una y otra determinación se efectuaban sin ninguna garantía de exactitud.

Fué necesario que apareciera el método estereofotográfico para poder utilizar estas fotografías sin que fuese necesario determinar la situación de las placas, bastando saber que sus superficies impresionadas eran seguramente horizontales para que ellas mismas diesen elementos suficientes para fijar sus posiciones relativas entre sí y con los puntos del terreno en ellas representados.

El método que vamos a describir se funda en el principio siguiente: Si se imprimen dos placas fotográficas, rigurosamente horizontales, desde dos puntos elevados sobre el terreno, una distancia que esté en relación con el espacio abarcado y separadas entre sí lo necesario para

que cada una fotografíe, por lo menos, la mitad del terreno fotografiado por la otra, la medición de ciertas longitudes en ellas nos conducirá a la determinación de todos los elementos necesarios para dibujar el plano del terreno fotografiado por ambas, siempre que en cada placa aparezcan las imágenes de tres o más puntos del terreno fijados de antemano.

El método comprende, pués, dos partes completamente distintas: una la obtención de fotografías dobles, de una misma extensión de terreno, desde puntos situados a una altura variable, y otra, la preparación de este terreno, de modo que en las fotografías aparezcan imágenes de puntos bien visibles, cuya situación planimétrica esté bien determinada.

Posibilidad de realizar estas condiciones.

Obtener fotografías desde la barquilla de un globo, ya sea libre o cautivo, ha sido cosa corriente. Por esto no ha de presentar dificultad alguna su utilización para este fin, y, por el contrario, parece que su empleo ha de reportar grandes ventajas. Sin embargo, no es así porque los globos cautivos son de difícil manejo y no se pueden utilizar en ciertas clases de terreno, quizá los más indicados para emplear el método de levantamiento que estudiamos (muy accidentados o cubiertos, ocupados por un enemigo, etc.). Además, el empleo de globos cautivos no es práctico ni aun en los casos más corrientes, si se tiene en cuenta lo elevado de su coste y el de su entretenimiento; lo numeroso del personal necesario para su manejo, que ha de tener además una instrucción especial; el precio del hidrógeno, necesario para cada ascensión, dadas las constantes pérdidas de gas en tales aparatos; la dificultad y coste de los transportes del material necesario; la lentitud de las ascensiones, difíciles siempre a poco que el viento sople, y, por último, las oscilaciones y sacudidas bruscas a que estará sometido el aparato de suspensión de la cámara, con el consiguiente riesgo de ésta, sobre todo al principio de la ascensión y en el punto del aterrizaje. La práctica nos confirmó, y aún nos descubrió, nuevos inconvenientes, durante nuestras experiencias. Por otra parte, los globos libres no siempre tomarán una dirección conveniente, y el operador casi nunca podrá situarse donde convendría hacerlo.

El empleo de los dirigibles salva estas dificultades; y desde luego creemos posible y recomendable su uso, siempre que los haya, por ejemplo, en algunos casos de guerra; pero su coste excesivo los excluye de las demás aplicaciones, y hay que recurrir a otro sistema. Veamos el aeroplano.

Desde luego se nos alcanza que la gran velocidad que debe llevar un aeroplano para conservar su estabilidad, ha de ser la primera dificultad que se nos ha de presentar, y así es, en efecto.

Supongamos al aeroplano una velocidad de 80 kilómetros por hora o de 22 metros por segundo; y si ahora suponemos que a cada 600 metros de recorrido se ha de impresionar una placa de 6 por 9 centímetros de superficie, resultará que cada veintisiete segundos de tiempo se habrán de ejecutar todas las operaciones de disparo del obturador y cambio de placa, pero si, además, queremos que la imagen obtenida tenga una fijeza superior a 0,00001 metros, que es la máxima aproximación con que da sus medidas el *estereocomparador*, veremos que, para una distancia focal del objetivo igual a 9 centímetros se deberá dar al obturador una velocidad de exposición de $\frac{1}{1.100}$ de segundo. Y hemos partido de una velocidad del aeroplano que con los aparatos modernos casi siempre será rebasada.

Ahora bien, la condición de impresionar dos fotografías consecutivas en un espacio de tiempo de veintisiete segundos como máximo, es relativamente fácil de realizar empleando aparatos construídos expresamente para ello; pero la de obtener imágenes con una velocidad de obturador de $\frac{1}{1.100}$ de segundo y mayores, exige objetivos muy luminosos con aberturas relativas, por lo menos, de $\frac{1}{4,5}$ de la distancia focal, empleados en placas extrarrápidas, en paisajes bañados por un sol de Estío; circunstancias que limitan bastante el empleo del procedimiento, sin que se pueda decir que lo imposibilitan en absoluto, puesto que en la resolución del problema entra como factor muy principal la escala del plano; y admitiendo que éstas sean muy pequeñas, de 1 : 50.000, se puede admitir también una tolerancia hasta de 0,00005, con lo cual la velocidad de exposición se podrá reducir a $\frac{1}{220}$ de segundo; lo que permite obtener fotografías en todo tiempo empleando objetivos luminosos.

Resulta, pues, que el problema sería posible empleando aeroplanos que llevasen velocidades de 80 kilómetros por hora, con tal de admitir para el dibujo una escala de 1 : 50.000, o menor, que son las que se adoptan en los planos llamados *croquis*, siempre mucho más exactos y completos que los que se dibujan con datos tomados a ojo por el observador del aeroplano.

Mas no es ésta la única dificultad que origina la rápida marcha de estos aparatos y su naturaleza. A nada que se reflexione surge en seguida la de colocar la placa horizontal en el momento de impresionarse. ¿Cómo conseguir esta horizontalidad? No podemos fijar rígidamente la cámara al aparato, puesto que no sabiendo la inclinación de los ejes de

este respecto a la horizontal, mal podría hacerse que la placa adoptara esta posición. Y si el aparato de suspensión de la cámara no está fijo al aeroplano, sino que oscila libremente suspendido de uno de sus puntos, ¿cómo evitar que la cámara se retrase en su marcha, por inercia, respecto a la vertical del punto de suspensión, adoptando una posición inclinada la placa, ni cómo medir esta inclinación con la horizontal desconociendo la velocidad del aeroplano? Y véase que prescindimos de la resistencia del aire en la marcha, que para nuestro aparato quizá no fuese difícil de anular.

Y aun suponiendo que por algún sistema de contrapesos regulables u otro cualquier procedimiento se llegase a la posición horizontal de la placa, ¿cómo podríamos comprobar esta posición sino con la ayuda de niveles? Y en ellos la masa de agua, u otra cualquiera libre en el interior del tubo, sufriría a su vez los mismos efectos de inercia que falsearían sus indicaciones. Sin hablar de los niveles de mercurio que lleva el aparato que más adelante describiremos, en los que estos efectos se harían sentir de un modo decisivo.

Estas dificultades, y algunas otras que fácilmente se sugieren, hacen impracticable el sistema de elevación por aeroplanos.

Con las cometas llamadas celulares, quedan resueltos todos los problemas y anuladas todas las dificultades. La economía del material, poco voluminoso y desmontable; la de su transporte, dadas estas circunstancias; el casi nulo gasto de entretenimiento y la facilidad de la maniobra, que requiere poco personal y escasa y sencillísima instrucción, unido a lo suave de sus oscilaciones en el aire y al ningún riesgo de la cámara empleando el tren de dos cometas, tanto al elevarla, como al recogerla, hacen de estos aparatos el ideal de los de elevación, haciendo pensar en una nueva y ventajosísima aplicación del sistema al levantamiento de planos de poblaciones, ya que lo reducido del espacio necesario para todas las operaciones, permitirá emplear las cometas en plazas, paseos y aun en algunas azoteas amplias.

Lo único que limitará su empleo será la falta de viento; pero, dada la poca intensidad del necesario para la elevación de las cometas celulares, únicas de uso ventajoso en estos casos, esta limitación se reducirá en el caso más desfavorable, a unos días del año, en mayor o menor número, según la región donde se pretenda aplicar el sistema.

Ya sabemos que el empleo de los globos cautivos limitaba algo el campo de acción del procedimiento en el caso de que se utilizase en terreno dominado por un enemigo, por la dificultad de colocar en él señales que marquen los vértices de la triangulación preliminar, ocupando entonces este sistema, el puesto que actualmente se asigna a los croquis

levantados a ojo, con bastante ventaja en cuanto a la exactitud. La misma consideración puede hacerse respecto de las cometas. Pero si hacemos extensivo el procedimiento a terrenos que pueden recorrerse sin peligro, aún admitiendo la poca altura a que se colocan esta clase de aparatos (globos cautivos o cometas), creemos que su empleo dará forma completamente práctica al sistema estereofotográfico.

Empleando un globo o una cometa elevados a 900 metros sobre el terreno, el espacio abarcado por cada prueba fotográfica vendrá representado por un rectángulo de 600 por 900 metros de lado, tanto si se opera con placas de 12 por 16 centímetros y objetivo de 16 centímetros de foco, como si se reduce el tamaño de las primeras al de 6 por 9 centímetros y la longitud focal a 9 centímetros.

En ambos casos, se podrán emplear exposiciones hasta de un cuarto de segundo, permitiendo el empleo de placas ordinarias y ortocromáticas con ecrans coloreados, que dan a las imágenes una finura en los detalles que no se obtiene nunca con las placas rápidas.

Claro está que, en estas condiciones, se pueden levantar planos en toda clase de escalas por grandes que san ($^1/_{100}$, $^1/_{200}$, $^1/_{1000}$, etc.)

Por lo que respecta a la condición de disponer en toda la extensión del terreno sujeto a un levantamiento de esta clase, una porción de señales, cuya situación esté completamente determinada de antemano, limita bastante su empleo en terreno ocupado por un enemigo, siempre que se empleen alturas de observación de 900 metros; que obligarían a dar a los triángulos que se formasen lados de 300 metros; pero si empleamos alturas de 2.000 metros, como ya los triángulos podrán tener lados de 1 kilómetro de longitud, que, si no son fáciles de medir en terreno enemigo, podrían tener parte de sus vértices en terreno amigo o en posiciones fortificadas, no vemos que dificulte gran cosa el procedimiento que estudiamos. Debemos hacer constar que, en la práctica, no hemos ensayado tan grandes alturas de observación; pero no creemos sea difícil alcanzarlas con cometas organizadas en tren, como luego se dirá, y de tamaño suficiente para soportar el peso del cable consiguiente.

Desarrollo del sistema.

Se marcan sobre el terreno los vértices de una triangulación topográfica, que, además de cumplir con las condiciones de forma que se exigen a los triángulos para que los lados se corten lo más normalmente posible, cumpla la más importante de que la longitud de sus lados pérmita situar dentro de cada placa fotográfica, por lo menos, tres vértices.

Esta condición relaciona la anchura de la placa, el foco del objetivo y la altura sobre el suelo a que se coloque el aparato fotográfico.

Empleando placas del tamaño 13 por 18 centímetros, que son las que permite usar el estereocomparador del modelo más corriente, y objetivos de 0,20 metros de distancia focal para una altura de 900 metros, podrá admitirse una longitud máxima para los lados de 810 metros; y si la altura se eleva a 2.000 metros, podrá aumentarse esta longitud hasta 1.800 metros; cifras que, como se comprende, no se deberán nunca alcanzar, por el temor de que no queden los dos extremos de algún lado dentro de la misma placa. Por esto, establecemos la cifra de 700 metros en el primer caso, y la de 1.500 en el segundo.

Una vez marcados sobre el terreno los vértices de la triangulación, se determinarán todos sus elementos, lados y ángulos, refiriéndolos a un sistema de coordenadas rectangulares, y, además, las cotas de los vértices, procediéndose entonces a fotografiar dichos vértices, escogiendo la altura a que deban hacerse las impresiones y la separación que deba haber entre cada dos fotografías para que tengan común, por lo menos, la mitad del terreno abarcado por cada una.

En el sistema estereofotográfico, se establece que la separación entre las estaciones no debe exceder de $\frac{1}{20}$ o $\frac{1}{30}$ de la distancia a que se encuentra de la estación el punto más alejado, la cual, por otra parte, se hace depender de la escala del plano y de la distancia focal, diciendo que no debe ser superior, a lo que represente en el terreno el triplo de esta distancia focal; así, en el caso general que consideramos, el aparato podría colocarse a una altura sobre el terreno igual al valor de 0,60 metros, reducida a la escala del plano, que supuesta, como dijimos en párrafos anteriores $\frac{1}{50.000}$, resultaría ser la de 30 kilómetros, espaciándose las estaciones 1 kilómetro; valores imposible de alcanzar.

Si en lugar de adoptar una escala determinada, empezamos por admitir una separación entre las estaciones igual a la mitad de la anchura del terreno abarcado, para deducir después la escala mayor que podría adoptarse, veremos que, en el caso de elevar el aparato fotográfico 900 metros, lo cual da al terreno fotografiado una anchura de 810 y una separación de 410 entre las estaciones, es preciso adoptar una escala inferior a $\frac{1}{2500}$, y en el de admitir una altura de 2.000 metros y un espacio fotografiado de 1.800 y una separación entre las estaciones de 900, la escala máxima se reduce a $\frac{1}{45000}$.

En este último caso, podríamos aún aumentar la escala hasta $\frac{1}{30000}$, admitiendo que las estaciones se separen sólo 600 metros.

Las condiciones que se exigen a las fotografías obtenidas, son la de que todas sean paralelas; es decir, perfectamente horizontales, en el caso que estudiamos, y la de que lleven marcada con toda exactitud la proyección del centro óptico del objetivo; condiciones más fáciles de realizar que las numerosas que exige el método estereofotográfico de uso corriente; ventaja innegable que lleva sobre éste, el procedimiento que estudiamos.

La condición de horizontalidad de la placa no es difícil de conseguir dotando el aparato de una suspensión Cardan, después de equilibrar su peso de modo que su centro de gravedad esté en la misma línea vertical del centro de suspensión; pero para conseguir la segunda condición, el aparato deberá someterse a las mismas correcciones a que se sometería si fuese a emplearse con el método estereofotográfico ordinario.

Con los aparatos fotográficos usuales, no es posible obtener resultado alguno, del mismo modo que no son aplicables al procedimiento estereofotográfico corriente. Ni tampoco los aparatos ideados para éste son aplicables al método que estudiamos, necesitando que para ello posean condiciones especiales.

El aparato más práctico para el objeto debe ser de tamaño reducido, a fin de facilitar su manejo y poderse cambiar las placas automáticamente desde el suelo o desde el sitio que ocupe el operador, sin cambiar el aparato de su puesto ni tocarlo, para evitar oscilaciones.

El preconizado por el coronel Vallhonrat consiste en una placa circular giratoria dentro de una caja, la cual lleva unidas seis placas sensibles de 6 por 9 centímetros, que se van presentando sucesivamente delante de un objetivo fotográfico de 9 centímetros de foco, provisto de un obturador. Cada vez que se dispara el obturador del objetivo, mueve una palanca, que, a su vez, permite el movimiento horizontal de la placa en la cantidad necesaria para que se coloque la segunda placa sensible en el lugar que ocupaba la primera impresionada; movimiento este último que no debe realizarse hasta el momento de cerrarse de nuevo el obturador para quedar otra vez montada la máquina; repitiéndose toda esta operación seis veces, al final de las cuales se ha de cargar nuevamente el aparato.

Todo él, escrupulosamente equilibrado, va suspendido a la Cardan, del globo cautivo, dirigible, cometa o cualquier otro aparato que se emplee para su elevación.

El disparo del obturador del objetivo se hará eléctricamente cuando

el operador actúe desde tierra, o por medio de un resorte flexible, siempre que el aparato esté cerca de aquél.

A cada fotografía impresionada se le asigna un número de orden, la letra que indica el punto desde el cual se impresionó y la distancia focal del objetivo.

El número de orden de cada placa se repetirá en el formulario correspondiente que se lleve, y al lado de aquél se irán escribiendo todos los datos que de ella se obtengan, ya sea por medición directa, ya por deducciones y cálculos.

Las fotografías obtenidas en el tamaño reducido de 6 por 9 centímetros se ampliarán al de 13 por 18 al sacar las diapositivas, aún cuando se aconseja operar directamente sobre los negativos.

No dejamos de comprender que la conversión de negativas en diapositivas casi duplica el gasto y el trabajo; pero a pesar de todo, y en tanto que el operador no esté muy práctico, no vacilamos en aconsejar que no se prescinda de esta operación por lo mucho que simplifica el reconocimiento de los puntos que son comunes a cada dos placas, evitando así la comisión de errores que pueden llegar a inutilizar parte del trabajo hecho.

Midiendo en cada una de las placas las coordenadas rectangulares de las imágenes de los vértices de la triangulación, se situarán en el plano de ésta las proyecciones sobre él de los puntos de estación y la distancia horizontal que los separa entre sí y de los vértices de la triangulación, con cuyos datos y los paralajes de diferentes puntos del terreno se tendrán todos los elementos necesarios para fijar sus situaciones sobre el plano.

Para los que no conozcan el procedimiento estereofotográfico ordinario que sirve de base al que estudiamos, les recomendamos la obra de D. José María Torroja, titulada *Levantamiento de planos por medio de la Fotografía estereoscópica,* o la del difunto teniente coronel de Estado Mayor, Mas Zaldua, que lleva por título *Aplicaciones topográficas de la Fotografía estereofotogramétrica.*

Fórmulas empleadas.

Determinación de la altura H *a que se ha hecho estación.*— Si B representa el cliché de una fotografía tomada desde el punto O (fig. 1), con una distancia focal $OA = f$ y de modo que su plano sea horizontal; si materializamos los rayos visuales OA y Om que pasan por el centro de la placa fotográfica A (llamado punto principal) y un punto cualquiera m que sea la imagen de otro punto M del terreno, que pudiera ser uno de los vértices de la triangulación establecida, y si por este

punto suponemos trazado un plano horizontal, este plano cortará al rayo $O\,A$ en un punto A_0 que por ser, tanto aquél, como el de la placa, horizontales, y la línea $O\,A$ vertical, será la proyección del punto O sobre dicho plano.

Si ahora hacemos pasar planos verticales por las líneas $A\,X$ y $A\,Y$ (que son las que en la placa determinaron el punto A) ambos planos se

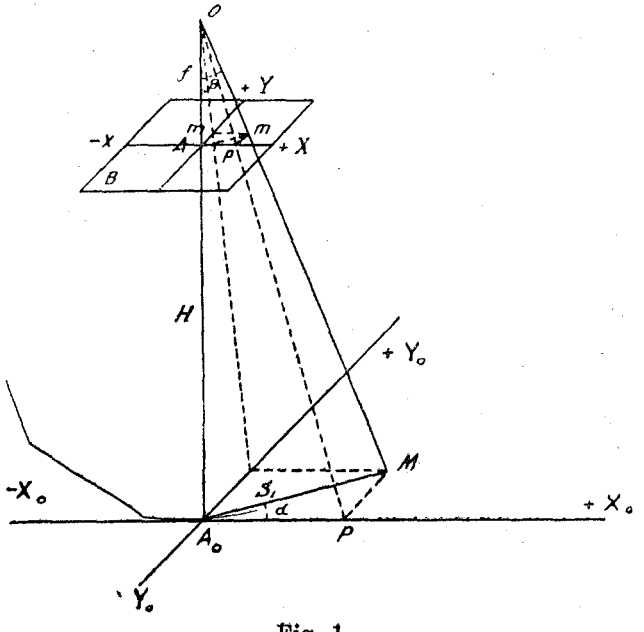


Fig. 1.

cortarán entre sí según la línea $O\,A_0$ y al plano que pasa por M, según las líneas $A_0\,X_0$ y $A_0\,Y_0$, respectivamente, paralelas a las anteriores $A\,X$ y $A\,Y$. Estas rectas $A\,X$ y $A\,Y$ se podrán tomar como ejes coordenados provisionales para medir los primeros elementos de cálculo.

En este concepto, si en la placa se miden longitudes $A\,p = x$ y $A\,m = y$, coordenadas del punto m, y se llama α al ángulo $m\,A\,p$, tendremos,

$$\text{tang. } \alpha = \frac{y}{x}. \qquad [1]$$

Del mismo modo, si llamamos β al ángulo $A\,o\,m$, podremos escribir

$$\text{tang. } \beta = \frac{A\,m}{O\,A},$$

y como $\qquad A\,m = \sqrt{x^2 + y^2} \qquad$ y $\qquad O\,A = f,$

tendremos: tang. $\beta = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{f}$ [2]

En el triángulo $O\,A_0\,M$, rectángulo en A_0 se verifica que

$$O\,A_0 = A_0\,M \text{ cotang. } \beta$$

y como $O\,A_0$ representa la altura del aparato O sobre el punto M, y representando por S_1 la longitud $A_0\,M$, se convertirá en

$$H = S \text{ cotang. } \beta = \frac{S_1 f}{\sqrt{x^2 + y^2}} \qquad [3]$$

fórmula que nos dará el valor de H conocida que sea la longitud S_1.

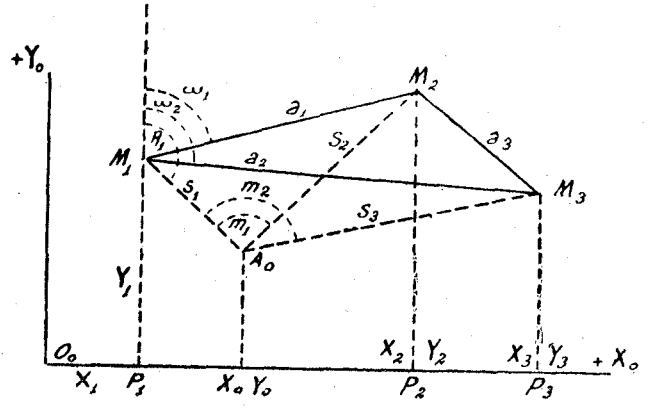


Fig. 2.

Vamos, pues, a determinarla; pero antes es preciso conocer la situación del punto A_0 en el plano de la triangulación.

Para esto supongamos por un momento que siendo el terreno fotografiado, desde el punto O completamente horizontal, su superficie coincida con el plano trazado por el punto M, y que sobre él hemos fijado la situación de otros dos puntos, M_2 y M_3, (fig. 2), que con el anterior, que designamos por M_1, forman el triángulo $M_1\ M_2\ M_3$ del cual conocemos los tres lados a_1, a_2 y a_3 y sus tres ángulos.

