



Q. 14-1a

**2421**







BIBLIOTECA MILITAR PORTATIL.

TOMO QUINCE.





# BIBLIOTECA MILITAR PORTATIL,

O SEA COLECCION

## DE LAS MEJORES OBRAS

ANTIGUAS Y MODERNAS, NACIONALES Y ESTRANJERAS,

PERTENECIENTES AL ARTE DE LA GUERRA;

publicada

POR UNA SOCIEDAD DE MILITARES,

BAJO LA DIRECCION DEL BRIGADIER

**D. LEONCIO DE RUBIN,**

TENIENTE CORONEL QUE HA SIDO DEL CUERPO DE E. M.

y dedicada

*Al Excmo. Sr. Duque de Valencia,*

CAPITAN GENERAL DE LOS EJERCITOS NACIONALES

Y PRESIDENTE DEL CONSEJO DE MINISTROS.



Madrid:—1850.

Establecimiento Tipográfico-militar: Libertad, n. 40

BIBLIOTECA MILITAR PORTALIS

O SEA COLECCION

DE LAS MEJORES OBRAS

ANTIGUAS Y MODERNAS, FASCICULOS Y ESTAMPAS

COMPRASERVADAS DE ORDEN DE SU MAJESTAD

Publicada

POR UNA SOCIEDAD DE MILITARES

BAJO LA DIRECCION DEL REICARDIEN

D. FRANCISCO DE PABLO

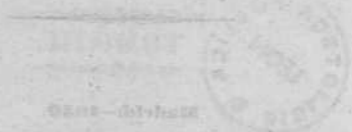
ENCUENTE CONOCE QUE HA SIDO DEL CENTRO DE E. N.

y libreria

El Excmo. Sr. D. Juan de Valera

CAPITAN GENERAL DE LOS EJERCITOS NACIONALES

y PRESIDENTE DEL CONSEJO DE MINISTROS



Madrid - 1850

Reservados todos los derechos que no estén expresamente permitidos.

# **TRATADO**

DE LOS

## **RECONOCIMIENTOS MILITARES**

QUE COMPRENDE

LA TEORIA DEL TERRENO Y EL MODO DE RECONOCER  
UN PAIS EN SU ORGANIZACION Y SUS PRODUCTOS,

por

**M. A. CHATELAIN,**

Comandante retirado, antiguo profesor de Arte Militar en  
la Escuela de Aplicacion del cuerpo real de Estado Mayor,  
y despues agregado al Depósito de la Guerra.

**PARTE TEORICA.**



**TOMO III.**



Direccion: calle Ancha de S. Bernardo, núm. 74, 2.º deha.

# TRATADO

DE LOS

## RECONOCIMIENTOS MILITARES

QUE COMPRENDE

LA TEORIA DEL TIRANIZO Y EL MODOS DE RECONOCER  
EN PAIS EN SU ORGANIZACION Y SUS PRODUCTOS

POR

MR. A. G. G. G. G.

Comandante retirado, antiguo profesor de esta Academia en  
la Escuela de Aplicacion del cuerpo real de Estado Mayor,  
y despues secretario de la Academia de la Guerra.

PARTI TEORICA.

TOMO II.

## LIBRO TERCERO.

---

### De las vías de comunicacion.

*Consideraciones generales.*—Un pais cruzado en todos sentidos por numerosas comunicaciones, indica una circulacion muy activa y la existencia de una industria ó de un comercio de consideracion. Sin comunicaciones, no hay verdadero fomento para el cultivo; cada comarca se vé limitada al consumo de los productos de su territorio; si estos esceden sus necesidades, esta abundancia es casi tan funesta como la esterilidad; si por el contrario no bastan á cubrirlas, se vé el pais condenado á estar privado de lo necesario, cuando el territorio vecino se halla tal vez agoviado por un supérfluo que lo embaraza y arruina.

Sin comunicaciones no hay comercio ni industria. Las diferencias en los productos del suelo de dos regiones remotas, en el clima, en los usos de los habitantes, son el

principio de los cambios, y solo por este medio puede estenderse el comercio. Las comunicaciones son por eso mismo importantes para el desarrollo del comercio y de la industria. No lo son tampoco menos en el órden moral que en el material; por las relaciones multiplicadas que se establecen entre las diferentes localidades de un mismo pais, y entre paises inmediatos, las comunicaciones contribuyen á estender la civilizacion, á pulir las costumbres, á reunir bajo el imperio de las mismas leyes, de los mismos usos, de las mismas necesidades y de los mismos intereses, los diversos habitantes de un vasto imperio.