Llamemos O_0, Y_0 y O_0, X_0 al sistema de ejes coordenados que nos han servido para fijar en el plano la situación de los puntos M_1, M_2, M_3 (que pudiera ser la dirección de la meridiana y su perpendicular), y sean, respectivamente, Y_1 y X_1, Y_2 y X_2, Y_3 y X_3, las coordenadas de los mismos

y $\omega_1\ \omega_2$, los azimutes de los lados $M_1\ M_2 = a_1$ y $M_1\ M_3 = a_2$, cuyas longitudes vendrán expresadas por

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \\ \text{y} \qquad a_2 &= \sqrt{(X_3 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2} \end{aligned}\right\} \qquad [4]$$

y sus azimutes por las

$$\text{tang. } \omega_1 = \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1} \qquad \text{tang. } \omega_2 = \frac{X_3 - X_1}{Y_3 - Y_1} \qquad [5].$$

Supongamos conocida la posición del punto A_0 que buscamos, y unámoslo con M_1, M_2 y M_3: los ángulos m_1 y m_2 que forma la línea $M_1\ A_0$

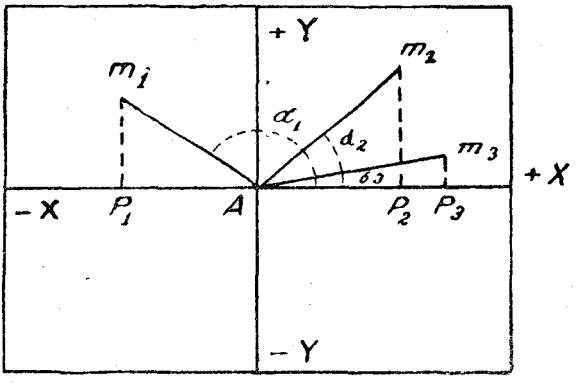


Fig. 3.

que llamaremos S_1, con las $M_2\ A_0$ y $M_3\ A_0$, que designaremos también por S_2 y S_3, vendrán dados por las fórmulas

$$m_1 = a_1 - a_2 \qquad m_2 = a_1 - a_3 \qquad [6]$$

tal como indica la figura 3.

Las coordenadas X_0 e Y_0 del punto A_0, vendrán dadas por las fórmulas

$$X_0 = X_1 + S_1 \text{ sen. } R_1 \qquad Y_0 = Y_1 + S_1 \text{ cos. } R_1 \qquad [7],$$

en las cuales los valores de S_1 y R_1, se obtendrán en función de cantidades conocidas, del modo siguiente:

En los triángulos $M_1\ M_2\ A_0$ y $M_1\ M_3\ A_0$ (fig. 2), se verifica que

$$\frac{a_1}{S_1} = \frac{\text{sen. } m_1}{\text{sen. } [R_1 - (\omega_1 - m_1)]} \quad \text{y} \quad \frac{a_2}{S_1} = \frac{\text{sen. } m_2}{\text{sen. } [R_1 - (\omega_2 - m_2)]},$$

de las cuales se deducen las siguientes:

$$\text{tang. } R_1 = \frac{a_2 \text{ sen. } m_1 \text{ sen. } (\omega_2 - m_2) - a_1 \text{ sen. } m_2 \text{ sen. } (\omega_1 - m_1)}{a_2 \text{ sen. } m_1 \text{ cos. } (\omega_2 - m_2) - a_1 \text{ sen. } m_2 \text{ cos. } (\omega_1 - m_1)} \qquad [8]$$

$$S_1^2 = \frac{a_1^2 a_2^2 \text{ sen.}^2 [(\omega_2 - m_2) - (\omega_1 - m_1)]}{a_1^2 \text{sen.}^2 m_2 + a_2^2 \text{sen.}^2 m_1 - 2a_1 a_2 \text{sen.} m_1 \text{sen.} m_2 \text{cos.} [(\omega_2 - m_2) - (\omega_1 - m_1)]} \qquad [9].$$

Conocidos los valores de X_0 e Y_0 se calcularán los de S_2 y S_3, por las fórmulas

$$S_2 = \sqrt{(X_2 - X_0)^2 + (Y_2 - Y_0)^2}$$
$$S_3 = \sqrt{(X_3 - X_0)^2 + (Y_3 - Y_0)^2}$$

Hemos supuesto que tanto el punto A_0 como los M_1, M_2 y M_3, estaban en un mismo plano que pasaba por M_1; pero esto nunca sucederá, por cuyo motivo se ha de determinar el valor de la altura del punto O de estación, no sobre el plano que pase por el punto M_1, sino sobre el de comparación que nos sirvió para determinar las cotas Z_1, Z_2, Z_3 de los puntos M_1, M_2 y M_3, altura que llamaremos Z_0.

Indudablemente, si al valor de H_1 dado por la fórmula [3] en combinación con la [9], se le añade la cota del punto M_1, tendremos la cota Z_0, o sea

$$Z_0 = H_1 + Z_1 = S_1 \text{ cotang. } \beta_1 + Z_1 \qquad [12]$$

y del mismo modo, si a los H_2 y H_3 dados por las mismas fórmulas, pero tomando como plano de comparación las que pasen por los puntos M_2 y M_3, se les añaden las respectivas cotas de estos puntos, tendremos dos nuevos valores para Z_0 dados por las fórmulas

$$\left.\begin{aligned} Z_0 &= S_2 \text{ cotang. } \beta_2 + Z_2 \\ Z_0 &= S_3 \text{ cotang. } \beta_3 + Z_3 \end{aligned}\right\} \qquad [13]$$

valores que han de resultar iguales entre sí y al encontrado por la fórmula [12] o diferir en una cantidad menor que el límite de la tolerancia admitida.

Repetidas todas las operaciones indicadas valiéndose de los valores encontrados para x e y de los mismos puntos M_1, M_2 y M_3, pero medidos en la placa impresionada en la estación colateral de la anterior, encontraremos los valores de X_0', Y_0' y Z_0' correspondientes a esta última estación, deduciendo de la diferencia $Z_0 - Z_0'$ si las dos estaciones están o no al mismo nivel con relación al plano de comparación.

Longitud de las bases.

Para determinar la longitud de las diferentes *bases*, o sea de las distancias horizontales que separan los puntos de estación contiguos, se hará uso de la fórmula

$$B = \sqrt{(X''_0 - X'_0)^2 + (Y''_0 - Y'_0)^2} \qquad [14]$$

en la cual representan X_0'' Y_0'' las coordenadas del segundo punto, y X'_0 Y'_0 las del primer punto, fórmula análoga a la [4] que daba la distancia horizontal existente entre un punto cualquiera de la placa y la vertical del punto de estación.

Orientación de los clichés.

Como los clichés se han obtenido sin otra condición que la de ser horizontales las caras impresionadas, resultará que nunca serán paralelos los ejes marcados en ellos; y como para medir los paralajes es preciso que la línea que en cada cliché una la imagen de un punto con el centro de la

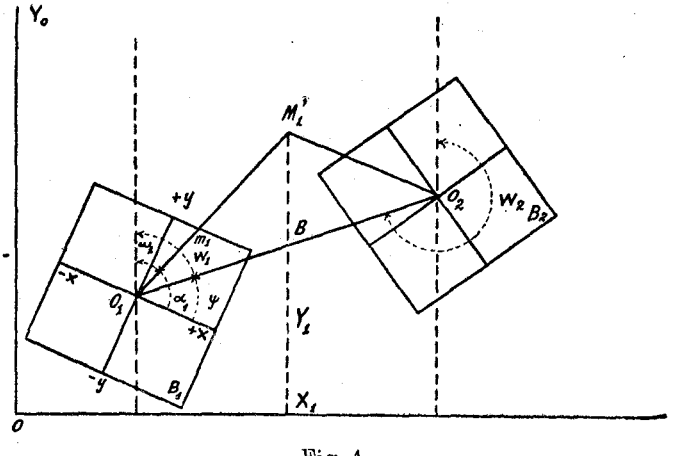


Fig. 4.

placa, sea paralela a la que en el plano una la proyección de éste con el punto que dió lugar a la imagen, es preciso deducir el ángulo que ha de girar uno de los ejes de cada placa para que las imágenes de todos los puntos cumplan con aquella condición, a cuya operación se le da el nombre de *orientar los clichés*. Para orientar los clichés, se emplea, primero, el que se tomó a la izquierda de la base, mirando generalmente al Norte, representado por B_1 en la figura 4; se toma en ella la imagen de un punto

M'_1 común a esta placa y a la impresionada, en el otro extremo de la base, representada por B_2 y por medio de las coordenadas x e y medidas en ella, se deducirá el ángulo α_1; valiéndose de la fórmula [1] y, al propio tiempo, por medio de la fórmula [5], se deducirá el azimute ω_1 de la dirección $O_1 M'_1$ y el W_1 que a su vez tiene la dirección de la base $O_1 O_2$, lo cual es posible porque ya conocemos las coordenadas rectangulares del punto M'_1 y las de los dos puntos de estación O_1 y O_2.

Estos valores sustituídos en la fórmula

$$\gamma = \omega_1 + \alpha_1 - W_1 \qquad [15]$$

nos dará el valor del ángulo γ que se ha de hacer girar el eje de las X de la placa para que quede orientada.

Para orientar la placa tomada desde el punto O_2 se empleará la misma fórmula, substituyendo en ella los nuevos valores α_2 y ω_2 y observando que el ángulo W_2 es igual a $180^\circ + W_1$.

Repetidas las mismas operaciones con los otros dos puntos de la triangulación M_2' y M_3' que deben estar fotografiados en ambas placas, deberán encontrarse dos valores iguales entre sí y al anteriormente hallado, o que se diferencien en una cantidad menor de la tolerancia admitida.

En realidad, basta con orientar la placa de la izquierda y hacer girar la de la derecha alrededor de su centro hasta que aparezca el relieve del terreno a través del estereocomparador, puesto que, cuando esto suceda, la segunda placa resulta orientada.

Determinación de las coordenadas de los puntos del terreno.

Puede suceder que las dos fotografías tomadas en los extremos de una misma base, lo hayan sido a la misma o a distinta altura sobre el terreno; aunque el primer caso será el menos frecuente, como es el más sencillo y de él se deducen las fórmulas necesarias, empezaremos por él.

Estación a la misma altura.

Sean B y B_1 (fig. 5) dos clichés tomados desde los extremos de la base $O\,O_1$ que supondremos horizontal, por estar las dos estaciones a una misma altura con relación al plano horizontal, que pasa por un mismo punto M del terreno. Las imágenes de este punto vendrán representadas en ambos clichés en m y m_1; si llamamos x e y a las coordenadas de la imagen m medidas en el cliché B y x_1, y_1 las de la imagen m_1 medidas en el cliché B_1, medidas todas ellas, tomando como ejes las dos líneas que

sirvieron para determinar el centro de la placa, y representando por X e Y las mismas coordenadas rectangulares del punto M del terreno, referidas a los ejes que sirvieran para orientar la triangulación, o unas paralelas a ellos que pasen por el punto de estación O, la comparación de los triángulos semejantes $O\,R\,P$ y $O\,A\,p$ nos dará:

$$\frac{O\,R}{R\,P} = \frac{O\,A}{A\,p} \qquad \text{o sea} \qquad \frac{H}{X} = \frac{f}{x}$$

de la cual resulta

$$X = \frac{H}{f}\,x\,. \qquad [16]$$

Del mismo modo, la comparación de los triángulos $O\,R\,M'$ y $O\,A\,m'$ nos dará

$$Y = \frac{H}{f}\,y\,. \qquad [17]$$

Si por el punto P levantamos la recta $P\,P'$ perpendicular a la $O\,O_1$ que une los dos puntos de estación, y la cual será paralela a la $O\,A$, la se-

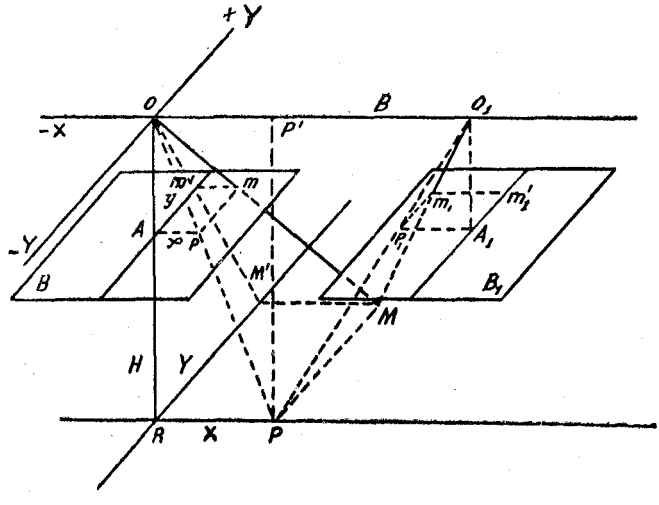


Fig. 5.

mejanza de los triángulos $O\,P'\,P$ y $O\,A\,p$, por una parte, y por la otra la de los dos $O_1\,P'\,P$ y $O_1\,A_1\,p_1$, nos conducirá a establecer las igualdades siguientes:

$$O\,P' = \frac{H}{f}\,x \qquad \text{y} \qquad O_1\,P' = \frac{H}{f}\,x_1$$

y como

$$O\,P' + O_1\,P' = O\,O_1 = B$$

tendremos

$$O\,P' + O_1\,P' = \frac{H}{f}\,(x + x_1) = B.$$

Como la suma $x + x_1$ goza de la propiedad de ser proporcional a la tangente trigonométrica del ángulo $O\,P\,O_1$, que es aquél bajo el que se ve la distancia $O\,O_1$ observada desde el punto P, ha recibido el nombre de *paralaje,* soliéndose representar por π, bajo cuya notación la igualdad anterior se transforma en la siguiente:

$$B = \frac{H}{f}\,\pi \qquad [18]$$

que es la fórmula fundamental de la *Estereofotogrametría.*

Sacando de la igualdad anterior el valor de $\frac{H}{f}$ y sustituyéndolo en las fórmulas [16] y [17], tendremos las siguientes:

$$X = \frac{B}{\pi}\,x \qquad [19]$$

e

$$Y = \frac{B}{\pi}\,y \qquad [20]$$

y teniendo en cuenta que la distancia H que hay entre el punto M del terreno y la línea $O\,O_1$, representa la coordenada Z de este punto referida al plano $Y\,O\,X$, podremos escribir:

$$Z = \frac{B}{\pi}\,f. \qquad [21]$$

La fórmula [18] nos dará el valor de B conocidas que sean H y π puesto que f es constante, o el valor de H si conociéramos los de B y π.

En el primer caso, el valor de B servirá para comprobar el asignado a la longitud de la base $O\,O_1$, repitiendo la operación con los datos que suministran los otros dos puntos de la triangulación, tomando el promedio de todos ellos si se diferencian en una cantidad menor que la tolerancia.

Con el valor de B substituído en las fórmulas [19], [20] y [21], junto con los valores x, y, y π obtendremos los de X, Y y Z que buscamos.

Estaciones situadas a diferentes alturas.

Sean O y O_1 (fig. 6) las dos estaciones separadas por una diferencia de nivel $O_1 Q = h$, y supongamos, como anteriormente, que las imágenes del punto M del terreno están situadas en m y m_1 en las dos placas, sien-

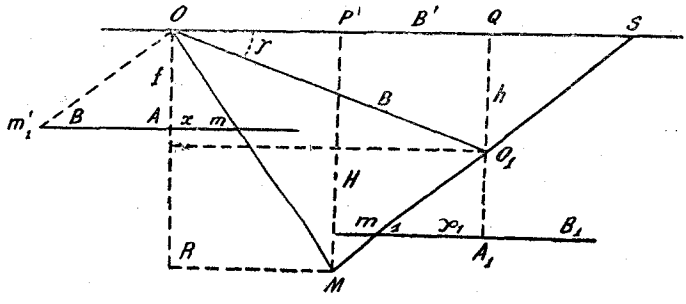


Fig. 6.

do $A\,m = x$ y $A_1\,m_1 = x_1$; tracemos por la estación O la recta $O\,m'_1$ paralela a la $O_1 M$, con lo cual la longitud $A\,m'_1$ será igual a la $A_1\,m_1$.

Si por el punto O se traza la recta $O\,S$, paralela al plano de las dos fotografías, se formarán los dos triángulos $m\,O\,m'_1$ y $O\,M\,S$ que serán semejantes y nos darán la relación

$$\frac{m'_1\,m}{f} = \frac{O\,S}{P'\,M},$$

y como se tiene

$$m'_1\,m = m'_1\,A + A\,m = x_1 + x = \pi \quad \text{y} \quad P'\,M = H,$$

se convierte en

$$\frac{\pi}{f} = \frac{O\,S}{H} \quad \text{y} \quad O\,S = \frac{H}{f}\,\pi,$$

y llamando B' a la base $O\,S$, que variará para cada punto, tendremos la fórmula

$$B' = \frac{H}{f}\,\pi \qquad [22]$$

que substituye a la [18] obtenida en el caso anterior.

Como para determinar al valor de B' es preciso conocer el de H, que es la altura de la estación O sobre el punto M, nos valdremos de las fórmulas [3] y [9], con el cual deduciremos el de B', que substituído en lugar del B en las fórmulas [19], [20] y [21], nos dará los valores de X, Y y Z de cada punto.

Si conociéramos el valor de la longitud y posición de la base $B = O\,O_1$, el valor de la longitud de la base B' se deduciría viendo que $O\,S = O\,Q + Q\,S$, y $O\,Q = O\,O_1 \cos.\,\gamma$ y además, que la semejanza de los triángulos $O_1\,Q\,S$ y $O_1\,m_1\,A_1$ dan

$$\frac{Q\,S}{Q\,O_1} = \frac{m_1\,A_1}{f} \qquad \text{o} \qquad \frac{Q\,S}{h} = \frac{x_1}{f},$$

y por lo tanto

$$Q\,S = \frac{h}{f}\,x_1,$$

con cuyos valores, la primera fórmula se convierte en

$$B' = B \cos.\,\gamma + \frac{h}{f}\,x_1 \qquad [23]$$

que contiene sólo cantidades conocidas.

Modo de operar.

Trabajos de campo.—Se empezará por establecer, sobre toda la extensión del terreno que se trata de levantar, una red de triángulos cuyos vértices se marcarán, por medio de señales que resulten bien visibles en las placas impresionadas. Esta red deberá cumplir con todas las condiciones impuestas a las redes topográficas, respecto a la situación de los vértices y forma de los triángulos. En éstos, la longitud de los lados se reducirá a un máximo de 600 metros, cuando la altura del aparato sobre el suelo sea de 900 metros, elevándose aquella longitud hasta 1.500 cuando esta altura alcance los 2.000 metros.

Una vez establecida la red, se hará estación en cada vértice a fin de tomar los datos necesarios para fijarlos, tal como se practica en todas las triangulaciones, motivo por el cual no detallaremos estas operaciones. Acto seguido se escogerán los puntos en que aproximadamente se ha de hacer la impresión de los clichés, sin sujetarlos a otra condición que la

de que cada prueba contenga la imagen de tres vértices que también aparezcan en la contigua por ambos lados, y cuya situación aproximada se marcará en el plano de la triangulación para que sirva de norma al efectuar las diferentes exposiciones, ya sea elevando el aparato por medio de globos o cometas, ya sacando las fotografías desde un dirigible mientras hace su recorrido muy aproximado al perímetro del polígono formado, uniendo los diferentes puntos de estación y deteniéndose unos instantes sobre éstas.

Antes de elevar el aparato para sacar las fotografías, se comprobará la horizontalidad de la placa fotográfica, viendo si la suspensión, niveles, etc., funcionan con la debida precisión.

Terminadas las exposiciones se cambiarán las placas por otras, anotando en un registro las letras que indiquen las diferentes estaciones, con los números de las placas en ellas impresionadas, anotando además, las condiciones de luz, hora en que se impresionaron, etc.

Al hablar de nuestras experiencias, daremos algunos detalles interesantes sobre estos trabajos de campo y los medios más prácticos para realizarlos.

Trabajos de gabinete.—La primera operación de los trabajos de gabinete, consiste en el marcado y revelado de las placas impresionadas.

Las placas deben revelarsen por el mismo orden con que se impresionaron, con objeto de evitar confusiones.

Tan pronto como se saque una placa del *châssis*, se le grabará, con un estilete muy fino, un número de orden, que ha de ser el mismo que figure en el registro de campo.

Para el revelado de las placas, no pueden darse reglas fijas, ya que cada fabricante, para cada clase de placa, preconiza un revelador especial, que no siempre suele ser el de mejores resultados; sólo diremos que conviene emplear reveladores lentos que permitan sacar a las placas el mayor número posible de detalles, aun en aquellas que por ser de exposición rápida están formadas por una capa de gelatina de grano grueso; prescindiendo, siempre que sea posible, de exposiciones cortas, incompatibles algunas veces con la luminosidad de los objetivos y el color poco actínico de algunos de los objetivos fotografiados.

De cada cliché negativo se sacará una diapositiva en placa apropiada muy lenta, en la cual quedará grabado el número de orden que se dió al cliché negativo, al que se añadirá, con tinta china, la letra inicial de la estación, las de la base de que ésta forma parte y cuantas indicaciones se crean precisas para que durante las operaciones sucesivas no haya necesidad de consultar continuamente los registros de campo.

En las positivas se trazarán los ejes que han de determinar la proyec-

ción sobre ellas del centro óptico del objetivo que ha de coincidir con la del centro de estación, ya que la placa, al impresionarse, ha de ocupar una posición rigurosamente horizontal.

Para trazar estos ejes, bastará unir el vértice del ángulo entrante que forman las marcas que quedan en los extremos opuestos de cada placa por medio de una línea fina de tinta china, o simplemente rasgando la capa de gelatina con un estilete muy fino.

Las diapositivas se van colocando en el estereocomparador, a la izquierda y a la derecha del operador, según fuesen tomadas a la izquierda o a la derecha de la base, mirando al frente de ésta.

En el cliché de la izquierda se miden las coordenadas x e y de las imágenes de los vértices de la triangulación que comprende, tomando como origen el cruce de los ejes trazados en ellas, con los cuales, por medio de la fórmula [1], se obtendrá el valor de α_1 y sus análogas α_2, etc., (fig. 3) y los de m_1, m_2, etc., que aparecen en la figura 2, restando aquéllas, convenientemente, valores que son precisos para calcular los de tang. R_1 y $S_1{}^2$ por medio de las fórmulas [8] y [9].

Como de la triangulación se habrán deducido las longitudes de los lados a_1 y a_2 y las coordenadas rectangulares X_1, X_2, X_3 e Y_1, Y_2, Y_3 de los tres vértices, se podrán obtener las coordenadas X_0 e Y_0 de la proyección sobre el terreno del punto de estación O y sus distancias S_2 y S_3 a los vértices M_2 y M_3 empleando las fórmulas [10] y [11].

Con los mismos valores de x e y, medidos en la placa, y el de f (distancia focal), la fórmula [2], nos dará el valor de tang. β (fig. 1), y la [3], el de H, el cual, substituído en las fórmulas [12] y [13], bajo las formas de S_1 cotang. β_1, S_2 cotang. β_2, S_3 cotang. β_3, junto con las cotas Z_1, Z_2 y Z_3 de los vértices M_1, M_2 y M_3 del terreno (referidas al plano de comparación), nos darán tres valores para la cota Z_0 del punto de observación, referida al mismo plano de comparación.

Repetidas las operaciones anteriores, valiéndose de las medidas tomadas, en la placa colocada a la derecha del estereocomparador, de las imágenes de los mismos vértices M_1, M_2 y M_3, determinaremos la situación de la proyección del segundo punto de estación y su cota Z'_0.

Si los valores de Z_0 y Z'_0 resultan iguales, será señal de que las estaciones estuvieron a la misma altura, empleándose la fórmula [14] para determinar la longitud de la base B; pero si aquellos valores fuesen desiguales, el valor de la base B' que ha de servir para calcular la situación de los demás puntos, se obtendrá por la fórmula [22]; y en el caso, poco probable, de conocer la verdadera distancia B entre las estaciones, por la fórmula [23].

Conocidos los valores de B o B', de H y de f, para obtener los de x, y

y de la paralaje π, es preciso orientar las dos placas colocadas en el estereocomparador, con objeto de que aquellas longitudes estén referidas al sistema de ejes coordenados, adoptado para dibujar el plano.

Se empezará por orientar la placa de la izquierda, haciéndola girar alrededor de su centro, un espacio angular γ, dado por la fórmula [15], pasando después a hacer lo propio con la placa de la derecha, empleando la misma fórmula.

En realidad, sólo debiera orientarse, por el valor angular, la placa de la izquierda, haciendo girar la de la derecha hasta que, mirando las dos placas con el estereomicroscopio, se vea claramente el relieve del terreno.

Con las placas orientadas, se irán midiendo las coordenadas x e y de cada uno de los puntos notables del terreno, en la placa de la izquierda, y su paralaje π, con cuyos valores y el de la base B, si las estaciones estuvieran a la misma altura o, en caso contrario, con el de la base ficticia B', valiéndose de las fórmulas [19], [20] y [21], hallaremos las coordenadas X, Y y Z, necesarias para dibujar el plano.

A medida que se vayan haciendo las mediciones, se irán apuntando en un registro, junto con los resultados obtenidos; y para buscar con facilidad los puntos, se les designará con la letra que dé a conocer el punto de estación de la izquierda, pero minúscula, seguida de un número de orden.

Se comprende, desde luego, que ha de ponerse gran cuidado en la elección de los puntos, puesto que de ello depende la bondad del trabajo en relación con una marcha que sea práctica, porque un exceso de puntos fatiga al operador y complica el dibujo, sin que gane nada la exactitud del plano, y, en cambio, un pequeño número de puntos deja indeterminada la forma de los accidentes del terreno, induciendo a errores; lo mejor es atenerse a un justo término medio, que sólo pueda dar la práctica, que es, en ésto, como en todo, la que ha de dictar las reglas.

Sin embargo, y para guiar al principiante en esta clase de trabajos, nos permitiremos aconsejar: que se deben ir siguiendo con la vista los caminos, carreteras y vías férreas, para dejarlos bien determinados, lo mismo que las corrientes de agua, con el emplazamiento de los puentes y la situación de las edificaciones, por medio de todos los ángulos que se vean, cruces de campo, caseríos, rocas y puntos notables que jalonen o dibujen fincas, cultivos o términos; en segundo lugar, deberá atenderse a dejar bien determinado el relieve del terreno, recorriendo toda la línea de la cresta, después la de la base, y trazando entre las dos líneas, perfiles en los sitios más propios para el objeto, como son las vaguadas y los salientes o lomos que presente el terreno.

Parte práctica.—Experiencias realizadas y consecuencias a deducir.

Descripción de los aparatos empleados en dichas experiencias.—Ya hemos visto al principio de este trabajo el tiempo que medió entre la primera idea y la realización práctica de las teorías que acabamos de exponer. Dado ese período larguísimo, nadie se explicará lo precario de los medios empleados en ella (únicamente explicable por premura de tiempo) y, por tanto, las escasas consecuencias que del experimento pudieron deducirse. Sirva de explicación, en primer lugar, la escasez del crédito que se solicitó y el corto espacio que medió entre su concesión, antes de la cual no podía intentarse ningún gasto, y la realización de los experimentos.

El aparato elevador fué un globo cometa de 150 metros cúbicos, cuya descripción omitimos por ser en conjunto y detalles casi igual a los ordinarios empleados para observaciones militares, de sobra conocidos. Por su escasa fuerza ascensional, no podía elevarse a la altura calculada como necesaria de 1.000 metros aproximadamente, y hubo que resignarse a esta restricción aún después de sacrificar la barquilla con su observador, que hubieran ahorrado mucho tiempo, haciendo innecesario el descenso para cada cambio de estación y de placa. Por dificultades de servicio, no podía disponerse en el momento de otro aparato elevador más apropiado, aún tenida en cuenta toda la buena voluntad y el entusiasmo con que los Jefes y Oficiales del servicio aerostático de Guadalajara quisieron contribuir desde el primer momento al éxito de las experiencias.

Pero ésta fué casi la menor dificultad con que se tropezó durante su ejecución. El aparato de suspensión de la cámara *B* (fig. 7) estaba constituído por un marco de madera *A*, ajustado a sus dimensiones, y que la recibía en su hueco con el objetivo hacia abajo. De los lados menores de este marco parten los dos trozos de eje *C* que formaban como un diámetro del círculo *E* de pletina de hierro, libre para girar sobre ellos, y que, en sentido perpendicular, llevaba los extremos del eje *D* sobre los que giraba el semicírculo *F*, también de pletina, sobre el que estaba el gancho *G* que servía para colgar todo el aparato de los cordajes del globo. Constituída de este modo la suspensión a la Cardan, la cámara podía, dentro de su marco, oscilar en todas direcciones y llegar en un momento determinado a la horizontalidad de su placa sensible. En este momento, se efectuaba el disparo del obturador por el mecanismo siguiente:

En los lados *1* y *2* del marco, iban montados unos niveles de mercurio constituídos por dos vasos de cristal *3*, en comunicación por su parte inferior, por un tubo de latón. De este modo, el mercurio en ellos contenido, determinaba una superficie de nivel que, cuando el tubo era horizontal, establecía el contacto con dos tornillos que, atravesando las tapas

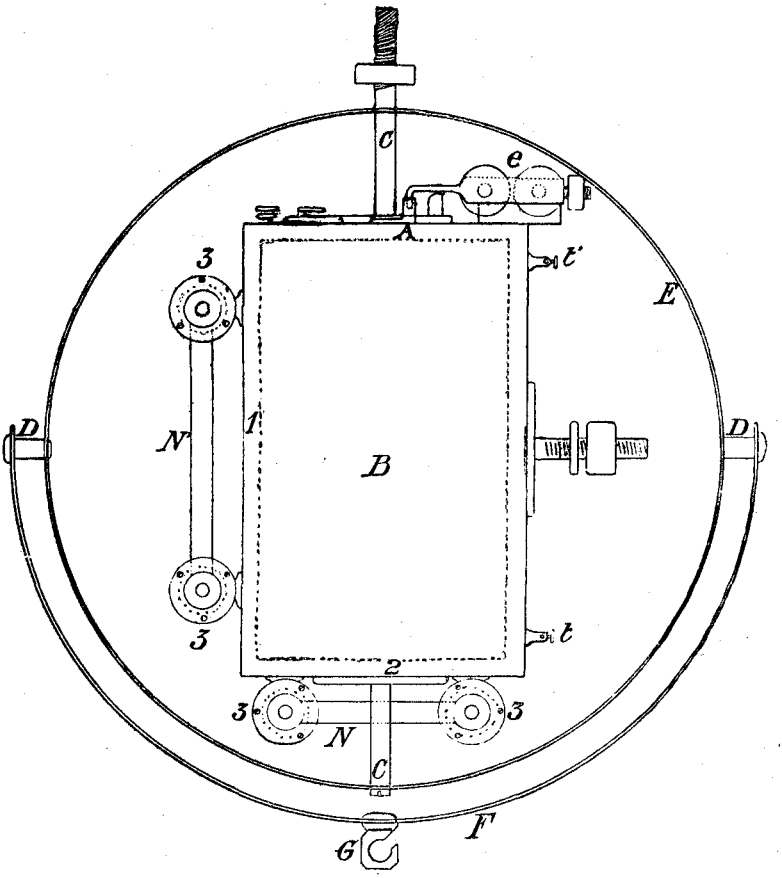


Fig. 7.

metálicas de los vasos por medio de tapones aisladores de ebonita, se graduaban hasta que sus puntas tocaran dicha superficie metálica horizontal. Con este objeto, el marco llevaba en sus otros dos lados contrapesos regulables sobre tornillos que servían para establecer aquella horizontalidad.

Un hilo conductor de una corriente eléctrica se unía al tornillo *t* y de éste al del vaso más próximo del nivel de mercurio *N;* el del otro vaso se unía por otro hilo, el más próximo del nivel *N'*, de cuyo segun-

do tornillo partía el conductor de unión con uno de los extremos del electroimán *e*. El otro extremo del mismo se unía al tornillo *t'*, y de éste partía el conductor de vuelta de la corriente, cuyo circuito se cerraba de este modo y por intermedio de un galvanómetro, sobre tierra, según indica el esquema (fig. 8).

En estas condiciones, elevando el aparato a la altura conveniente, se cerraba el circuito por medio de un interruptor; y cuando, después de varias oscilaciones, llegaba a ponerse horizontal la superficie de la placa, los dos niveles establecían el contacto con las puntas de los cuatro tor-

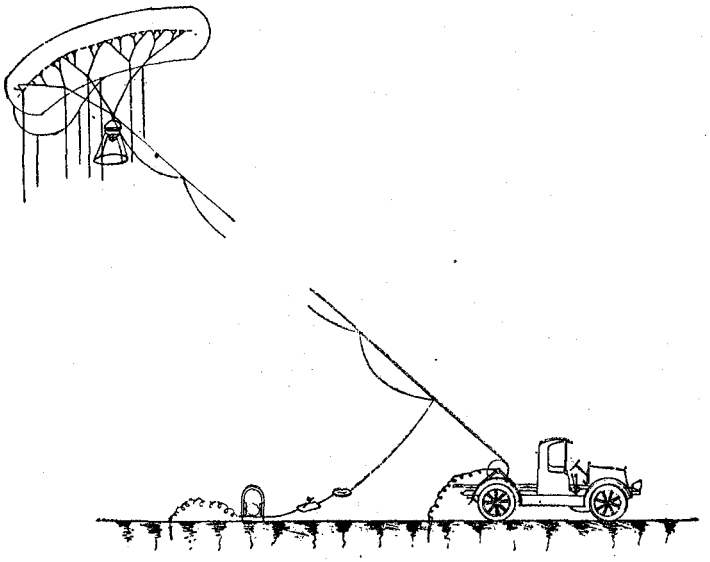


Fig. 8.

nillos, dando así paso a la corriente, que, actuando en el electroimán, atraía su armadura, que accionaba por medio de una palanquita el mecanismo de disparo del obturador de la cámara fotográfica.

Este aparato, defectuosamente construído, adolecía de innumerables defectos: unos, esenciales, y otros, de detalle, que fué necesario ir salvando a medida que su uso los iba descubriendo. En primer lugar, el aire confinado en los vasos de los niveles de mercurio impedía la libre oscilación de la superficie de éste, y, por otra parte, al abrir un orificio en sus tapas, el mercurio se derramaba con las oscilaciones bruscas del aparato y no se establecía ya el contacto al llegar a la horizontalidad con las puntas de los cuatro tornillos. Hubo que proveer a dichos orificios de tubos metálicos verticales a modo de chimeneas, unidos en su parte

superior por medio de tubos de caucho que vertían en un vaso el mercurio que pudiera escapar del otro que con él comunicaba.

Además, la superficie del mercurio, en contacto con el aire, se oxidaba rápidamente, sin duda a causa de su poca pureza, y el contacto eléctrico se hacía cada vez más precario, acabando por no establecerse más que cuando los tornillos se hundían mucho en el mercurio. Se evitó la oxidación y aún la chispa que falseaba el contacto en el momento de establecerse, cubriendo la superficie del mercurio con una ligera capa de glicerina.

Pero el aparato de suspensión así constituído, por sus grandes rozamientos y lo elevado de su centro de gravedad en relación a sus ejes de giro, no permitía la libre oscilación de la cámara, a la que casi comunicaba en toda su amplitud sus movimientos; y de este modo, se tardaba mucho tiempo en conseguir la horizontalidad casi casual de la placa y el paso de la corriente de disparo manifestada en tierra por la oscilación de la aguja del galvanómetro. Para salvar este inconveniente, fué suficiente añadir al aparato un armazón, formado de cuatro varillas unidas por un extremo a los cuatro lados del marco, y por el otro libre, a un aro metálico colocado por debajo de la cámara y de un diámetro suficiente para que pasaran los rayos luminosos con la máxima abertura determinada por el objetivo. Y no actuando ya con eficacia los contrapesos graduables que establecían la horizontalidad de la placa, fué preciso añadir a los extremos de las varillas unas bolsitas con perdigones que restablecieran el perdido equilibrio (fig. 9).

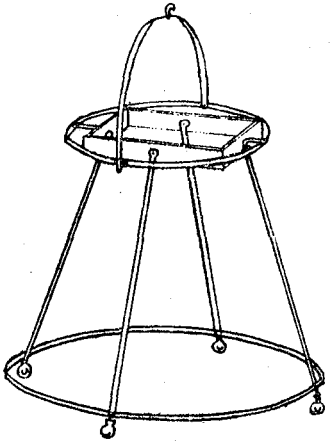


Fig. 9.

Por otra parte, el electroimán y su armadura, que accionaban el mecanismo de disparo del obturador, estaba tan mal montado, que, si bien puesto el aparato sobre la mesa del laboratorio, como, sin duda, lo ensayó el constructor, se obtenía el resultado apetecido con sólo dos elementos de pila, en cuanto hicimos el experimento en condiciones parecidas a la realidad, es decir, con el aparato suspendido, el mal ajuste descompuso el circuito magnético, de tal modo, que no bastaba, para que la armadura fuese atraída por el electroimán, la corriente de una pila de 30 elementos Leclanché. Fué preciso montar otras bobinas que dieran al electroimán mayor fuerza atrayente y utilizar una magneto de baja tensión y gran

intensidad, y aún hacer que el espacio entre los nucleos y la armadura fuese regulable para poder poner la fuerza de atracción en relación con la resistencia del cable que se emplease.

Todas estas y otras muchas pequeñas dificultades en la maniobra del globo, del que pendía un aparato delicado, expuesto a bruscas sacudidas, y un conductor eléctrico que, para que no se rompiera por su propio peso, era necesario atar al cable de retenida de cien en cien metros, entorpecieron el trabajo de tal modo, que, en toda una mañana, tan sólo se podían obtener un par de clichés, y algunos días, sólo uno o ninguno.

En estas circunstancias se obtuvieron seis clichés buenos, con alturas variables alrededor de 400 metros. En uno se llegó a los 500 metros de altura, y en otro, sólo pudo alcanzarse la de 250 metros, a pesar de que cada día se recargaba el globo con hidrógeno puro. Con estos clichés, nos dimos por satisfechos, porque bastaban para el desarrollo de nuestro plan, y sobre ellos se operó en el gabinete.

El aparato fotográfico empleado fué una cámara «Nettel» de 10 por 15 centímetros, con objetivo «Meyer» de 185 milímetros de distancia focal.

Experiencias con el extereocomparador.—De inmensa utilidad nos fueron estas experiencias, en las que nos guió la experta mano del Ingeniero Geógrafo D. José María Torroja, a pesar del escaso rendimiento que de ellas pudimos obtener. Pero nos marcaron claramente el camino a seguir, y nos revelaron los magníficos resultados que son de esperar, y en los que siempre tuvimos absoluta y razonada confianza.

En primer lugar, estando construído el mencionado aparato para recibir en él placas impresionadas verticalmente y paralelas entre sí, la desviación que ha de sufrir la placa de la derecha para orientarla con la de la izquierda, es pequeñísima, y sólo dependiente de la falta de paralelismo entre los ejes coordenados y los bordes de las placas. Pero en las obtenidas por el procedimiento que estudiamos, no sucede así. Los ejes coordenados de las dos que se han de colocar en el estereocomparador formaban, al impresionarse, un ángulo cualquiera entre sí, y es necesario reproducir exactamente este ángulo, generalmente grande, para obtener la debida orientación.

Esto entraña una gran modificación, aunque no tan esencial que cambie ninguno de sus fundamentos, en el aparato de que tratamos, y nos impidió hacer de él el uso que hubiéramos deseado, pero no el poder observar que la visión estereoscópica de dicho aparato acusaba el relieve del terreno tan bien como en las placas impresionadas verticalmente. Y si en estas se obtiene con toda exactitud la coordenada y, que marca la distancia a que están los distintos términos de la fotografía, ¿cómo

puede dudarse de que en las horizontales pueda medirse tan exactamente la *z* de los distintos puntos, que la substituye? Y si ésta era casi la única duda que ofrecía el uso de aquél aparato, ¿qué esperanzas no podremos fundar en él después de la experiencia realizada?

Pero como quiera que, según hemos dicho, el estereocomparador sobre que se estudiaba no se prestaba a admitir las placas obtenidas desde lo alto, por la citada dificultad de orientación, y como, por otra parte, ignorábamos nosotros la distancia que separaba, horizontal y verticalmente, los centros de cada par de placas, datos necesarios para determinar la paralaje de cada uno de los puntos fotografiados y obtener sus distancias respectivas al objetivo que los fotografió, ni era posible por el momento obtenerlas, por ser consecuencia de los trabajos de gabinete de laboriosa ejecución, se desistió de seguir entonces por ese camino, limitando nuestra acción a conseguir sólo la planimetría hasta poder efectuar nuevas experiencias.

Otra observación pudimos deducir de nuestro breve ensayo del aparato referente a los clichés impresionados. Colocadas en el estereocomparador las diapositivas correspondientes a unos clichés obtenidos con un fototaquímetro de placa vertical, vimos con sorpresa que, a pesar del minucioso detalle de aquéllas y de su esmerada ejecución, el relieve del terreno sólo se acusaba de un modo confuso, sin que nada explicara esta anormalidad. Nuestro amigo y maestro, el Sr. Torroja, nos dió la explicación, que no puede ser más sencilla. Estas diapositivas se obtuvieron en tonos siena y azul, indistintamente, sin duda con el objeto de mejorar su aspecto artístico, empleando placas especiales de revelado muy lento, y siendo el color obtenido, función del tiempo empleado en esta operación. Y esto, que les daba mayor belleza a los clichés, quitándoles la monotonía y dureza del tono negro natural, era la única causa del fenómeno de que tratamos: era el mismo efecto que se obtendría mirando al terreno con un cristal siena y otro azul, pero aumentado por la menor claridad de los objetos y del sistema óptico.

De aquí, el consejo de que en el revelado de las placas se atienda, más que al aspecto artístico, a conseguir la mayor claridad y el mayor detalle posibles, y, sobre todo, la perfecta uniformidad de tono entre las placas que se han de colocar simultáneamente en el estereocomparador. Y de aquí también el otro que dimos ya, de que pasado el período de aprendizaje durante el cual ha de operarse sobre diapositivas, para mayor facilidad en encontrar los puntos del terreno y en evitación de errores, se empleen sólo las negativas, lo cual, además de ahorrar tiempo, trabajo y dinero, da la garantía de no perderse ningún detalle en la reproducción.

Señales empleadas para marcar los vértices.—A pesar de las fuertes

oscilaciones a que estaba sometido el aparato suspendido del globo, desde el principio nos dimos cuenta de que bastaba una exposición de $^1/_{180}$ de segundo y un diafragma $^f/_{25}$, para que las fotografías obtenidas tuviesen todas las cualidades de claridad y detalle apetecibles. En estas placas, sólo aparecen claramente una clase de señales, marcando los vértices de la triangulación preliminar, a pesar de haberse empleado tres distintas.

Previendo ya que las banderolas que se usan de ordinario en las operaciones topográficas no serían visibles en la fotografía tomada desde alturas, ensayamos otros dos sistemas de señales. Eran las primeras unos globos de cristal azogado interiormente, de diferentes tamaños, que, al reflejar el sol en un punto, marcaran bien en la placa el vértice en que estaban colocados. Las otras, eran unas cruces formadas por dos tiras de tela blanca, de tres metros de longitud y 0,45 metros de ancho, el centro de cuyo cruce correspondía a la cabeza del piquete que marcaba el vértice.

Pues bien: ni las banderolas, ni los globos azogados, se perciben en el cliché. En cambio, las señales hechas con cruces de tela aparecen como crucecitas de 2 milímetros de lado, perfectamente recortadas sobre el terreno, y que permiten determinar su centro. Aunque las placas se impresionaron a una altura máxima de 494 metros, por lo marcadas que resultan las señales, no es aventurado creer que también aparecerían bien visibles si la cámara se hubiese elevado a una altura doble de la anterior; por lo cual no dudamos en recomendarlas, limitándose todo a aumentar algo su tamaño en caso necesario.

Trabajos de gabinete.—A la vista tenemos, al escribir estos apuntes, la Memoria que como consecuencia de nuestras experiencias, elevó a la Superioridad el malogrado Coronel Vallhonrat, autor de la teoría base del sistema; y si no nos detuviera el temor de dar a este trabajo una extensión y una aridez incompatibles con nuestro objeto, no dudaríamos en copiar párrafos enteros, cálculos y tablas, interesantes todos ellos. Pero resistimos a la tentación para no alargar demasiado esta serie interminable de cuartillas, y ofrecemos aquí sólo las observaciones más importantes.

Ante todo debemos hacer constar que de las fórmulas propuestas anteriormente, las que dan los valores de tang. R_1 y $S_1{}^2$, no son de fácil aplicación y están expuestas a errores, por cuyo motivo, su propio autor opina que deben desecharse, tendiendo siempre a simplificar las operaciones analíticas. Las otras fórmulas resultan prácticas y aceptables.

Puestos en el terreno de las simplificaciones, adoptamos un procedimiento gráfico en aquella ocasión; y aunque falta la sanción práctica en terrenos montañosos, en los llanos podemos afirmar que es suficientemente exacto y muy expedito. Este procedimiento gráfico para fijar en

el plano la proyección del centro óptico del objetivo de la cámara, no difiere del conocido con el nombre vulgar de «problema de la carta» que no describiremos.

Claro está que si tuvieran que marcarse los ángulos con el transportador, como lo corriente es que estos instrumentos aprecien sólo medios grados, se cometería un error inadmisible en la fijación del vértice; pero como en el caso que consideramos, en lugar de marcar los ángulos, marcamos los vértices fotografiados en la placa por medio de sus coordenadas rectangulares, medidas en esta placa con una apreciación que no baja de 0,02 de milímetro, el error se limita mucho y hace casi inapreciable, si aquellas coordenadas se multiplican por un factor de ampliación que puede ser 5 ó 10. Nosotros adoptamos el coeficiente 10 y marcamos los vértices por medio del coordenatógrafo, que, en escala $^1/_{500}$ aprecia 5 centésimas de milímetro, con lo cual no cometemos ningún error.

En el caso de no caber en el papel alguno de los puntos, lo cual sólo sucede cuando se toman los puntos extremos de la placa que podrán estar separados por un valor de $x = 140$ milímetros y de $y = 90$ milímetros, los cuales exigen hojas de papel de 140 por 90 centímetros, excesivamente grandes, entonces es cuando se adopta un coeficiente de ampliación, menor de 10.