Con respecto á las operaciones militares, las comunicaciones son tambien de la mas alta importancia; por ellas se dirijen las tropas y las municiones de toda especie al teatro de la guerra; tambien sirven habitualmente para determinar la direccion de las operaciones, combinándose la mayor parte de los movimientos por la distribucion de aquellas en el terreno. Si en la defensiva abren el territorio al enemigo, puede dificultarse el acceso de este, trazándolas al través de los grandes obstáculos del terreno, y de puntos fortificados, convenientemente escogidos; la destruccion de algunas porciones de las principales comunicacio-



nes puede tambien ser fácil, como mas adelante veremos, y detener hasta cierto punto los progresos de una invasion. Por otra parte, una guerra de tal naturaleza que el corazon del Estado se vea amenazado, ocurre raras veces y no es mas que momentánea. No puede, pues, sacrificarse razonablemente la prosperidad del pais por una eventualidad, aunque se trate á veces de la existencia politica, tanto mas cuanto que es posible destruir ó proteger en caso necesario las comunicaciones.

Antiguamente, las comunicaciones solo consistian en unas carreteras mal conservadas, impracticables una parte del año, en caminos de travesia en terreno natural, y en los cuales se formaban á cada paso charcas que imposibilitaban el tránsito, y por último, en la navegacion de los grandes rios mal dirigida é interrumpida con frecuencia por los efectos de las crecidas y de las sequias, por cataractas y bancos de arena. La falta de obras de arte en las carreteras, precisaba á pasar á vado, ó bien en una barca, la mayor parte de los rios, y á la menor crecida era menester detenerse por un considerable espacio de tiempo para esperar la evacuacion de las aguas. Asi mismo, en los rios el menor obstáculo detenia la navegacion. Apenas hace doscientos años que se

conoció la necesidad de abrir nuevas comunicaciones. Las calzadas de los romanos sirvieron para ello de modelo y se construyeron algunos canales. Pero los progresos han sido lentos, puesto que á fines del siglo pasado las carreteras eran muy poco suficientes y á veces impracticables, los rios aunque sensiblemente mejorados, imperfectos aun para la navegacion, y si se abrieron algunos canales, estaban muy lejos aun de bastar para las necesidades del comercio.

En el día, es decir, desde principios de este siglo, y especialmente en los últimos años, las comunicaciones han cambiado de aspecto; se han construido gran número de calzadas segun un sistema mejor entendido, se han rectificado muchas de las antiguas, se han reparado los caminos, mejorado los rios navegables y abierto varios canales. A consecuencia del empleo del vapor que ha generalizado las grandes velocidades, los barcos de vapor y los ferro-carriles introducirán necesariamente en lo sucesivo notables cambios en la circulacion y en los usos, cambios cuya importancia y cuyos resultados no pueden calcularse ahora. En fin, la invencion de los telégrafos que tuvo lugar en 1790, sufrirá probablemente muy pronto grandes modificaciones por el empleo de la electricidad. Tal es la marcha ascendente y

rápida que sigue en nuestros tiempos el sistema de las comunicaciones. La Francia, la Inglaterra, los Estados-Unidos de América, la Bélgica y la Alemania, han contribuido mas ó menos á estos adelantos.

Cuando se trata del comercio y de las relaciones entre diferentes comarcas, se entienden por comunicaciones las carreteras, los diferentes caminos, los ferro-carriles, los rios navegables, los canales, el mar, los telégrafos. Para un ejército, todo terreno por el cual puede pasar su material, es una comunicacion. En verano la artillería cruza con facilidad en llano los campos, los bosques claros, las praderas de fondo sólido, los pastos y matorrales; los terrenos areniscos son practicables en todos tiempos: se comprenden tambien en estas comunicaciones los vados de los torrentes y de los rios. Volveremos á ocuparnos de estos caminos militares en el libro IV excepto de los medios para pasar rios, que forman parte de este.

## CAPITULO PRIMERO.

### De las vias terrestres.

## ARTICULO I.

### DIFERENTES MODOS DE ESTABLECER CAMINOS.

#### § I.—*De la clasificacion de los caminos.*

Los caminos se clasifican segun su construccion y segun las comarcas que ponen en comunicacion. Los caminos sostenidos por el gobierno son caminos nacionales, reales, imperiales, carreteras, etc.; los que se construyen á espensas de los departamentos ó provincias, son caminos departamentales ó provinciales. Hay tambien caminos cantonales, llamados en Francia caminos vecinales de grande comunicacion.

Los caminos nacionales se dividen en Francia en tres clases: los de primera clase partiendo de la capital, conducen á la frontera y comunican sin interrupcion con las principales ciudades de los paises extranjeros.