A pesar de estas razones y de habernos dado buen resultado en la práctica este procedimiento gráfico, el General Peralta, en el interesante informe que hizo de nuestros trabajos, desconfiando de la excesiva exactitud de las medidas de los aparatos antes citados (estereocomparador y coordenatógrafo), apunta la idea de que, para fijar lo más aproximadamente posible la proyección sobre el terreno de los puntos de estación aérea, se adicione a la cámara fotográfica un mecanismo que, al efectuar el disparo del obturador, dejase caer una plomada que llevase un artificio fumígeno, para ver su trayectoria en el aire y encontrar su punto de caída.

Medida de rectas homólogas.—La fijación en el plano de la proyección del centro de la placa fotográfica, tiene solamente importancia cuando se trata de obtener el relieve por el método estereofotogramétrico. Más como ya hemos dicho que nosotros no pudimos hacer uso del aparato estereocomparador sino para medir las coordenadas de los puntos de las placas, tuvimos que valernos de otras fórmulas y otros cálculos que tenían por base la medición de la longitud en la placa, de varias rectas homólogas de otras del terreno, cuya longitud era conocida. Para ésto hicimos uso de la sencilla fórmula:

$$M = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Si se prefiriese emplear las distancias de cada punto al centro de la placa que sirvió de origen para medir las coordenadas, entonces es preciso averiguar la longitud que sus homólogas tienen en el plano.

Coeficiente de ampliación de la placa.—Una vez que sean conocidas las longitudes en la placa y en el terreno, y adoptada la escala del plano, ha de procederse a determinar la relación que entre ellas exista; y como se encontrarán varios valores, debe tomarse el promedio de ellos.

De este modo, cuando las longitudes medidas sobre el terreno, reducidas a la escala del plano, sean iguales a sus homólogas de la placa, no habrá necesidad de ampliar estas últimas, y a partir de la escala que esto representa, las imágenes fotografiadas deberán reducirse para acomodarlas a la escala del plano, lo cual parece suponer que será ventajoso emplear máquinas de gran tamaño; pero si se tiene en cuenta que los objetivos que las producen, aumentan la longitud de su foco en la misma proporción que aumenta la de la imagen, el campo abrazado es el mismo, y poco se ganaría en rapidez de trabajo, por más de que se ganaría, indudablemente, en exactitud, tanto por obtener la medida de las coordenadas de los puntos con una mayor apreciación, como por aumentar la precisión de los detalles al reducirse de tamaño.

A pesar de estas ventajas, como la precisión que se obtiene es la suficiente, con el tamaño usado por nosotros (10 por 15 centímetros) no creemos que debe aumentarse a expensas de tener un material pesado y difícil de manejar.

Como la práctica indica que las ampliaciones, en la proporción que las necesitamos, no pierden el detalle necesario, no hay necesidad de aumentar el tamaño de la placa.

Cuando la escala del plano indique que la imagen se ha de reducir, creemos preferible aumentar la altura a que se haya elevado el aparato, con lo cual se aumentará el espacio abarcado por la imagen, reduciendo el número de placas necesarias.

Aun cuando los errores que se cometen en la situación de los puntos al adoptar el promedio de los coeficientes de ampliación, no son nada despreciables en escalas grandes, como cada uno de ellos se puede fijar por medio de dos o tres fotografías, aquéllos se reducen de tal modo, que pueden llegar a ser aceptables, aun tratándose de puntos extremos de la placa.

Observamos que el error máximo se comete en los puntos extremos y de cota más diferente, porque, parte de él, es debido a la diferencia de nivel de estos puntos, como veremos en seguida.

Por este motivo, el procedimiento de ampliar las placas obtenidas, sólo se podrá utilizar en terrenos horizontales, a menos que se adopten

escalas inferiores a $\frac{1}{5.000}$ siempre en relación con las diferencias de altitud que haya entre los puntos extremos de la placa, que son aquellos en que el error debido a la diferencia de nivel es mayor.

Dado el tamaño de la placa que adoptamos, el error máximo debido al desnivel, es de 0,48 metros por metro de altura, en el sentido positivo, desde el centro de la placa.

Este error es debido a la perspectiva del terreno; pues es sabido que todas las imágenes verticales del mismo, aparecen en la imagen de la placa concurrentes al centro de ella; y, por lo tanto, cuando tengan una cierta longitud, al medir las coordenadas de las imágenes de sus extremos superiores, resulta una cantidad mayor de la que se obtendría si se tomase la imagen de los pies de ellas.

Si se supiese la magnitud de este error para cada punto, sería fácil conocer la altura del mismo sobre el plano de la cota que se haya tomado como tipo; pero como esto sólo será posible si cada punto aparece en tres o más placas diferentes, de ahí la conveniencia de cubrir materialmente el terreno con las imágenes de varias placas, con lo cual se eliminaría el citado error.

Longitud de la distancia focal principal del objetivo.—Una causa de error, tal vez la mayor de todas, es el empleo de esta longitud en algunas fórmulas, debido, por un lado, a la poca precisión con que se mide y, por otro, a que varía con el diafragma que se emplee.

Aunque la distancia focal principal de nuestro objetivo se ha medido con alguna exactitud, impresionando dos placas de una mira de 4 metros de altura colocada a 10 metros del objetivo y midiendo su imagen, su valor sólo se ha obtenido con un error de 0,5 milímetros, que es 10 veces mayor que aquél con que se obtienen las demás medidas, lo que contribuye a dar poca precisión a los cálculos en que este valor interviene.

Este es el motivo por el cual el cálculo de las alturas a que se colocó la cámara, dió valores que se diferenciaban en cantidades muy apreciables.

Sin embargo, esta cuestión queda pendiente de nuevos estudios en experiencias sobre terrenos accidentados, ya que nosotros, por circunstancias especiales, no pudimos hacerlas sino sobre un terreno de muy poco relieve.

Empleo del estereocomparador para determinar la altitud de los diferentes puntos del terreno.—Los errores obtenidos al emplear las fórmulas para determinar la altitud de los puntos del terreno, necesarios para el trazado de las curvas de nivel, que, en escalas grandes no son aceptables, nos indujo a estudiar si las fórmulas admitidas en la estereofotograme-

tría serían aplicables al caso presente; y habiendo resultado que las altitudes obtenidas con ellas son mucho menos erróneas siempre que se obtenga su valor por el paralaje de cada punto exacto en más de 0,02 de milímetro, tal como lo da el estereocomparador, creemos que deben seguir los ensayos empleando este último aparato, tras de la modificación de que anteriormente hablamos, y que propondremos al final, junto con las nuevas disposiciones que hemos proyectado para los aparatos diversos que se empleen.

Nuevos aparatos y modificaciones de los antiguos que se proponen en la práctica.

Cometas.—Nuestro compañero y jefe, el Sr. Teniente Coronel Cué, que ha hecho un acabadísimo estudio de las cometas, después de ensayar en el polígono de Guadalajara la casi totalidad de los tipos preconizados en el extranjero, ha adoptado uno de gran sencillez, tanto en su construcción,

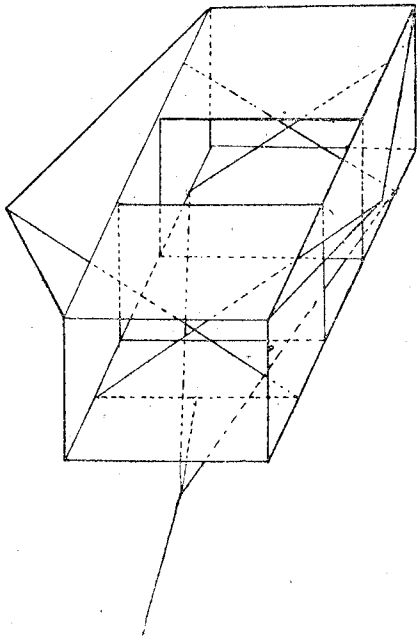


Fig. 10.

como en su montaje, que permite resolver el problema de elevar en el espacio, pesos relativamente grandes; pues, si no recordamos mal, con la cometa de mayor tamaño que construye, eleva pesos de 26 kilogramos.

No describimos este tipo de cometa por no alargar más este trabajo y porque de su sencillez da idea el esquema (fig. 10).

La importancia de estos modelos se debe a que siendo desmontables, se conducen y se montan con facilidad y presteza sin la ayuda de mecánico alguno.

Aun cuando los tipos actuales están construídos con cañas de bambú, pueden, y se proyecta, hacerlos con tubos de aluminio, que, a igualdad de peso, dan más resistencia que las citadas cañas.

Como datos para el cálculo de las dimensiones de las cometas de este tipo, diremos que el Teniente Coronel Cué, evalúa en un kilogramo el peso elevado por metro cuadrado de superficie proyectada sobre el plano

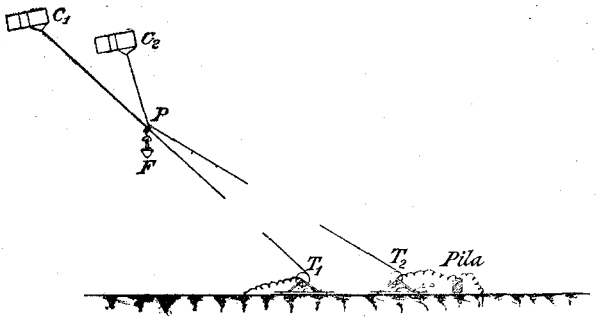


Fig. 11.

de sustentación, y tres kilogramos, también por metro cuadrado, la presión que ejerce el viento y que se traduce en tensión para el cable.

El peso que nosotros hemos de elevar es relativamente pequeño; por eso adoptamos modelos pequeños o medianos; pero aunque se tratase de elevar grandes cámaras muy pesadas o pesos aún mayores, no es necesario que las cometas excedan de la superficie máxima sustentadora de 26 metros, para evitar que dejen de ser manejables, porque se pueden montar en serie todas las que hagan falta, en la forma que luego veremos, llegando a conseguir que el sistema desarrolle una fuerza de sustentación suficiente para mantener en el aire a un observador.

Otra ventaja que tiene para nuestro objeto el empleo de las cometas, es la de no necesitar cable aislado para el manejo del electroimán que efectúa el disparo del obturador, puesto que lo substituyen con ventaja los cables de amarre de las dos cometas del sistema que empleamos.

El tren queda así constituído por una cometa que se eleva libremente y una segunda que lleva amarrada a su cable, y a unos 15 ó 20 metros de ella, una doble polea que resbala por el cable de la primera, que

sirve de guía para su elevación. Esta polea lleva un gancho para colgar el aparato de suspensión de la cámara (fig. 11).

La doble polea o carretón está constituído (fig. 12) por una armadura metálica A que se abre por la mitad de ella a charnela B, haciéndose solidarias las dos mitades por medio de un pasador P roscado en un extremo para recibir la tuerca con orejas T. En estas dos mitades van montados y aislados de ellas por sus extremos, por intermedio de collares de ebonita, los dos ejes E y E' sobre los que giran las dos poleas, la superior R de ebonita y la inferior R' metálica. En la parte superior de

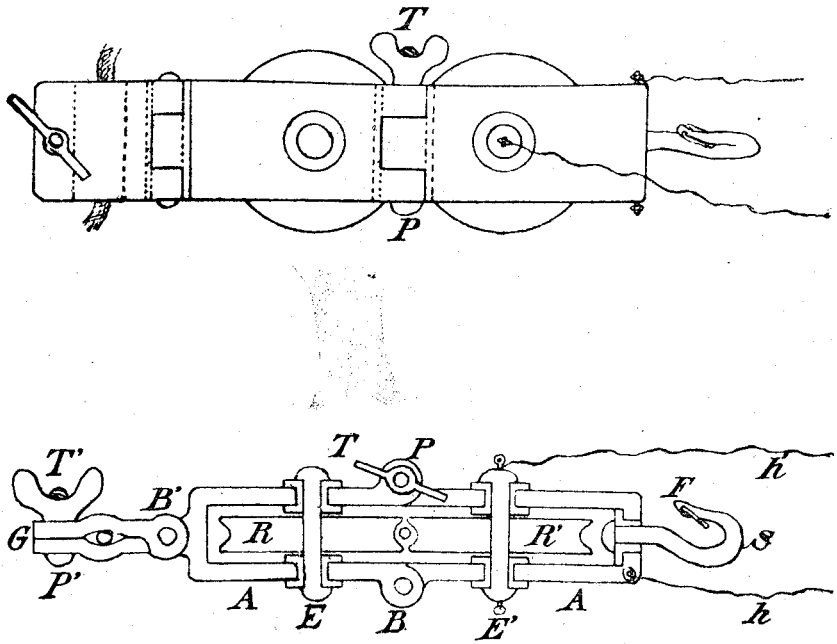


Fig. 12.

la armadura, y sobre una chapa unida rígidamente a ella, cierra a charnela otra, constituyendo una garra G con su pasador P' roscado y tuerca de apriete con orejas T'. En la parte inferior de la misma armadura, y aislado también de ella por otro collar de ebonita, se sujeta el gancho de suspensión S con su fiador F, para evitar que una brusca sacudida pudiera desenganchar la cámara de allí suspendida.

En la garra G se aprisiona el cable de amarre de la segunda cometa que se quiere elevar sobre el cable de la primera colocado entre las dos poleas. De este modo, una corriente eléctrica enviada desde tierra por el cable de la cometa C (fig. 11), pasa por la armadura y el hilo h a uno de

los polos del electroimán del obturador, atravesando en su camino los niveles de mercurio del aparato de suspensión de la cámara, y saliendo por el otro polo del citado electroimán después de hacerlo actuar, vuelve por el hilo h', eje E', polea R' y cable de la primera cometa, a cerrar sobre el generador de la corriente o sobre tierra, si el otro extremo de

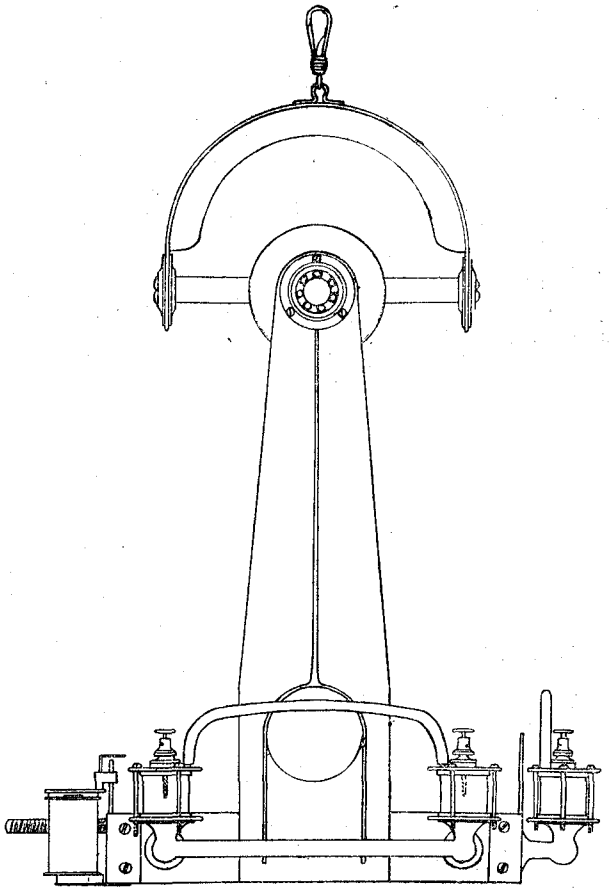


Fig. 13.

éste está a ella unido como en la figura 11. Creemos más conveniente lo último, para evitar percances con los fenómenos de electrificación de las cometas en las capas elevadas de la atmósfera, aunque, en estos casos, no se corra el peligro que con los globos.

El aparato de suspensión de la cámara se ha construído de aluminio, corrigiendo los defectos de que adolecía el primero que se usó.

Sus principales modificaciones han consistido en elevar los ejes de

giro de la suspensión Cardan bastante por encima del centro de gravedad de la cámara y proveerlos de cojinetes de bolas para reducir lo más posible los rozamientos, haciendo de este modo, mucho más sensible el sistema. Se compone del mismo marco de madera fuerte (fig. 13) que sirvió para el primero empleado con los mismos niveles y con sólo una pequeña variación en el movimiento de la armadura del electroimán para que, no girando ésta sobre uno de sus extremos, sino desplazándose sobre guías paralelamente a sí misma, no pierda el paralelismo con la línea de las cabezas de los núcleos, no perdiéndose así en vano gran parte de la fuerza atrayente; lo que permite reducir mucho la intensidad de la corriente que se le ha de proporcionar al aparato, para que se dispare el obturador.

Del centro de los dos lados mayores del citado marco, parten dos largos montantes de chapa de aluminio con nervios de refuerzo longitudinales, y terminan en su parte superior en cojinetes de bolas que reciben las cabezas de un eje, también de aluminio. Este eje atraviesa una esfera del mismo metal, cruzada en sentido perpendicular por otro eje que con la esfera y aquél, forman un conjunto rígido. El segundo de estos ejes, de igual longitud que el primero, también aloja sus extremos en cojinetes de bolas montados sobre un semicírculo de chapa igual a la de los montantes y con su correspondiente nervio de refuerzo. En el punto más alto del arco lleva sujeto el mosquetón que ha de servir para colgarlo del gancho que pende del carretón de enlace de las cometas.

Tornos.—Estas han de ir provistas cada una de su torno para el arrollamiento del cable de tracción; y ya que no se pueda aconsejar que sean éstos movidos por motores, lo que sería muy caro, aconsejamos que tengan el mayor desarrollo posible para que su movimiento se traduzca en uno de traslación relativamente rápido de la cometa que la mantenga en el aire o retarde su caída al reducirse o anularse la intensidad del viento.

Con estos tornos no deben hacerse elevaciones sino en días de viento constante, en lo posible. Y no lo decimos por el peligro que pueda correr la cámara tan solo, peligro relativo; pues nosotros hemos visto abatirse el sistema de cometas en una calma casi absoluta, con una lentitud que alejaba todo temor, funcionando los tornos a brazo. Pero téngase en cuenta la posible existencia no advertida, de líneas de conducción eléctrica de alta tensión en la región donde se trabaja, y júzguese del peligro que representa el que el cable de la cometa, que puede tener más de un kilómetro de longitud, llegue a tocar una de éstas. Y en el caso de operarse sobre una población, los trastornos de un abatimiento inopinado no serían pequeños seguramente.

No describimos los tornos por creer que basta la inspección de la fi-

gura 14. Baste decir que llevan una uña de retenida sobre una ruedecilla dentada y que deben lastrarse por su base en el lado correspondiente, según el sentido de la tracción del cable.

Modificación necesaria del estereocomparador.—Ya hemos visto en otra parte de este trabajo que la principal, por no decir la única, dificul- que para el uso del estereocomparador ofrecía este sistema, era la de no

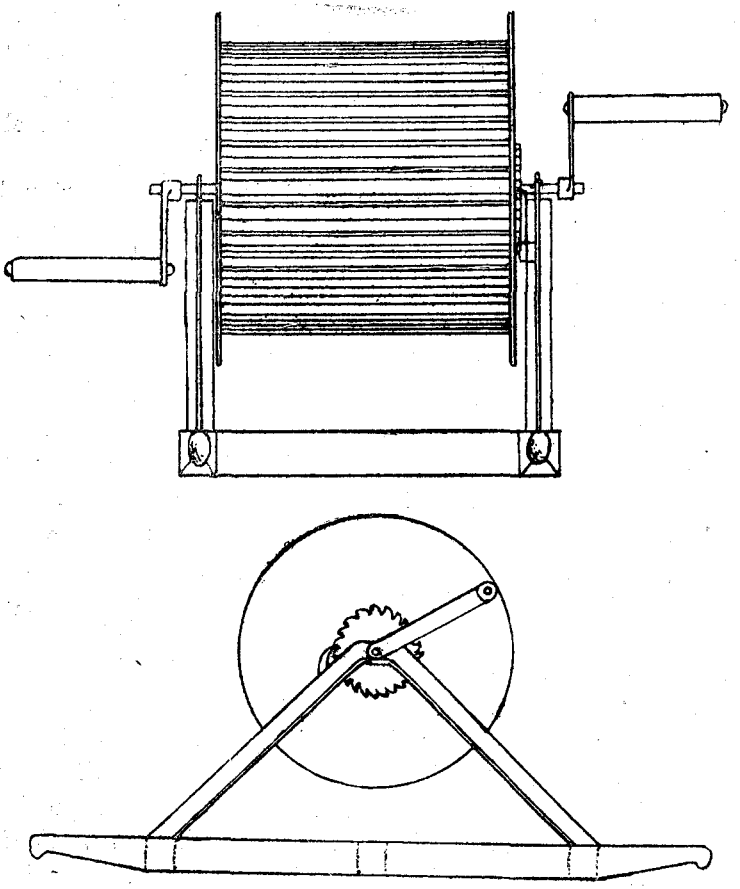


Fig. 14.

poderse orientar en este aparato las placas obtenidas desde lo alto, ya que la dirección de los ejes de las dos que se han de colocar simultáneamente en aquél aparato formaban, en el momento de la impresión, un ángulo cualquiera, generalmente grande, que hay que reproducir para operar con ellas, y los marcos-soportes de las mismas, sólo son suscep-

tibles de un pequeñísimo giro. Veamos como puede remediarse esto sin destruir los fundamentos del aparato.

Un estereocomparador se compone, en líneas generales, de dos partes principales, que son: los soportes de las placas y el estereomicroscopio o microscopio binocular.

Los primeros consisten en dos marcos montados sobre un carretón que corre en el sentido de la mayor dimensión del aparato. Estos marcos *A*, sobre los que se apoyan las placas *P* en todo su perímetro por una estrecha zona muy proxima a los bordes, son huecos en su centro, para dejar paso a la luz que ilumina aquéllas por transparencia procedente de la reflexión de dos espejos deslustrados y colocados bajo ellos; y su montaje sobre el carretón que los soporta y arrastra se hace por intermedio de otros marcos, que les sirven de guía para efectuar dos

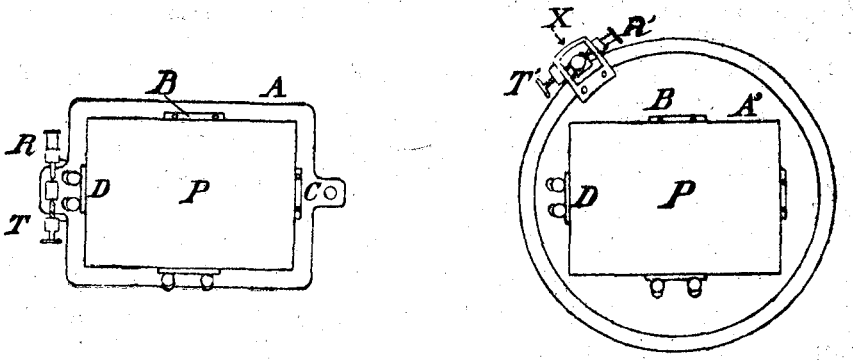


Fig. 15.

movimientos en su plano, independientes, uno, el de la izquierda, en el sentido de la longitud del carretón, y el otro, en sentido perpendicular (figura 15).

Estos movimientos se completan por otro de giro alrededor del eje *C* obtenido por medio del tornillo *T* y resorte antagonista *R*, y limitado en su amplitud por los mismos soportes de éstos.

B y *D* sólo son cuatro topes que sirven para fijar la posición de la placa sobre el marco. Los dos *B* son fijos, y los *D* tienen un pequeño movimiento de traslación.

Pues bien: nada impide que el marco sea circular y vaya embutido en una corona, soportada por el otro marco inferior a la manera que la placa de los nonius en el limbo de cualquier aparato topográfico. De este modo, el movimiento de giro sería completo y exacto además, mediante el uso de un tornillo de presión y otro de coincidencia, como se ve en la figura. En nada se modifica así el aparato si no es en sus dimensiones, ya

que los marcos que soportan las coronas circulares pueden seguir siendo rectangulares en su parte inferior y susceptibles, por tanto, de conservar los antes citados movimientos de traslación.

El otro carretón, portador del estereomicroscopio que ocupa una posición superior a la del porta-placas y tiene su movimiento en sentido perpendicular al mismo, no hay que modificarlo, y tan sólo el tubo que lleva en sus extremos los espejos o prismas que reflejan las imágenes hacia los objetivos del microscopio, habría de alargarse algo para ajustarse a la mayor separación de los centros de las placas.

Consecuencias deducidas de las experiencias.

Y ya sólo nos resta, para terminar este trabajo, exponer brevemente algunas consecuencias prácticas que hemos deducido de nuestras experiencias, a saber:

1.ª Que en terrenos llanos o poco accidentados, una sola vista fotográfica tomada a 500 metros de altura, permite dibujar un plano con toda la exactitud deseable, si se adopta la escala de $^1/_{25000}$, aun cuando haya relieves de 10 metros. Pero si se acoplan dos o tres fotografías, la escala se puede elevar hasta $^1/_{500}$ sin inconveniente alguno.

2.ª Que bastá solamente que se conozca la longitud exacta sobre el terreno entre dos puntos (que estén al mismo nivel) representados en la placa, para poder deducir la escala de ampliación que debe darse a la imagen; pero que si el terreno aparece con algún relieve, convendría que en cada placa se conociera la longitud de dos líneas que unan tres puntos, por lo menos, y que cada punto aparezca en dos o tres placas a la vez.

3.ª Que con la distancia focal que nosotros hemos empleado, la altura de 500 metros es la conveniente para las escalas hasta $^1/_{3000}$; pero en escalas inferiores, será preciso elevar aquella altura a 1.000 metros, con lo que se aumentará mucho el terreno abarcado por el objetivo.

4.ª Que aun cuando no es necesario determinar la situación en el plano de las proyecciones de los centros de las placas, ni su orientación, como estas operaciones pueden hacerse gráficamente de un modo sencillo, es conveniente hacerlas.

5.ª Si se quiere aplicar a estas fotografías el procedimiento estereofotográfico, se debe procurar que las proyecciones de los centros de placas sobre el plano, no disten entre sí más de $\frac{1}{25}$ a $\frac{1}{30}$ de la altura, que se procurará sea casi igual para todas las placas, lo cual no será difícil de conseguir si todas las de un grupo se impresionan el mismo día y a intervalos de tiempo lo más reducidos posible. Cuando se pueda dispo-

ner de una cámara con cambio automático de placas, aquella condición será más fácil de llenar.

6.ª Que en terrenos de poco relieve, convendrá prescindir de altimetría, sustituyéndola por una nivelación de precisión, con lo cual se podrían obtener los planos de las poblaciones con gran rapidez y exactitud, prescindiendo de las enojosas y costosas mediciones que exige un plano de esta clase. Este es uno de los casos en que el nuevo procedimiento tiene su más ventajosa aplicación.

En terrenos de gran relieve, actualmente no habrá más remedio que acudir al procedimiento estereofotográfico.

*
* *

Estas y otras muchas consecuencias deducidas de tan corta experiencia nos animan, con las más halagüeñas esperanzas, a continuar el camino emprendido, estudiando nuevos aspectos, tanto del procedimiento estereofotogramétrico, como del de proyección cónica ordinaria, y a divulgar estos trabajos con el deseo de encauzar por ellos nuevas actividades que contribuyan a su completo éxito, ya que debe ser aspiración de particulares y Empresas el obtener rápida, exacta y económicamente buenos planos en que fundamentar sus negocios, tanto agrícolas como industriales.

Para ello, y para honrar la memoria del malogrado Coronel Vallhonrat, realizador del sistema, hemos escrito estas cuartillas, y por vuestra atención al escuchar su lectura, os damos las gracias.

ÍNDICE

Págs.

Fundamento del método..... 6
Posibilidad de realizar estas condiciones..... 7
Desarrollo del sistema..... 10
Fórmulas empleadas..... 13
Longitud de las bases..... 18
Orientación de los clichés..... 18
Determinación de las coordenadas de los puntos del terreno..... 19
Estación a la misma altura..... 19
Estaciones situadas a diferentes alturas..... 22
Modo de operar..... 23
Parte práctica.—Experiencias realizadas y consecuencias a deducir..... 27
Nuevos aparatos y modificaciones de los antiguos que se proponen en la práctica..... 37
Consecuencias deducidas de las experiencias..... 44

CARRETERAS Y FERROCARRILES

EUSEBIO GIMÉNEZ LLUESMA

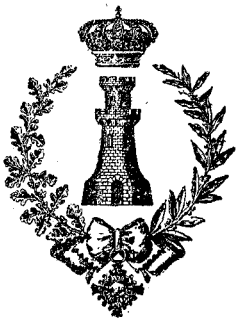
: INGENIERO MILITAR :

CARRETERAS Y FERROCARRILES

COMUNICACION PRESENTADA AL

Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias

CELEBRADO EN OPORTO DEL 26 JUNIO AL 1.º JULIO DE 1921.



Imprenta del «Memorial de Ingenieros
* del Ejército».—Madrid, 1921. *

CARRETERAS Y FERROCARRILES

La carretera quedó desierta con la intensificación de la red ferroviaria. El camión automóvil le ha devuelto, centuplicada, su antigua importancia; y en el estudio del problema general de los transportes, tan de actualidad en España, debe contarse con la red de carreteras como uno de los elementos principales para dar cima a problema tan interesante, problema del cual depende en gran parte el desarrollo y la buena marcha de la economía nacional.

La disminución del tránsito por carretera, antes de los maravillosos progresos del automovilismo, hizo que una gran masa de opinión declarase guerra sin cuartel a la reina de las comunicaciones ordinarias: se fió la resolución del problema de los transportes a los caminos vecinales y a los ferrocarriles secundarios, prescindiendo por completo de la carretera, y se proclamó la necesidad de suspender, de abandonar la construcción de tan útiles, de tan necesarias vías de comunicación.

Pero el resurgimiento del tránsito por carretera relega al camino vecinal a su verdadero papel, no considerándole ya como línea de comunicación general, sino como ramal de carretera, como simple trozo que responda al enlace de pueblos aislados de la red general de comunicaciones.

No dejaba de tener fundamento la exagerada campaña que se hizo a favor de los caminos vecinales y en contra de las carreteras, pues reconocía por causa principal el poco coste de aquéllos: el camino vecinal puede considerarse como la carretera económica. Y claro está; si el tránsito rodado había disminuído notablemente y hasta casi anularse en ciertas secciones, era preciso sustituir las vías de mucho coste por las vías económicas, teniendo en cuenta el sabio principio de que lo mejor es enemigo de lo bueno. Pero la equivocación de todos aquellos que se declararon enemigos de construir nuevas carreteras, de perfeccionar y completar la red de estas necesarias vías de comunicación, estribaba en que no se adivinaba, en que no se preveía lo que muy pronto iba a ser el automóvil. No se tenía en cuenta que los autocamiones se pondrían al

servicio de las comarcas aisladas de la red ferroviaria: esta clase de vehículos exigía imperiosamente caminos anchos, de buen trazado, bien entretenidos y de excelentes condiciones para el transporte de grandes masas. Y para esto no sirve el camino vecinal.

Decretada la muerte de la carretera y su sustitución por caminos más modestos, era preciso completar la obra con otra exagerada campaña a favor de los ferrocarriles secundarios, extendiendo la red ferroviaria de interés local a toda clase de comarcas, pobres o ricas, pobladas o casi desiertas, llanas o montañosas, propias o impropias para dar vida a un ferrocarril. Pero el autocamión ha venido también a contener esas exageraciones sobre la extensión de la red secundaria, reduciéndola a sus justos límites, y afirmando que no deben construirse líneas innecesarias, ruinosas, y líneas que sólo estén impuestas por el capricho o por la vanidad de tener un ferrocarril para el servicio de una comarca que tan bien servida puede estar por una línea de automóviles.

Por que para cierta clase de comarcas, la carretera y el autocamión responden de una manera más racional a las exigencias del tráfico que un ferrocarril de interés local. Esta clase de comunicaciones, para no ser ruinosas, para tener vida propia, necesitan tener un tráfico casi constante; un tráfico que oscile entre límites no muy distantes, cuyo máximo y mínimo no estén alejados con exageración. Y hay comarcas, muchas, muchísimas, cuyos cultivos se dedican casi exclusivamente a una sola clase de productos, y el tráfico de la línea que sirva a dicha comarca es muy activo en una corta época del año y casi nulo en todo lo demás. En esas comarcas se impone la carretera y el autocamión, y no es conveniente el ferrocarril de interés local.

Debe, pues, estudiarse la actual red de carreteras para perfeccionarla y completarla, persiguiendo la terminación de aquéllas que tienen construídas secciones extremas que deben unirse, a fin de que no haya solución de continuidad. Debe cuidarse de que la red de carreteras responda a las exigencias del automovilismo que puede servir perfectamente los intereses del tráfico de muchas comarcas, separadas de la red de vías férreas, y que no tengan condiciones para dar vida propia a un ferrocarril secundario. Y, sobre todo, debe establecerse un turno de preferencia para las líneas completas, secciones, trozos u obras de arte que deben construirse.

En ese turno de preferencia debe figurar, en primer lugar, la carretera del valle de Arán, el túnel que, por el puerto de la Bonaigua, ponga en comunicación con Lérida, con la capital de la provincia, al partido de Viella. Por que el Valle de Arán es una interesantísima comarca española que está en la vertiente septentrional de los Pirineos, y, por lo tanto,

se encuentra aislada por las nieves en gran parte del año: para comunicarse con España ha de atravesar el territorio francés. El túnel de la Bonaigua le dará la comunicación que necesita para no salir del territorio español. Esa debe ser, pues, la obra preferente en la red de carreteras de España.

***

La estatificación de los ferrocarriles españoles es una idea que va ganando la opinión de cuantos se ocupan con interés de las cuestiones ferroviarias. Y pudiera suceder que una idea sana, una idea salvadora como es la de que el Estado llegue a ser el propietario de toda la red de vías férreas, se convierta, por proceder de una manera inconsciente y atropellada, en la ruina de la economía nacional.

Las grandes Compañías de los ferrocarriles españoles no son constructoras; son puramente explotadoras. No han querido nunca modificar la red explotada, y se han opuesto a toda construcción que rectificase las grandes líneas, ahorrando kilómetros de recorrido, gastos de transporte, y tiempo invertido en viajes y expediciones de mercancías.

Ante esa resistencia a la rectificación y ampliación de la red ferroviaria de vía ancha o normal, las comarcas alejadas y no servidas por esos ferrocarriles de interés general lo fiaron todo a los ferrocarriles secundarios, a los ferrocarriles económicos, a los de interés local. Y se exageró tanto ese entusiasmo por la red secundaria, que llegó a legislarse sobre ferrocarriles estratégicos y a fusionar dos redes de ferrocarriles, que tan pocos puntos de contacto tienen entre sí. Tan atropelladamente se procedió en aquel plan estratégico, que hubo verdadero empeño en no admitir que la sección de Santiago a Betanzos fuese de vía normal, como era preciso, por que había de unir dos líneas de vía ancha, si no que debía proyectarse para vía de un metro, interrumpiendo, estableciendo así solución de continuidad en un ferrocarril estratégico de tanta importancia como el de Túy al Ferrol, el de la frontera portuguesa a nuestra base naval del Noroeste.

No se debe restar a la red secundaria la importancia que indudablemente tiene para resolver el problema ferroviario en España; pero tampoco debe olvidarse que se impone encerrarla entre sus justos límites. No debe esta red secundaria invadir el campo que por derecho corresponde a la rectificación y ampliación de la red principal, de la constituída por las grandes líneas, por los ferrocarriles de interés general. Y de otra parte, no conviene extender dicha red secundaria a las comarcas pobres que no permitan abrigar la esperanza de que el proyectado ferro-

carril llegue a tener vida propia, y, sobre todo, si esas comarcas están cruzadas por carreteras en donde pueda establecerse un buen servicio de automóviles. Las líneas de débil tráfico son ruinosas y sólo deben construirse en casos de absoluta necesidad.

La red secundaria no debe invadir el campo que está reservado a la red principal, pues la construcción de un ferrocarril de vía estrecha en donde debe construirse uno de vía ancha, representa un atraso, un estancamiento, para el perfeccionamiento de la red de los ferrocarriles de interés general. Figura en el plan secundario una línea compuesta de dos secciones y cuyo proyecto está ya aprobado. El proyecto es para vía de un metro; y como ese ferrocarril, el de la estación de Baeza a Requena, por Alcaráz y Albacete, debe considerarse como una sección de la gran línea de Valencia a Sevilla, si el ferrocarril secundario se construye como está proyectado, será una rémora para establecer la gran línea, el ferrocarril de vía ancha que ponga en comunicación directa la cuenca del Guadalquivir con la costa de Levante.

El vicio de origen que tiene el plan de ferrocarriles secundarios—no imputable, por cierto, a la Comisión que lo formó, cuya iniciativa estaba limitadísima,—tiene dos puntos principales que considerar. Se proclamaba intangible la red de los ferrocarriles de vía ancha. No se debían construir líneas de rectificación y complemento de la red. Debía fiarse todo el porvenir ferroviario de España a los ferrocarriles secundarios, renunciando a toda construcción de ferrocarriles de vía ancha. El perfeccionamiento de la red principal era lo secundario, y la red secundaria era lo principal del problema que se quería resolver.

Pero llega la época actual con el aumento de tráfico en un 60 por 100. El material móvil está completamente destrozado y hay gran escasez de vagones y locomotoras. El problema de los transportes toma lugar preferente, y se cae en la cuenta de que la red ferroviaria principal debe perfeccionarse, construyendo las secciones de rectificación y complemento que permitan establecer las grandes líneas, las líneas directas, las arterias principales por donde circule la savia que ha de dar vida a la economía nacional.

Y este nuevo aspecto del problema ferroviario obliga a retirar líneas de la red secundaria, a modificar proyectos, a variar la anchura de la vía, a no fiar todo el problema de los transportes a los ferrocarriles secundarios.

Por que ya hemos visto que el proyectado ferrocarril de la estación de Baeza a Requena debe ser de vía normal por ser una sección de la línea directa de Valencia a Sevilla; y debemos tener en cuenta otra línea directa: la de Madrid a Vigo, por Zamora y Puebla de Sanabria, línea de

vía ancha que ha de hacer retirar los proyectos de vía estrecha que se hicieron para los ferrocarriles secundarios que debían servir de enlace, por el valle del Tera, a la provincia de Orense con la meseta castellana.

Vendremos así al verdadero terreno en que debemos estar y del cual no debíamos haber salido. La red ferroviaria principal será lo principal; será la base de estudio, y a ella se subordinará la secundaria. También se subordinó esta segunda a la primera al formar el plan; pero se trataba de una red imperfecta y no la que ha de resultar después del estudio que ahora se haga, planeando líneas, secciones y ramales que rectifiquen y amplíen la red de los ferrocarriles de interés general. Esa nueva red perfeccionada es la que debe servir de base a la de las líneas de interés local.

En España no había política ferroviaria, y, como siempre, el exceso del mal ha traído el bien. El tráfico aumentó en un 60 por 100: los malos carbones, el exceso de trabajo y la falta de reparación nos han dejado sin locomotoras y sin vagones. Las Compañías de ferrocarriles reclaman el auxilio del Estado, y el Estado reclama que cese ya de una vez esa acción independiente de las Compañías. Se ha planteado por fin el problema ferroviario, que es la base principal del problema general de los transportes.

Pero el desbarajuste que hoy reina en la explotación de los ferrocarriles españoles no es sólo cuestión de material móvil; no basta para remediarlo el aumento de vagones y locomotoras; no podrá normalizarse el tráfico sin perfeccionar la vía, sin atender a los buenos enlaces y sin establecer nuevas líneas que rectifiquen y completen la actual red principal.

Las conveniencias internacionales nos imponen el establecimiento de las grandes líneas, de las líneas directas, de las que han de representar un gran avance en la resolución del problema ferroviario. Pero estas líneas no deben constituir una red independiente de la actual, si no que, por el contrario, ha de estar íntimamente enlazada con ella. El empeño de proyectar las líneas internacionales apartándose de las ya construídas, es un empeño ruinoso. El temor de que no haya medio de entenderse con las Compañías propietarias de la red establecida, a fin de aprovechar secciones comunes entre ésta y la proyectada línea directa, va desapareciendo, puesto que estamos ya en camino de llegar a establecer la intervención del Estado; a suprimir, por completo, ese régimen de independencia de las Compañías de Ferrocarriles.

La línea directa de Madrid a París, podrá resultar con algunos kilómetros más, si se adopta el trazado Somosierra, Burgos, Vitoria, Zumárraga y San Sebastián, en vez del de Valcarlos, Pamplona y Soria; pero el trazado por Burgos es infinitamente superior al otro, desde el punto

de vista español. El segundo trazado sólo atiende a los intereses franceses: la línea que resultara representaría una servidumbre en nuestro territorio; sería línea de gran presupuesto de construcción y de limitado rendimiento. La pagaría España, poniéndola al servicio de Francia.

La línea directa de Madrid a Vigo debía tener, como base, el trazado Zamora, Puebla de Sanabria, Allariz. Para la unión de Zamora con Madrid debía tomarse a Avila, como punto obligado, aprovechando la sección ya construída entre esta capital castellana y el gran centro ferroviario de España.

La construcción de una red de líneas directas con independencia de la red establecida representaría una humillación, una confesión de impotencia del Estado, un temor depresivo para la dignidad nacional, por no atreverse a combinar trazado y explotación de las actuales líneas con las que se proyectan. Y eso no puede admitirse, sobre todo en estos momentos en que se va a plantear en toda su amplitud el problema ferroviario. Las líneas ya construídas deben aprovecharse, en todo o en parte, siempre que tengan secciones trazadas con la misma dirección general que se persigue para la línea directa. Porque representa una solución inadmisible que se imponga al ingeniero que proyecte la línea de Madrid a Algeciras, como puntos obligados, Ciudad Real y Córdoba, y se le obligue a prescindir de la línea ya construída de Madrid a Puertollano, cuando bastaba unir este punto con aquella capital andaluza.

La red principal ha de ser principal para todo: ha de ser la base del problema general de los transportes, y ha de ser también la base de la red secundaria, de los ferrocarriles de interés local. Y al proyectarse las líneas directas internacionales y las líneas directas a los puertos, debe tomarse como base la red ferroviaria principal. Deberán construirse nuevas líneas que completen la red: se deberán construir secciones de rectificación, de acortamiento, como la de Soria a Castejón, que completaría la directa de Madrid a Pamplona, o la de Avila a Salamanca, que es la directa de Madrid a Oporto; pero todo ello ha de reconocer como base, como punto de partida, la red ferroviaria de vía ancha o normal, la que no puede abandonar el Estado, porque ha de ser suya, porque ha de ser siempre el factor principal del problema general de los transportes.

El plan de ferrocarriles secundarios se formó como si la red secundaria debiera suplir las deficiencias, todas, de la red principal. Se reconocía la intangibilidad de ésta. No se admitía la construcción de secciones de acortamiento y de ampliación. Se proclamaba el absurdo principio de que ya no se había de construir un solo kilómetro de ferrocarril de vía ancha.

Y el plan de los ferrocarriles directos proclama como principio el

apartamiento de las proyectadas líneas de las zonas servidas por las ya construídas, y la independencia entre los ferrocarriles directos y la red principal.

Pero la realidad de la postguerra obliga a plantear en toda su extensión el problema ferroviario, y se ha de resolver éste en un régimen de armonía con tendencia a la estatificación de los ferrocarriles, y combinando, enlazando íntimamente, la red secundaria con la red principal; perfeccionando, rectificando y completando ésta, y sirviendo de base al establecimiento de líneas directas a los puntos importantes de costas y fronteras.

***

El problema general de los transportes no podrá resolverse en toda su extensión si no tiene por base una buena y permanente *política ferroviaria*. La formación del plan de ferrocarriles y carreteras; el enlace íntimo que debe establecerse entre la red ferroviaria principal y la red secundaria, así como entre éstas y las carreteras, con su complemento de los caminos vecinales; el estudio del tráfico y del movimiento en todas las comunicaciones terrestres, exige imperiosamente una atención constante, una política permanente, una libertad de acción que tenga por punto de partida la iniciativa para la construcción de nuevas líneas y no se detenga hasta conseguir perfectos enlaces en las estaciones de empalme, en los nudos ferroviarios, en las estaciones extremas.

Y para desarrollar esa política ferroviaria, base indispensable de la resolución del problema general de los transportes, es preciso crear un organismo que obre con cierta independencia y autonomía, que actúe con una orientación fija, que desarrolle una acción permanente y que no esté subordinada a los continuos cambios de la política general del país. Debía crearse, pues, la *Dirección general de Transportes*.

Pero la acción de ese organismo no podría tener el carácter de permanencia y de fija orientación que es absolutamente necesario, si el jefe, si el director, tenía representación parlamentaria. Era preciso de toda precisión declarar la incompatibilidad del cargo de director de Transportes con el de senador o diputado a Cortes. En las Cámaras, en el Senado, en el Congreso, tendría la Dirección su representante legítimo; allí estaba el Ministro; el director no podría distraerse de su verdadera misión, por que se lo impediría la gran intensidad de trabajo que sobre él había de pesar.

Y estableciendo con esas condiciones el organismo que se considera indispensable, se habría dado un gran paso en la resolución del problema de los transportes terrestres.

A la *política ferroviaria*, base del problema de los transportes terrestres, debía acompañar una buena *política marítima*, una política de puertos; y por eso debía crearse el organismo que pudiera desarrollarla, completando así el planteo y resolución del problema general de los transportes. Ese organismo podría ser la *Dirección general del Tráfico marítimo.* Las dos direcciones generales, la de Transportes y la del Tráfico marítimo, unidas a la actual de Correos y Telégrafos, constituirían el MINISTERIO DE COMUNICACIONES.

CONCLUSIONES

Primera.—La resolución del problema general de los transportes ha de fundarse en una buena y permanente *política ferroviaria.*

Se impone la creación de un organismo que obre con cierta autonomía e independencia y que podría denominarse *Dirección general de Transportes.* El cargo de director debía ser incompatible con toda representación parlamentaria, por exigirlo así la intensidad del trabajo y la necesaria movilidad que impondría el desempeño de tan importante y complicada misión.

La Dirección general de Transportes con su gemela la del *Tráfico marítimo* y la actual de *Correos* y *Telégrafos*, constituirían el MINISTERIO DE COMUNICACIONES.

Segunda.—Es base fundamental del sistema de comunicaciones terrestres la red ferroviaria principal, la constituída por los ferrocarriles de interés general, la formada por las líneas de vía ancha y normal. Debían considerarse como parte de la red principal los ferrocarriles de vía estrecha sólidamente construídos y de gran capacidad de movimiento como el de Santander a Bilbao, así como aquéllos que tengan gran valor estratégico como el proyectado de Gijón al Ferrol.

Tercera.—La red ferroviaria principal debía perfeccionarse y ampliarse, construyendo secciones de rectificación o acortamiento como la de Puertollano a Córdoba y la de Soria a Castejón. Debía construirse la doble vía en aquellas secciones en que lo hiciese necesario el gran movimiento de trenes, y debía prestarse preferente atención al perfeccionamiento de los enlaces, a fin de que fuese posible el establecimiento de trenes directos en las grandes líneas, tanto los rápidos y expresos de viajeros, como los homogéneos especiales de mercancías.

Cuarta.—Las grandes líneas directas como las de Madrid a Vigo, a la frontera francesa y al campo de Gibraltar, no deben proyectarse ni construirse con independencia de la red principal, sino que, por el contrario,

deben estar íntimamente enlazadas con ésta, constituyendo una sola red ferroviaria.

Los ferrocarriles de la red principal, subvencionados en su casi totalidad, constituyen parte importantísima del patrimonio nacional. Más pronto o más tarde ha de venir para cada línea la reversión al Estado. No puede, por lo tanto, admitirse que las grandes líneas directas formen una nueva red ferroviaria en competencia con la actual.

Quinta.—La red secundaria, la constituída por los ferrocarriles de interés local, ha de estar subordinada a la red ferroviaria principal. Son antieconómicas y no deben construirse las líneas cortas, sin salida y de débil tráfico que no unan estaciones de ferrocarril o centros de actividad, y que recorran comarcas cruzadas por carreteras en donde pueda establecerse un buen servicio automovilista.

La red secundaria no debe invadir el campo reservado a la red principal, ni debe confundirse nunca con la red de los ferrocarriles estratégicos.

Sexta.—Debe completarse la red de carreteras, dando preferencia a la construcción de las secciones que han de unir los trozos ya construídos que iniciaron una línea de interés general.

La red de carreteras, enlazada con la de ferrocarriles y completada por los caminos vecinales, puede constituir una perfecta red de comunicaciones ordinarias que, con las vías férreas, será el complemento de una tupida red general de comunicaciones que enlace íntimamente todos los poblados, comarcas productoras y centros de actividad que salpican el territorio español.

Madrid, 11 abril de 1921.

EUSEBIO GIMÉNEZ LLUESMA.

* * *

El derrumbamiento de la Comandancia de Melilla ha planteado en toda su extensión el problema hispano-marroquí. La imprevisión y la falta de preparación para la guerra, se han puesto de manifiesto una vez más. Las bellas y cándidas teorías pacifistas fracasaron como siempre, y la brutal realidad de los hechos vuelve a imponer el eterno principio, torpemente olvidado muy a menudo, que no hay otra garantía para el triunfo de la fuerza del derecho que el derecho de la fuerza.

La acción política de España en Marruecos ha de ir siempre acompañada de la acción militar. No hay acción militar perfecta si el choque de las armas no está dirigido por la política de la guerra. Pero tampoco podrá ser eficaz la labor civilizadora, si ésta no se apoya en un ejército maniobrero dotado de todos los elementos modernos de combate.

Corresponde al honor de España, como ha dicho un ilustre estadista, traer al derecho de gentes y a la civilización, al pueblo africano. No cabe duda ninguna. Pero debe procederse con cordura, con energía y con buena orientación. Las escuelas indígenas y las granjas modelo son perfiles que hay que dejar para más adelante Lo principal es ventilar el país, abrir sus puertas, dar entrada a los elementos civilizadores para que se pongan en contacto con aquella raza agria, dura; raza en la que anidan todas las malas pasiones y todas las rudezas del hombre primitivo.

Y el ejército que opere en Marruecos ha de tener principalmente un carácter maniobrero, evitando cuanto sea posible la enervadora vida de las posiciones que es origen de negligencia en el servicio y de pérdida de actividad y aptitudes militares.

Puede afirmarse, pues, que el problema hispano-marroquí es un problema de comunicaciones. La pista, la carretera, el ferrocarril, los puertos y desembarcaderos, han de ser los principales elemento de la obra civilizadora de España en Marruecos.

Hablar de combates, de batallas decisivas, en aquel territorio, es una completa vulgaridad.

Hemos de considerar que la campaña, latente u ostentosa, ha de ser siempre de actualidad. En los estallidos de la brutalidad marroquí habrá que movilizar tropas peninsulares. La costa del Mediodía será siempre nuestra base de operaciones. Cádiz, Algeciras, Málaga, Almería y Cartagena serán los puertos de embarque. La concentración de las fuerzas combatientes en estos puntos ha de hacerse por los ferrocarriles que tengan la dirección general de Norte a Sur. La red ferroviaria española tiene muchos defectos que corregir, y debe procederse con urgencia a remediarlos, pues el problema de la movilización es también un problema de comunicaciones.

La línea de Madrid a Málaga estuvo congestionadísima en estos últimos meses de transporte de tropas, porque no basta el ferrocarril de Alcázar de San Juan y Despeñaperros para rendir el servicio que requiere toda Andalucía. Y todo ello reconoce por causa la negligencia de la Compañía del Mediodía que no quiere construir el ferrocarril de Puertollano a Córdoba, y la pasividad del Estado que tolera a la Compañía concesionaria que nos prive de tener una línea directa a Sevilla por Ciudad Real, Puertollano y Córdoba.

La gran línea de la costa de Levante, la que arranca de los Pirineos en la estación fronteriza de Port-Bou, debe terminar en el puerto de Almería. Bastaría, para conseguirlo, construir un ramal de vía ancha de Almería a Huércal-Overa. Protestan los almerienses del papel secundario que ha hecho el puerto de aquella capital andaluza en el embarque de

tropas, y no orientan la acción de las fuerzas vivas en el sentido de conseguir la construcción de dicho ramal. Olvida Almería que la importancia de los puertos depende de la que tengan las comunicaciones que a ellos afluyan.

Estamos en un momento crítico y tal vez decisivo. Podemos abrigar la esperanza de que vayan corrigiéndose poco a poco las citadas y otras muchas deficiencias que tan imperfecta hacen a nuestra red ferroviaria. Tiene ya estado parlamentario el proyecto de transportes. Surgió del debate, en que tomaron parte las más altas personalidades de la política española, una perfecta coincidencia sobre tres puntos principales. Se convino en declarar la urgencia de la resolución del problema ferroviario. Se declaró, de otra parte, que la construcción y explotación de los ferrocarriles debe ser un servicio público que no tenga carácter industrial, y, como consecuencia, que debemos entrar francamente en el camino que conduce a la estatificación de todas las líneas construídas y por construir que forman y han de completar la red ferroviaria española.

Y, por último, se trató de la creación del Consejo Superior de Ferrocarriles.

La creación de este organismo superior es de importancia capital. Pero no olvidemos que si ha de ser eficaz, es preciso encontrar el genio organizador. Desde la Asamblea Nacional de Ferrocarriles de 1918 se viene repitiendo en toda reunión de ingenieros que: **La elección del hombre que haya de iniciar y encauzar aquella organización (el organismo superior ferroviario), es sin duda el punto más importante a que se ha de atender, pues aparte de su independencia política y condiciones especiales de carácter, debe conocer las leyes generales, sociales y económicas, la técnica de la industria de ferrocarriles, y ser a la vez un financiero experimentado.**

RESTAURACION DEL ALCAZAR DE TOLEDO

CARLOS BARUTELL
COMANDANTE DE INGENIEROS

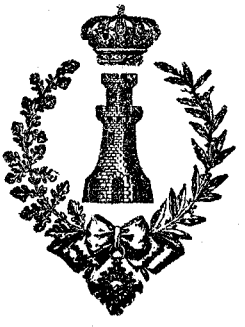
RESTAURACIÓN DEL ALCÁZAR DE TOLEDO

MEMORIA EXPLICATIVA DE LA INSTALACIÓN PRESENTADA POR LA COMANDANCIA DE INGENIEROS DE TOLEDO EN LA EXPOSICIÓN ANEJA

AL

PRIMER CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA

CELEBRADO EN MADRID EN NOVIEMBRE DE 1919



Madrid.—Imprenta del «Memorial * * * * * * de Ingenieros del Ejército». 1921

Tramitación oficial.—Bases de las restauraciones. — Arquitectura del Alcázar.—Arcada oeste.— Fachadas y escaleras. — Pavimentos y puertas. — Galerías altas.—Renacimiento de industrias locales : : : : : : :

En la noche del 9 al 10 de enero de 1887 un formidable incendio redujo, por tercera vez, a escombros y cenizas, el Alcázar de Toledo, quedando en pie únicamente los muros, la escalera principal, la arquería del patio y las puertas de la capilla, y aun estos elementos con los naturales desperfectos inherentes al violento desplome de viguerías y cubiertas.

Tratóse de una inmediata reedificación, concediéndose oficialmente tres créditos que importaban 1.777.300 pesetas en total, créditos que se anularon más tarde, en 1902, asignándose anualmente 40.000 pesetas, con cuya cantidad había que atender, en primer lugar, al carácter utilitario de la edificación, a sus necesidades urgentes, que eran nada menos que la instalación de la casi totalidad de la Academia de Infantería con parte del internado de sus 800 alumnos.

En cuanto hiciera referencia a la restauración de la parte monumental, dispúsose, por R. O. de 9 de diciembre de 1902, que se formulasen proyectos parciales de las obras por grupos que comprendieran partes determinadas del edificio. Así se ha hecho en cuanto se refiere a esa parte monumental, pensándose con indudable acierto que, con el tiempo y cuando se construyeran fuera e inmediatos al Alcázar locales propios para todos los dormitorios de alumnos, sería el momento oportuno de realizar la restauración de los locales interiores. En el exterior y en el patio no podía seguirse igual criterio, pues el historial del Alcázar y el ser éste una de las casas solariegas del arte patrio, imponían reedificarlo y reconstruirlo, a ser posible, en sus mismas líneas.

Antes de seguir adelante, conviene fijar algunas ideas que deben tenerse presentes para juzgar la obra realizada desde el punto de vista histórico.

Difícil es en muchos monumentos españoles clasificarlos de modo preciso dentro de un estilo. El período de la construcción, que a veces duró siglos, unido al transcurso del tiempo con las reparaciones a que obliga, imponen cambios en la pureza del detalle y a veces en el trazado general, que desorientan al historiador y al artista, o por lo menos le confunden con las extrañas combinaciones que a simple vista se ofrecen; por ejemplo: en la catedral de Toledo, el monumento central de la arquitectura patria, con el trazado vigoroso, característico y tipo del estilo gótico radiante del siglo XIII, encierra todas las variantes de las artes españolas desde ese siglo hasta nuestros días. Si la crítica se hubiera ejercido siempre como se ejerce ahora, con tendencias a molestar y zaherir al viviente, enalteciendo al artista muerto (más zaherido en vida, si cabe). ¡Qué se diría, cómo juzgar hoy la obra admirable del transparente del maestro Narciso Tomé, del estilo más barroco y brillante de todas las obras españolas de igual género! ¡Hacer desaparecer el trasaltar mayor gótico que hubiera para colocar un *postizo* de ese género y de ese estilo!..... Y, sin embargo, al cabo de los años compárese esa parte de la catedral toledana con la análoga a la de Sevilla, y véase la diferencia entre el conjunto tan brillante, atrevido y polícromo de la de Toledo con aquel lienzo rectangular de la de Sevilla, tan seco y tan frío, que sólo rompe su pesada monotonía el despiezo de la sillería, unos relieves y una lámpara cerca de la bóveda frente a la capilla de San Fernando. Claro es que, en arte, atrevimientos tan personalistas requieren la obra del genio, y que intentar llevar la inspiración personal a estas obras antiguas, es una sacrílega profanación digna de la censura que se ejerce en el presente.

Ahora bien: actualmente se carece de datos para muchas restauraciones y, en este caso, el acierto del artista estriba en ponerse a tono con la época del tipo predominante de la edificación y seguir sus huellas. Todo esto quiere decir que, reconociendo y elevando al cubo el respeto y escrúpulo con el pasado, a éste debe sacrificarse todo en materia de restauraciones, siempre y siempre que ese pasado, por planos y noticias, se pueda conocer o por lo menos, adivinar. Cuando esto no sucede, con cautela, pero sin miedo, deben abordarse los detalles tomándolos de otros monumentos de igual estilo y época y de la misma localidad, si es posible, y entre varios de ellos que cumplan esas condiciones, las de mejor gusto reconocido. Con este sistema, lo que inevitablemente se pierde en historia se ganará en arte.

Este ha sido el criterio general seguido en las restauraciones del Al-

cázar toledano, donde no hay detalles decorativos entre los nuevos, que no se encuentran en el mismo Toledo. Si en arte, lo que más se estima es la personalidad, en las reconstrucciones arquitectónicas lo más admirable es el respeto a la personalidad creadora.

El Alcázar de Toledo, que ha tenido la desgracia de sufrir tres incendios, para poder restaurarse ha tenido la fortuna de pertenecer a la arquitectura del Renacimiento clásico, y aunque parezca una digresión el puntualizar algo sobre este extremo, conviene hacerlo para mejor exposición de las razones fundamentales y demostrativas del respeto de la restauración.

Nació el estilo del Renacimiento al calor de tres o cuatro circunstancias, más bien por concurrencia de todas que separadamente. El no haberse aclimatado en Italia los estilos ojivales; las complicaciones de éste en su último período; el hallazgo en el siglo XV de la obra de Vitrubio, todo unido, dió lugar a recurrir de nuevo a las arcadas de medio punto, a las bóvedas de cañón y a los órdenes clásicos en los detalles decorativos: los tres rasgos que en conjunto constituyen la vuelta a los moldes del arte romano simplicista, de líneas llenas de gracia y sencillez, como pétreas demostraciones del concepto algo impreciso de la elegancia en construcción.

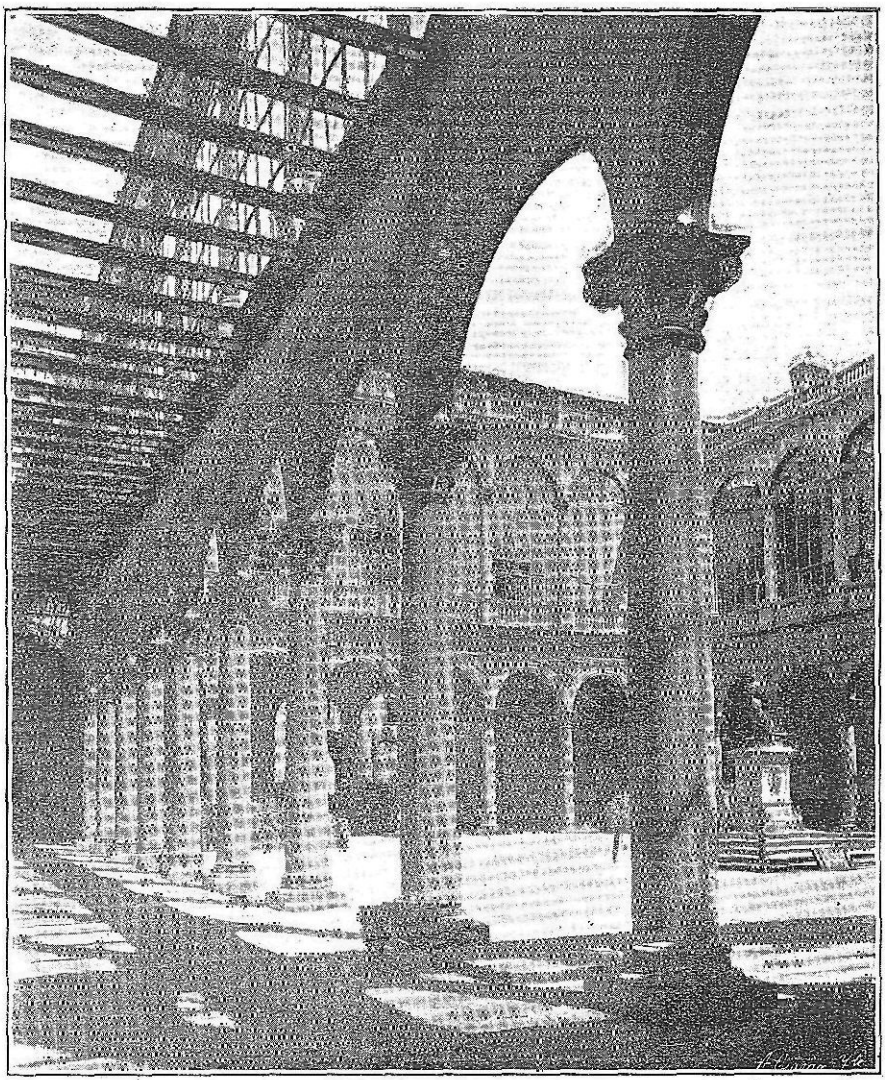
Al principio, y debido al influjo de la decoración gótica, el estilo apareció con las galas plateresca que en el Alcázar se observan en la fachada norte. Más tarde, y como reacción extrema, al ornamento anterior de los siglos medios, Herrera llevó a la arquitectura del Escorial la sequedad de la masa y la frialdad de las proporciones ciclópeas. Pero entre ambas fases hay un período del Renacimiento esencialmente clásico, puro, tan lejos de la profusión del plateresco como de la sequedad de la arquitectura gigante, en que imperan, con admirable armonía (esta es la palabra), las proporciones de los elementos constructivos, ni ligeros ni pesados, y su decoración, ni detallista ni glacial. De este período, y como modelo de él, puede citarse el majestuoso y soberbio patio del Alcázar toledano, en el que a pesar de tantos incendios, se han salvado la traza general y el alzado, que es su carácter.

La Comandancia de Ingenieros de Toledo ha puesto en este edificio todos sus cuidados y atenciones, desde hace muchos años.

El Alcázar, como es sabido, ha sufrido otros dos incendios generales aparte del indicado en 1887. El primero, intencionadamente por los austriacos en 1710 (29 noviembre) y un siglo más tarde (31 de enero de 1810), el segundo, también intencionadamente, por los franceses.

A raíz de esta segunda salvajada, el edificio quedó reducido al estado que señala la fotografía tomada de la obra *Monumentos Arquitectónicos*

de España, del insigne historiador D. Rodrigo Amador de los Ríos; es decir, casi en peor estado que el que tiene actualmente en Granada el palacio de Carlos V.



Estado del patio, arcada y galería oeste, antes de iniciarse la tercera restauración arquitectónica.

La segunda restauración fué iniciada en tiempos de Isabel II, proyectándola el capitán de Ingenieros D. Remigio Verdugo, empezándose

las obras en 1868, bajo la dirección del capitán D. Francisco Ossorio y Castillo, y llevándolas a efecto en su casi totalidad, una de las más ilustres figuras del Cuerpo de Ingenieros: el entonces comandante D. Víctor Hernández.

A partir del tercer incendio de 1887 se formularon varios proyectos, debiendo rendirse nuevos recuerdos a otros ilustres ingenieros, citando, entre los fallecidos, a los coroneles Montero y Melendreras, teniente coronel Cué y comandante Fernández Villa-Abrille, a quienes se debe gran parte de los trabajos que componen esta tercera restauración, realizada con tanta inteligencia constructora como honradez artística.

Restaurar y no desdecir del ambiente que se respira en la imperial ciudad, ha sido la labor realizada con arreglo al siguiente programa de proyectos y trabajos esencialmente decorativos.

*
* *

En marzo de 1901 se elevó a la Superioridad un proyecto de obras necesarias para la conservación de la arcada oeste. En los primitivos tanteos de reedificación, como dicha arcada se encontraba en muy mal estado, se pensó en desmontarla íntegra para emplazarla de nuevo.

El coste excesivo fué el acicate (providencial en éste caso) de que se vencieran cuantas dificultades había para conservar la arcada restaurándola sobre el mismo terreno. En primer término, se comprobó que no existía desplome desde el entablamento de la arcada superior hasta las bases de las columnas inferiores. Después, se calcularon los trabajos resistentes de todas las columnas una por una.

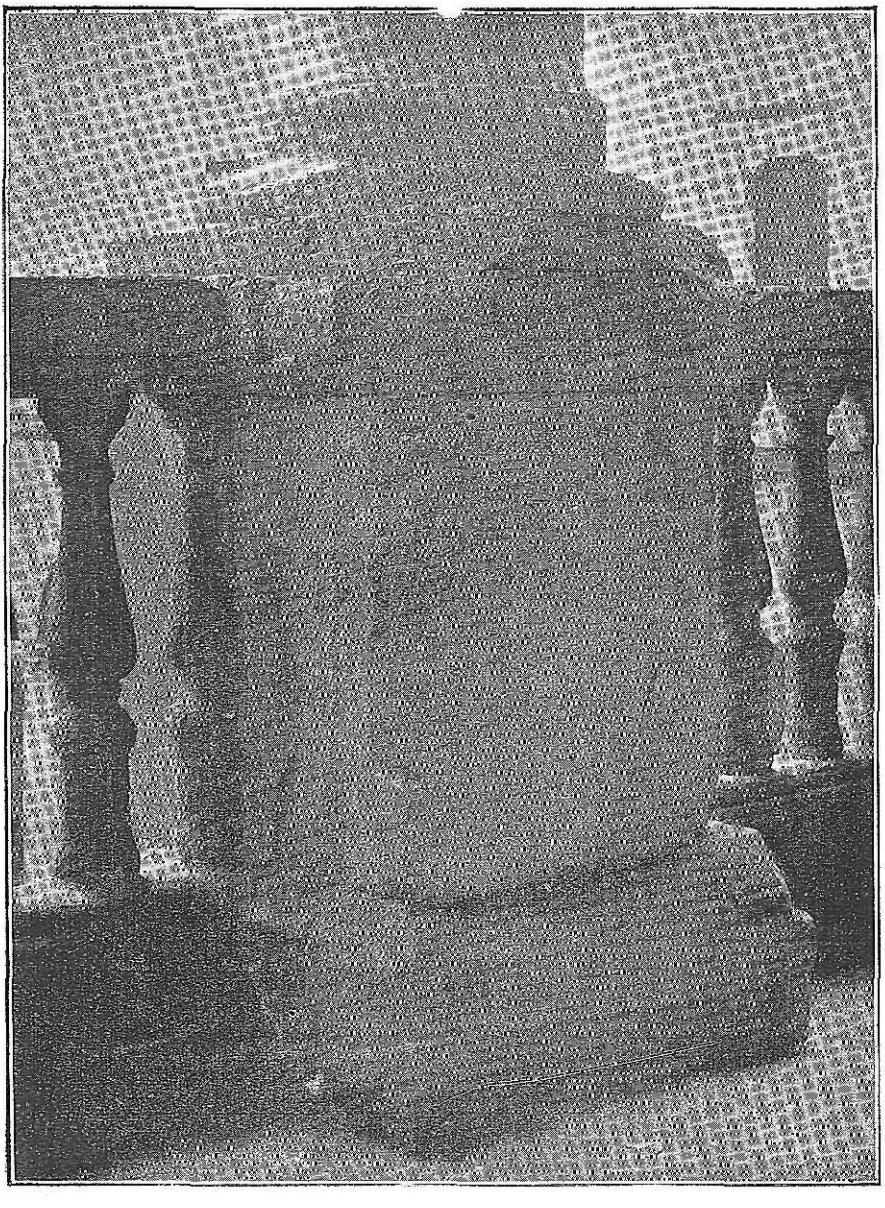
La ejecución se llevó con esmero supliendo las faltas que se notaban en todas las partes de la arcada, bien con placas de piedra granito escopleándolas y uniéndolas, bien con hormigón metálico o cemento, según la magnitud del deterioro y la dificultad de labra.

Los pedestales, por ejemplo, también en su mayoría bastante deteriorados, se arreglaron quitando los salientes hasta formar plano y yustaponiéndole una placa granítica unida con cemento metálico para reconstruir el pedestal completo.

Las basas de las columnas se arreglaron análogamente a lo que se hizo con las columnas inferiores, resultando una obra notable por la corrección de líneas, fijeza a la antigua fábrica y dureza extraordinaria.

Todos estos añadidos pasan inadvertidos para el profano; no sucede así para el entendido, que percibe una pequeña diferencia de color inevitable. Lástima no esculpir en la piedra, para formar juicio exacto, la historia y vicisitudes por las que atravesaron éstas galerías, reparada la

del sur en la segunda mitad del siglo XVIII, en tiempos del cardenal Lo-



Galería sur Pedestal de columna antes de la restauración.

renzana, que utilizó el Alcázar como asilo. Las obras estuvieron abandonadas desde la guerra de la Independencia hasta el año 1868, en que

se restauraron, a excepción de la citada del lado sur, que en esa fecha se dejó intacta.

En julio de 1906 se elevó a la aprobación de la Superioridad un proyecto que comprendía, a más de la restauración en la explanada norte, la restauración de las fachadas norte y este y la construcción de una escalinata entre explanadas norte y este.

Las obras ejecutadas con arreglo a dichos proyectos han sido las siguientes:

La fachada principal se encuentra a diferente nivel de la del este; para la fácil comunicación exterior se pensó en unir ambas explanadas por medio de rampa adosada a un muro de contención, idea que se abandonó estableciéndose una escalinata que permite dar a la obra un carácter monumental. Dicha escalinata es de líneas severas, con tramos únicos de entrada y salida y dos adosados intermedios, toda ella de sillería y ladrillo, escalones de granito de una pieza, balaustres de piedra de Novelda y pedestales de granito con terminaciones de bolas.

En la fachada norte se hizo preciso reparar los desperfectos que el último incendio hubo de originar en los vanos, así como los producidos por la intemperie en el transcurso del tiempo, en la decoración de la expresada fachada, en sus pilastras, cornisas, pisos y balaustrada de coronación.

La puerta de entrada ha sido cuidadosamente restaurada en su clavazón y herrajes sin que este detalle ofreciera dificultad, dado el extenso número de ejemplares que en Toledo existen.

***

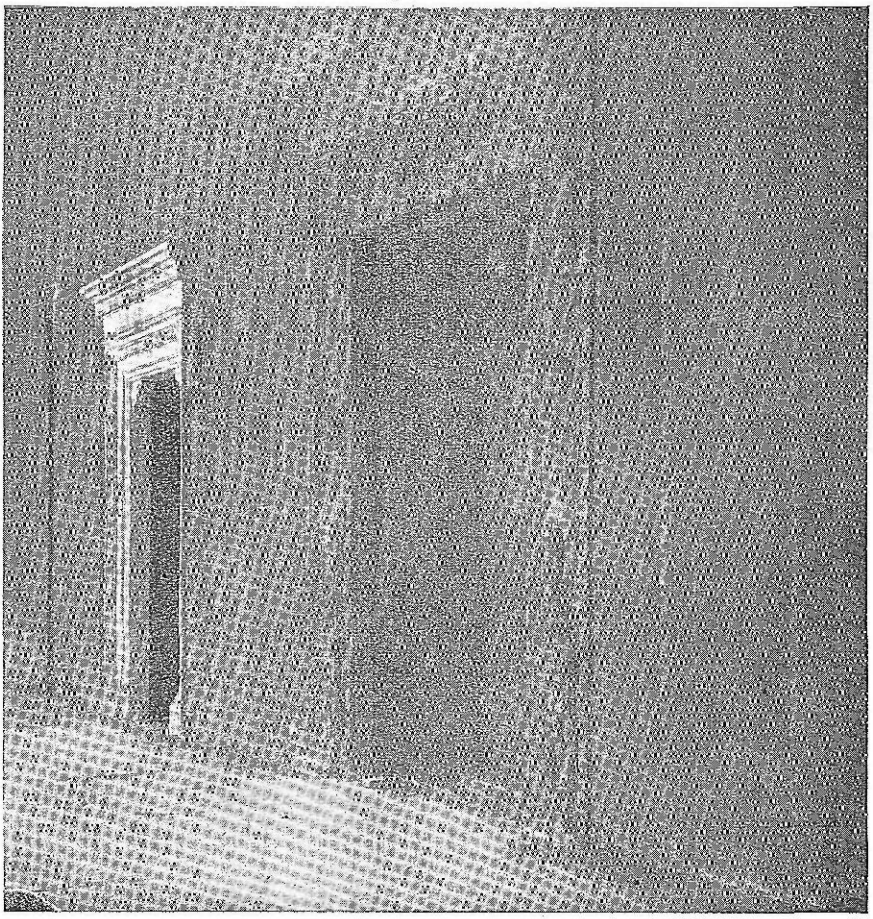
En agosto de 1915 se cursó un tercer proyecto, de los que pudieran llamarse decorativos, referente a las restauraciones de los pavimentos y puertas de las galerías principales y arcada de la del lado sur.

Las obras realizadas con arreglo a este proyecto han sido las siguientes:

En estado completo de deterioro el pavimento de la galería oriental, construído con baldosa de cemento de dibujo menudo, pavimento impropio del edificio y fácilmente deteriorable por el uso que de él se hacía, se ha construído uno análogo al de la galería inferior, con la variante de que en vez de losas de piedra berroqueña de 0,50 centímetros de lado, se han colocado baldosas de mármol de Macael, en tonos blancos y grises azulados, con geométricas combinaciones al estilo mudéjar.

La arcada y muro contiguo a la caja de escalera principal de la galería sur, que por efecto de los tres incendios sufridos se encontraban muy

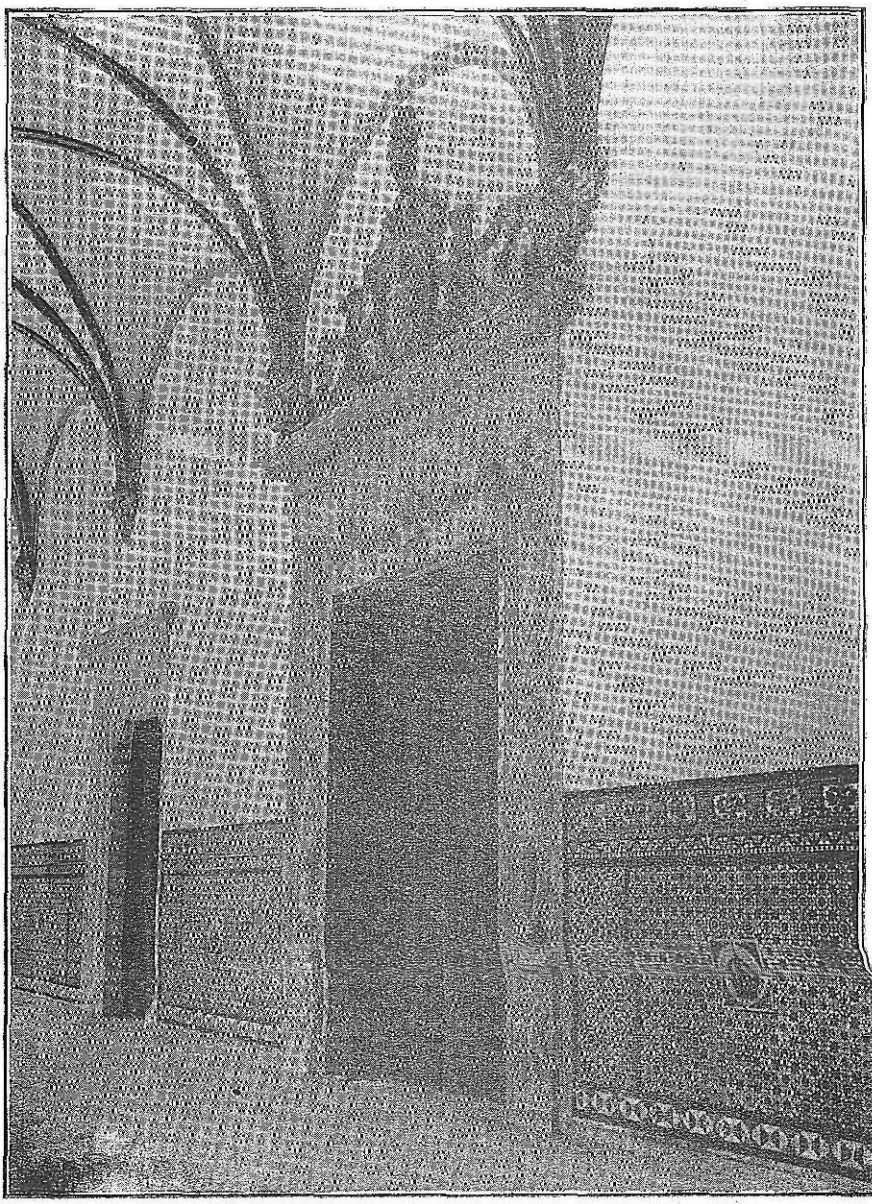
deteriorados en la forma antes descrita, se restauraron, empleando placas graníticas labradas y unidas con hormigón metálico o rellenando los desperfectos engrapándolos con dicho hormigón, imitando la piedra de granito como ya se había realizado en restauraciones anteriores.



Galería norte.—Planta principal: portada central antes de la restauración.

Para facilitar el servicio y ventilar las crujías norte y oeste, se construyeron las puertas cuyos vanos existían tabicados, y de los cuales siete de ellos son de igual forma y dimensiones que los de la galería oriental, formando juego con las mismas e imponiendo la conveniencia el ejecutarlas iguales. Están constituídas por puertas de dos hojas, con cercos, largueros y peinazos de pino, tableros tallados en nogal, herraje de cuel-

ga y seguridad, sólido, de estilo antiguo y barnizada en mate y en su



Galería norte.—Planta principal: portada central, restaurada.

color, constituyendo el motivo de la talla, el de pergaminos plegados, propios de la época del Renacimiento.

Encima del vestíbulo, en el plano auténtico de Herrera, que como reliquia artística se conserva en la Biblioteca Nacional, aparecen las habitaciones de planta principal asignadas a la persona del monarca. Que Felipe II estuviese conforme con esa distribución, no cabe la menor duda, pues en el mismo plano puede verse escrito de mano del citado monarca estas palabras: «Dejar entera la planta y las columnas del patio, sencillas», en vez de pareadas que proyectaba Herrera, rasgo que pone de manifiesto, una vez más, el depurado gusto artístico de tan discutido Monarca,

Las citadas habitaciones, que cuando todo el internado de la actual Academia pueda ser instalado en edificios inmediatos, quizás sea el momento oportuno de restaurarlas para su primitivo objeto, era natural que tuviesen una entrada digna de su destino. A ello se debe tal vez el origen de la plateresca portada que figuraba en dicha galería, sobresaliendo del conjunto y que es sin duda uno de los más bellos ejemplares de la adaptación del plateresco a los moldes clásicos, como se observa en el detalle del frontón.

Esta portada que se encontraba deterioradísima, ha sido restaurada con la delicadeza, con la precisión del ajustador mas cuidadoso. Si las arcadas del patio, en general, representan la elegancia constructiva, ésta portada representa la gracia distinguida en la decoración.

***

En 1917 se elevó un cuarto proyecto, cuya importancia rebasa a la de los anteriores. Aquéllos se han referido a detalles más o menos conocidos y estudiados. Este último proyecto, «Restauración de techos de la galería del patio» afecta a la organización del edificio, y en asuntos de tanta importancia, sin fuentes directas de investigación, quedaba un margen para la inspiración personal que había de basarse en el estudio del mismo Toledo, principalmente en el de su historia y en el de sus tradiciones arquitectónicas.

En las primeras restauraciones que habían sucedido a 1868 se habían cubierto las galerías bajas y principal del lado este con artesonados muy elogiados por cuantos los han estudiado.

El artesonado de la galería este, de la planta inferior, es de fundición, construído por una fábrica belga desaparecida; los de la galería principal son de cinc y de fabricación española, también desaparecida. La pintura exterior imita muy bien la madera, resultando en su época a 100 pesetas el precio del metro cuadrado. Al continuar las obras veinte años

más tarde (inconvenientes de propuestas de inversión reducidas, la característica de nuestras obras) resultaba que las fábricas que habían construído tan acabados artesones, no existían y, además, el precio del cinc había pasado de 99 pesetas el quintal, a 384, con tendencias al alza y con seguridad de no volver a los primitivos precios ni aun duplicados. En vista de ésto se renunció a cubrir de artesones las seis galerías que faltaban; la cubierta de la galería principal se trasladó enfrente y al piso bajo, quedando por cubrir el cielo raso de dos de estas galerías bajas y *todas las del principal.*

Es de notar que el artesonado mudéjar simboliza la riqueza en los palacios de la época. Sirva de recuerdo el palacio de Mendoza en Guadalajara, construído en 1560 y en el salón de Mesa, en el mismo Toledo.

Los dos cielos rasos de las galerías bajas quedaban con el pie forzado de ser cubiertos de artesonados como los de las otras dos, estimándose que, por tratarse de naves de entrada una, de acceso a la escalera principal la otra, convenía variar el dibujo, recurriendo a la heráldica de entonces, tan en auge en el siglo XVI.

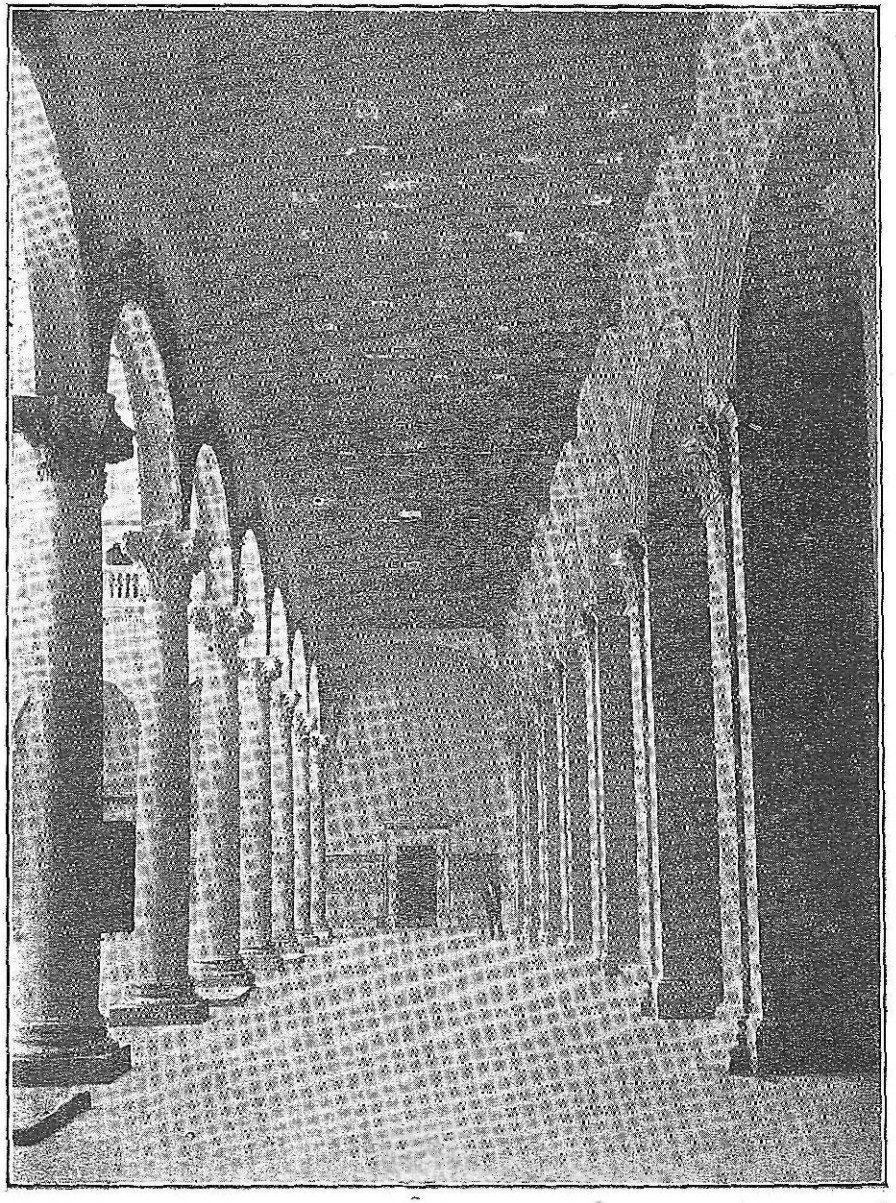
El material elegido ha sido el pino de Balsaín, completamente curado, tanto para el armazón como para los casetones.

Los tramos centrales llevan en el lugar preferente los escudos imperiales de Carlos V, y los veinte escudos más pequeños de cada panel son los correspondientes a tan distintos títulos del Emperador, como eran, entre otros muchos, Rey de Jerusalén, de Cerdeña, de Indias Orientales y Occidentales, Duque de Atenas, Archiduque de Austria, Conde de Ausburgo, Duque de Flandes..... y otros tantos; como en las casas solariegas en que figuran los excelsos recuerdos de un pasado glorioso, se han dispuesto los escudos de estos artesonados, cuyo juicio crítico queda a cargo de los artistas de generaciones venideras que se fijen por igual en las minuciosidades del dibujo y del color, que en el espíritu que animó a la restauración de principio de este siglo.

El problema de cubrir las galerías de planta principal, no siendo factible, por el coste, la repetición de los artesonados del piso bajo, ha sido resuelto después de meditados y largos estudios.

El difunto coronel Melendreras expresa en la Memoria descriptiva del proyecto las razones siguientes, que por su importancia merecen transcribirse íntegras: «De los tres incendios que ha sufrido el Alcázar, sólo subsisten de las galerías altas la correspondiente al tramo sur contiguo a la escalera. No ha sido posible averiguar la forma en que estaban constituídos los techos de la primitiva edificación, pero el examen de los paramentos de esta galería se observa que, labrados en piedra berroqueña, no pasa ésta ni la labra de paramentos más arriba de las molduras de sus

arcos, y la parte superior y enjutas es de tosca fábrica de mampostería,



Galería sur.—Planta baja, restaurada.

existiendo en algunos puntos salientes o gruesas piedras *que no pudieron quedar ocultas de no estar techadas las bóvedas.* Especialmente se observa

esto en el muro divisorio entre la caja de escalera, y la galería sur, en planta principal».

«Pedro Lizargárate, a fines de 1613, se encargó de las obras de cantería del Alcázar, obras que, con diseño de Juan de Herrera y bajo la dirección de Juan Bautista Monegro, se iban continuando lentamente y finalizó el corredor que está delante de la escalera y después las dos torres de la fachada sur.

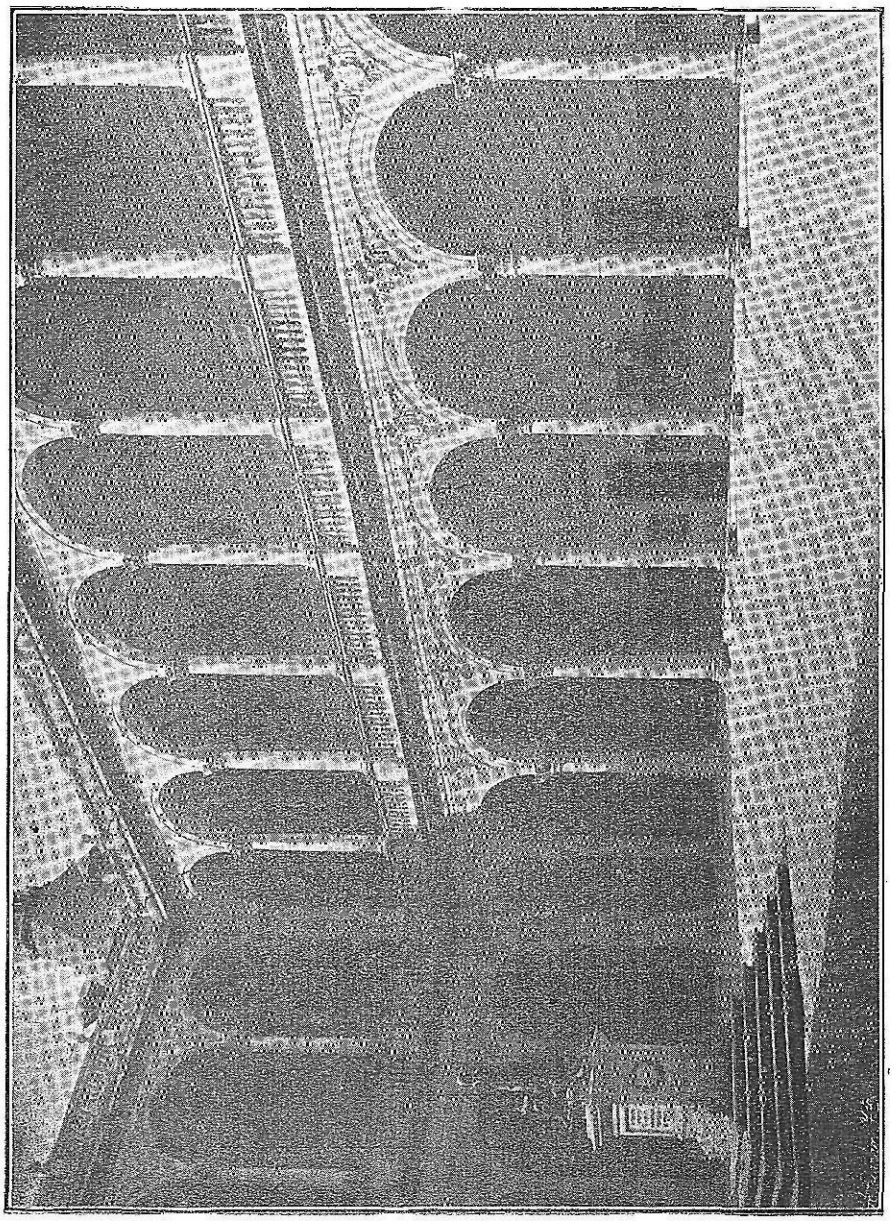
»La labra del paramento de este muro, delicadamente ejecutada en piedra berroqueña, presenta la misma anomalía que la de la arcada del frente, pues correspondiéndose con los arcos del patio, existen otros en el paramento de este muro. La fábrica de granito se limita con la moldura del arco, y no sólo ofrece la particularidad de que en el resto (y enjutas) esté construída de fábrica de mampostería ordinaria, sino que las dovelas que forman estos arcos, no limitándose con el trasdós en la moldura, no ofrece el resto de la piedra rebajes iguales, estando algunas de ellas al mismo saliente que la moldura, lo que no podría haberse ejecutado si hubiese estado paramentado con enlucidos o revocos. A la misma conclusión conduce el observar, en el ángulo suroeste de la galería, el saliente de un grueso mampuesto, que sólo pudo estar oculto al techar con bóvedas.

»Pedro Lizargárate no hay que sospechar que era un artista puramente práctico, puesto que el Consejo sometió a su censura la traducción del primer libro del *Palladio,* hecha por Francisco Praves. Terminado el muro de referencia en 1620 y habiendo fallecido Juan de Herrera en 1597 (a más de la pequeña intervención práctica que tuvo en el Alcázar), es evidente que el techo de esta galería no se hizo en vida de él; de nadie es desconocido el influjo del renacimiento italiano en España y que los más célebres monumentos se cubrieron indistintamente con artesonado y bóvedas, usando éstas con más frecuencia en las partes nobles de los edificios, por cuya razón, por estas épocas se empezó a cubrir muchos artesonados de iglesias con bóvedas tabicadas y fingidas y con cielos rasos.

»Por la misma época que se construía el Alcázar, se edificaba el Hospital de Tavera, San Juan Bautista, y sus magníficas galerías del patio, de gran semejanza de construcción, se cubrían con bóvedas, por aristas, que, siendo muy rebajadas, dieron empujes que obligaron a la colocación de algunas tirantas de hierro, circunstancias ambas (rebaje y tirantas), que hacen desmerecer el conjunto.

»Es indudable que el principal inconveniente que se observa en las bóvedas cuando éstas estriban sobre columnas, es el empuje que les transmiten y obligan a la colocación de tirantas de hierro, como se prac-

ticó, entre otros ejemplares notables, en la Logia de Lanci, en Italia; en el indicado Hospital de Tavera, de Toledo; en el Palacio del Infantado,



Vista general de las galerías sur y oeste, después de la restauración.

en Guadalajara, y en el Castillo de Calahorra, de la misma casa Ducal, tirantes que afean el conjunto.

»Estos inconvenientes pueden subsanarse, ejecutando las bóvedas encamonadas o fingidas, y conviene averiguar si en la época de construcción se empleaban estos medios de ejecución o, de emplearlos, sería una impropiedad.

»Teniendo presente que el muro de apoyo se terminaba en 1620, es indudable que el techo debió ejecutarse después.

»En el año 1633 Fray Lorenzo de San Nicolás, hijo del notable arquitecto Fray Juan de Nuestra Señora de la O, que en el siglo se llamó Juan Martín Rodríguez, ambos religiosos Recoletos de la Orden de San Agustín, publicó *El Arte y uso de la Arquitectura*, que examinó y aprobó de orden del Consejo Real, Martín de Codaire, y en la misma se dice (parte 2.ª, capítulo 51). «En España, particularmente en esta Corte, se va introduciendo cubrir las capillas con cimborrio de madera, y es obra muy segura y muy fuerte que imita en lo interior a la cantería. Se ha usado de ellas en edificios o que tienen poco grueso de paredes o que por lo caro de la piedra es causa de que se hagan de materia más ligera y menos costosa.»

«Prosigue el autor citando ejemplos de estas construcciones, entre ellas la cúpula o cimborrio del colegio Imperial, San Isidro, ejecutada por el hermano Francisco Bautista, coadjutor de la Compañía de Jesús, con entramado de madera y desde entonces quedó en uso este modo de construcción, que parecen de fábrica con mucho menos gasto, sin faltar la seguridad.

»Como queda dicho, del examen del paramento (de los primitivos que se conservan), parece que las galerías debieron estar techadas de bóvedas; en España y en Italia, era frecuente su empleo (comprobados en notables monumentos); tenían el inconveniente de transmitir empujes a las arquerías sobre columnas, y por esto en esa época (a la par que como economía) se evitaban con el empleo de bóvedas encamonadas o fingidas, comprobado por el texto citado.

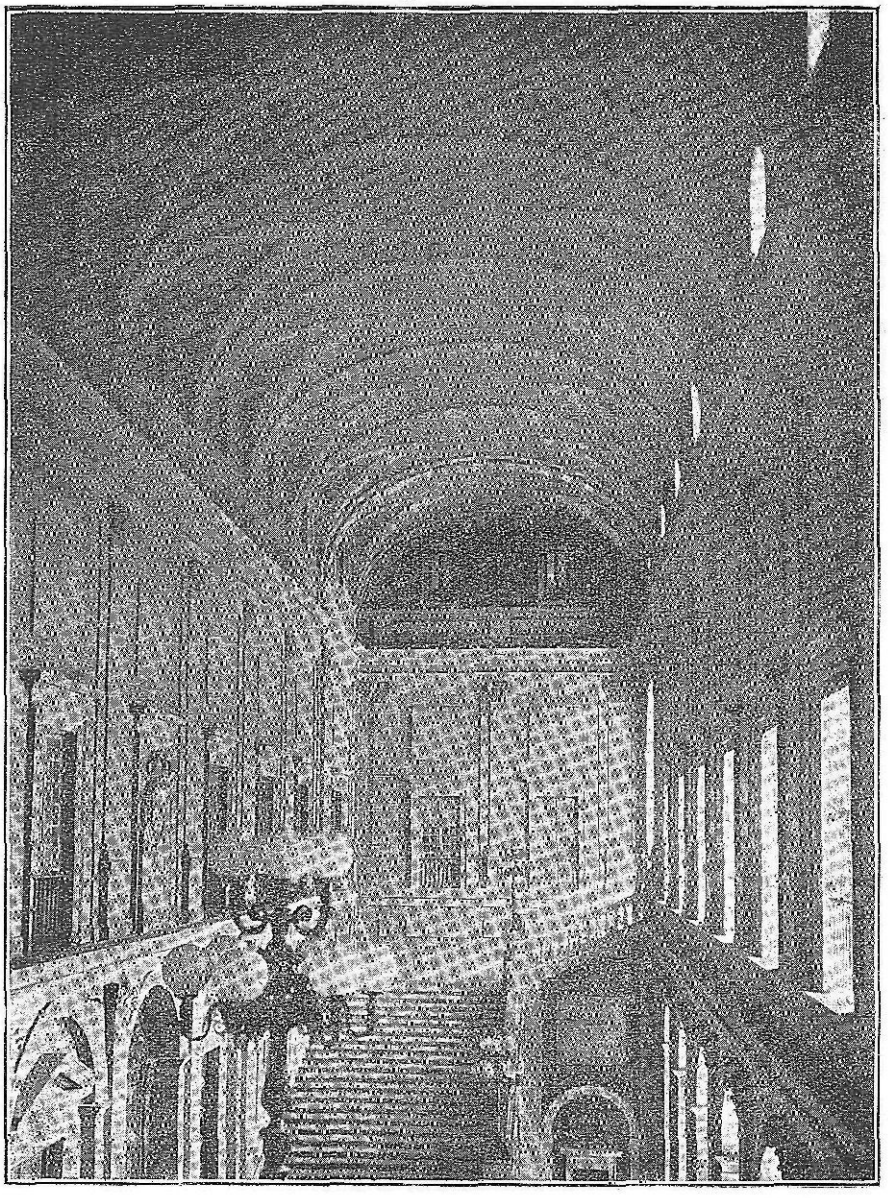
»En vista de esas razones no se estima cometer impropiedad adoptando su empleo para cubrir las galerías altas del patio, con lo cual, sin decaer la suntuosidad del edificio, introduciríamos notable economía en su restauración.»

***

En diciembre de 1916 se cursó el quinto proyecto parcial referente a la restauración de escalera principal.

Esta, cubierta por una bóveda casi toda destruída, sufrió las consecuencias de la caída general de escombros, a más de las lluvias de varios

años, por lo que hubo necesidad de desmontar el resto de dicha bóveda,



Bóveda restaurada de la escalera principal.

en primer término, para evitar desgracias, quedando más tarde a la vista de la escalinata, el desagradable aspecto que producían los entramados

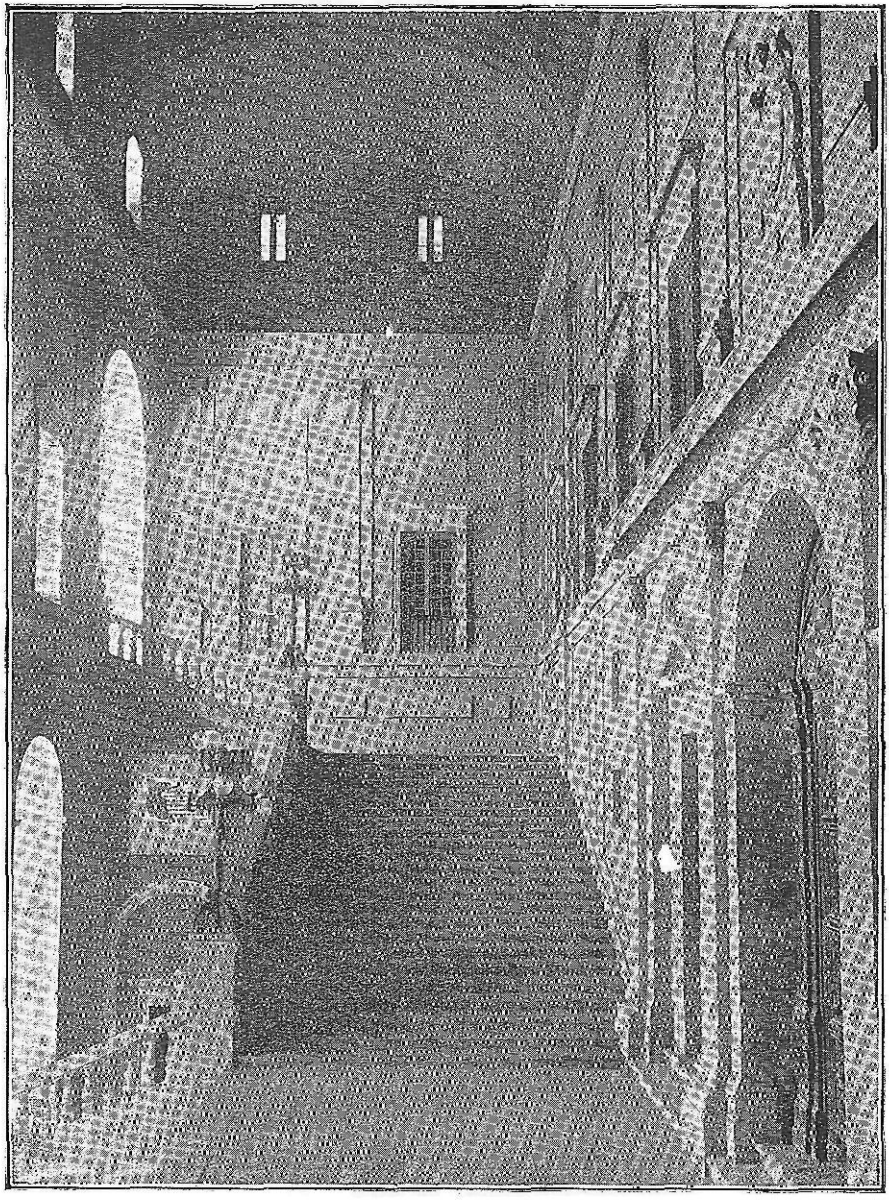
de la armadura superior. Es decir, que quedaba la monumental caja, debida a Villalpando, cubierta como un taller moderno a media construcción.

La obra no ofrecía dificultades para el aspecto de la restauración futura, pues sobre haber quedado muestras en pie que podían servir de modelos para seguir reconstruyendo fielmente el conjunto, existían fotografías y planos, a más del recuerdo personal. Las dificultades estaban en la parte constructiva, pues la bóveda la forma un cañón de medio punto de 41,50 metros de longitud por 4,25 de radio, con ocho arcos fajones y nueve lunetos dobles, todo ello a 19 metros de altura sobre el nivel del piso de entrada a la Capilla y 22 sobre el del patio.

Si los poderosos medios que se emplearon en el Monasterio del Escorial se hubieran seguido en Toledo, esta parte de la restauración hubiese sido dificilísima. Mirados ambos monumentos desde el aspecto prosaico de la contrata, el precio medio del metro cúbico de fábrica del Alcázar, sería hoy día mucho más barato que el del Monasterio. Entre otros datos que pudieran presentarse, figura esta bóveda que fué construída sencillamente con una rosca de ladrillo a sardinel, o sea con mucha mayor economía que las bóvedas de análogo tipo que figuran en el Escorial. Este sistema constructivo ha facilitado la reproducción del modelo anterior, que de haber sido de granito, dentro de los moldes económicos en que se ha desenvuelto toda la restauración del Alcázar, hubiese sido imposible reproducir, no sólo por la obra de cantería que supone, sino por el andamiaje, el cual ha presentado, aun en este caso más sencillo, dificultades grandes que no es oportuno reseñar, pero que presumirán cuantos han tenido obras análogas.

La escalera también ha sido restaurada en su amplia galería de entrada con peldaños de 12 metros de longitud, seguidos en los tramos laterales por otros de 5,30 metros. Los paramentos se encontraban en poco mejor estado que los que indicamos de las arcadas. En todos ellos se ha recorrido la fábrica mixta de ladrillo y granito, procurando no quitarles la patina del tiempo; sus desperfectos, que eran muchos, han sido reparados, huyendo del claro obscuro del contraste, pues si bien se preconiza en nombre de la honradez artística y para no desorientar a los arqueólogos del futuro, no desaparezca dicho contraste y cada elemento nuevo que se añada debe ser marcado con la fecha de restauración, esto debe regir para los cuerpos de edificio de nueva planta que se añadan, como, por ejemplo, las capillas de una catedral o elementos completos de una arcada, o una fachada, pero no para ese innúmero de reparados desperfectos por desconchado que deben ocultarse en nombre del buen sentido estético.

Independientemente de las obras de reconstrucción de muros, pisos,



Escalera principal.

cubiertas, etc., se han realizado las de *restauración artística* conforme a los proyectos siguientes:

	Pesetas.
Restauración de la arcada oeste	86.200,00
Idem en la explanada norte, fachadas norte y este, vestíbulo y construcción de una escalinata (enlace entre las explanadas norte y este)	111.038,90
Construcción de pavimentos y puertas de las galerías de la planta principal del patio, y restauración de la arquería y paramentos de la del sur	40.000,00
Idem de techos de las galerías	54.550,00
Fachadas oeste y sur	24.800,00
Torreones	24.980,00
TOTAL	381.568,90

***

Los paramentos de todas las galerías, altas y bajas, se han tapizado de azulejos (valga la frase) vista la necesidad de ese revestimiento.

El alto zócalo de azulejos, decorativamente, es español, en primer término; es también toledano y de época anterior y paralela al siglo XVI, y siempre propio de los palacios más ricos de entonces.

Los mudéjares introdujeron en los reinos cristianos el empleo de los azulejos, decorando monumentos de uno y otro origen.

En Sevilla y Toledo se conservan valiosos ejemplares. El Renacimiento vino a cambiar el gusto artístico y los azulejos tuvieron que sujetarse al modo plateresco. De este estilo son los azulejos que ostentan, con esmalte de reflejo dorado el escudo con las águilas de Carlos V, y que sólo en Toledo se hallan. La severidad del gusto de la segunda mitad del siglo XVI dió a los azulejos otro carácter diverso del que hasta entonces tuvieron. Se les dibujó a claro obscuro con azul sobre fondo blanco y se les añadió alguna cenefa sobre amarillo. Tal es la característica de los ejemplares que para zócalos se construían entonces en Toledo y Talavera.

Por la necesidad expuesta se han construído dichos zócalos con 2 metros de altura en la galería del piso principal.

En la galería del piso bajo se ha añadido un banco de mármol de 0,40 metros de ancho por 0,40 de alto, respaldado de igual mármol hasta 0,70, corriendo por encima el zócalo hasta 1,26 de altura; sobre el banco quedan cubiertos 2,36 metros del lienzo de pared.

Quedaba por escoger los modelos. Estos se han construído en el mismo Toledo, en un taller improvisado, empleándose las mismas tierras

que debieron servir para confeccionar los que se encuentran actualmente en Santa María la Blanca, y exactos a ellos en dibujo, colocación y esmalte, rompiendo la monotonía de los entrepaños, entre puertas, cinco pequeños cuadrados, repartidos con alguna variedad, que llevan en esmalte, del mismo tono, los cinco escudos de Toledo, Castilla, Aragón, León y Navarra.

Como entre las modalidades del estilo contemporáneo, existe la tendencia nacionalista, inspirada en la reproducción o recuerdo de obras maestras nacionales, a las de decorado de cerámica mudéjar, como fuentes de inspiración, se recurre con indiscutible acierto, estimándosele con el arte más genuinamente español. Por ello en especial, y en Sevilla actualmente, se construye con todos los progresos decorativos de la cerámica moderna, gracias a los adelantos de la fábrica la Cartuja y otras, que se inspiran directamente en los modelos del Alcázar sevillano. El profano que visite el Alcázar de Toledo, a simple vista y sin fijarse, quizás tomará los azulejos que vea, como otros tantos modelos de Sevilla, y hasta puede ser que acuse a la moda el referido zócalo. Para el entendido no sucederá ésto, pues fijándose atentamente, se ve la sobriedad del dibujo, la sencillez de los esmaltes, algo apagados y más finos, quizás menos ricos que los otros, pero más toledanos, en una palabra, y, desde luego, entonados con lo que más debe ser riqueza severa, que fastuosidad aparente.

No se precisa advertir que la mano de obra ha sido la más escrupulosa y reposada que cabe. Todas las dudas, hasta en los detalles más insignificantes, están resueltas en la observación directa de los monumentos locales, de los que Toledo es tan pródigo. Si en el vestíbulo, en el cancel, aparece labrado en cristal un escudo y una alocución propias de la Academia de Infantería, téngase presente el carácter de utilidad de la edificación, y el que dicho escudo es sobrio de dicción e *intercambiable* de forma, lo mismo que dos placas de mármol del vestíbulo, *también intercambiables,* con máximas de Villamartín, que no desdicen del carácter militar que presta al conjunto del patio, la soberbia estatua del Emperador, quizás algo pequeña.

Al rendir el testimonio de recuerdo a los Ingenieros fallecidos que ejecutaron estas obras, es justo consignar la eficaz ayuda del personal de la Comandancia, descollando el difunto dibujante D. Manuel Tovar y el actual ayudante D. Adolfo Aragonés, arqueólogos notables.

***

Cuanto queda expuesto se refiere al escrúpulo de la restauración de uno de los primeros monumentos españoles, trabajo encomendado al

Cuerpo de Ingenieros del Ejército. A modo de leyenda explicativa de la instalación presentada en la Exposición de Ingeniería, pueden servir las notas que acaban de citarse. Pero no terminan aquí las referencias de obras de tanta importancia. Hay algo que merece conocerse y merece ponerse de relieve.

Al estímulo de la restauración tercera del Alcázar de Toledo han renacido dos industrias locales que habían perecido un siglo antes: la cerámica toledana y la rejería artística.

Artistas consagrados de Toledo tenían estudiadas las formas y composición de los modelos más salientes de la antigua cerámica indígena. Pero a sus actividades latentes les faltaba el impulso activo que pusiera en plan de ejecución tan inspiradas creaciones.

A la Comandancia de Toledo se debe el haber escogido unos trozos de modelos de azulejos encontrados en el Alcázar, haberles diseñado en dibujo y color y haber facilitado y casi creado los medios para reproducirlos.

Una vez en marcha la fabricación particular, aquélla ha podido desenvolverse con vuelos de importancia (1) y, en el día, se reproducen en Toledo las técnicas cerámicas hispano-árabe (verde esmeralda, decorado en negro, baño bajo, o baño estañífero con reflejos metálicos) y la técnica etrusca, sobre baños obscuros, ornamentación geométrica y sencilla, trazada con punzón en modelos antiguos.

Cuando se efectuaba la restauración del Alcázar, bajo la dirección del coronel D. Víctor Hernández, no había ninguna reja en el Alcázar; todas habían desaparecido, según se hace constar en la historia de este monumental edificio publicada por el difunto y esclarecido General D. Francisco Martín Arrué. Como se deseaba que las que habían de colocarse fuesen, en lo posible, exactas reproducciones de las antiguas, se dedujo la composición de éstas por el número de cajas abiertas en las jambas de las ventanas, por la forma de los balaustres que conservaba la tradición, por el recuerdo de algunas personas y por restos encontrados en un almacén. No satisfecho aún el citado ingeniero y escrupuloso restaurador, consultó tan concienzudo trabajo con doctos académicos de Bellas Artes, cuyas observaciones coincidieron en esencia.

Por este motivo, con la restauración del Alcázar, renacieron trabajos del famoso arte rejeril, como posteriormente y a medida que dicha restauración proseguíase, en estos últimos años, labráronse artísticas puer-

(1) Exposición de Cerámica del Círculo de Bellas Artes, diciembre de 1919. Instalación de D. Sebastián Aguado, profesor de la Escuela de Artes e Industrias de Toledo.

tas, construídas por tableraje de nogal y peinacería de pino, hábilmente talladas, reproduciendo labores del estilo renacimiento; y, como esas puertas exigieran herraje adecuado, de nuevo hubo necesidad de estudiar los más clásicos modelos de la cerrajería del siglo XVI.

De nuevo presentóse ocasión para despertar estusiasmos artísticos, y, trazadas las puertas del Alcázar e interpretada fielmente su construcción, la cerrajería artística encontró en Toledo quien continuase tan elogiadas obras de habilísimos orfebres y rejeros del período del Renacimiento.

En alto grado de honor para Toledo, existen actualmente notables talleres de cerrajería artística y de maderas talladas con arreglo a época, que, en unión de los de cerámica que antes se expresan, prometen el surgimiento de sus primitivas industrias, todo ello como antes se indica, al estímulo de la tercera restauración de tan soberbio monumento.

Trabajos como los reseñados honran a quienes los ejecutan. Sobre el fino temperamento de artista que supone la observación atenta de técnicas diversas y todas en obras de grandes maestros, implican dichos trabajos un gran patriotismo silencioso, pues con aquéllo se demuestra un grande amor al arte patrio y un fervoroso culto a nuestro pasado glorioso.