Los caminos de segunda clase parten tambien de la capital y van á parar á una cabeza de departamento. Los de tercera

clase ponen en comunicacion reciproca las capitales de departamentos. No todos se hallan sostenidos por el Estado, correspondiendo algunos de ellos á la categoría siguiente.

Los caminos departamentales, son construidos y conservados á espensas de los departamentos, y ponen en comunicacion diferentes puntos de un departamento ó las principales poblaciones de un departamento con las de los departamentos inmediatos.

Los caminos vecinales de gran comunicacion son unas vías de menor dimension que las anteriores y sirven para relacionar entre sí las diferentes comunas de un mismo canton ó las de varios cantones inmediatos. Estos caminos se construyen á espensas de las comunas por la porcion que atraviesa su territorio.

Hace algunos años que se abrieron caminos llamados *estratégicos*, en las partes de la Vendea y Bretaña, cubiertas de setos y de árboles que los hacian impenetrables; de lejos se parecen esas comarcas á verdaderas selvas. La mayor parte de estos caminos se hallan en el dia clasificados como caminos departamentales.

En España se dividen los caminos en caminos nacionales ó carreteras, caminos provinciales, caminos vecinales de primer orden

y caminos vecinales de segundo orden. En diferentes partes de Europa se ven antiguas vías romanas, algunas de las cuales se usan aun y se hallan trasformadas en carreteras modernas; otras han sido abandonadas, desapareciendo casi del todo; por último, las hay en el estado de simples caminos. Tales son en Picardia los caminos de Brunichilde, que esta reina habia hecho restaurar en el siglo sexto. Sabido es que las vías romanas tenían poca anchura (de 4 á 6 metros), y que se trazaban en lo posible, en línea recta. Su construcción ofrecía generalmente mucha solidez.

Cuando se considera la clasificación de los caminos esclusivamente bajo el punto de vista militar, son de tres especies: 1.º Los caminos que por su trazado y su construcción permanecen durante algun tiempo practicables á los carruajes: 2.º los que están abiertos en terreno natural y solo sirven para los carros de la comarca: 3.º los caminos que solo pueden servir para las bestias de carga.

## § II.—*Del perfil de los caminos.*

Un camino puede estar construido en *terreno natural ó esplanación*, en *desmante* ó en *terraplen*.

Está en esplanacion, cuando se halla al mismo nivel que el terreno por donde cruza.

Está en desmonte cuando es mas bajo que el terreno lindante.

Está en terraplen cuando se eleva sobre el suelo inmediato.

Un camino en terreno natural se compone de una calzada ó firme en medio y de un sendero ó paseo á cada lado. El firme se construye con materiales capaces de resistir al peso de los carros; los linderos están en terreno natural y reciben los materiales necesarios para la conservacion del firme.

A cada lado del camino hay una zanja ó cuneta, tanto para dar salida á las aguas y evitar que se estanquen en él, como para separarlo de los terrenos colindantes.

Se da el nombre de aristas á los bordes que separan el camino de las cunetas, y el de eje á la parte superior y media de la calzada, situada paralelamente á las aristas y á igual distancia de ellas.

En los caminos de desmonte ó de terraplen, resultan unos cortes laterales inclinados que se llaman taludes.

Cuando el camino está en terraplen, no se construyen cunetas, porque las tierras inmediatas mas bajas que la calzada, reciben las aguas de esta y por consiguiente evitan

sin necesidad de zanjas la formacion de charcas.

Puede un camino ser á un mismo tiempo de desmonte y de terraplen, si está construido en la ladera de una montaña, en cuyo caso solo tiene una cuneta por la parte interior ó al pie del talud mas elevado que el camino; dicha cuneta se pone con frecuencia en comunicacion por medio de desaguaderos subterráneos con el talud exterior ó mas bajo que el camino, que lleva las aguas al pie de la montaña. Esta construccion se evita á veces suprimiendo la cuneta y dando al camino cierto declive hácia la parte exterior, disposicion que por los peligros á que espone cuando el piso está resbaladizo, y por la circunstancia de tener que pasar sobre el camino todas las aguas que provienen del talud superior, se halla generalmente abandonada adoptándose tan solo en casos de economía mal entendida.

Las cunetas deben estar construidas de modo que las aguas corran por ellas fácilmente y se hallen á un nivel mas bajo que la parte del terreno sobre la cual estriba el firme del camino. La inclinacion de las paredes laterales de las cunetas depende de la naturaleza del terreno en que están construidas debiendo aumentarse la pendien-



te á medida de lo resbaladizo del terreno.

A veces se planta en los caminos muy frecuentados una fila de árboles por cada lado, y para que estos árboles no deterioren el camino á causa de su sombra, se colocan en el terreno colindante, esteriormente á la cuneta. Se ha notado que una sola fila de álamos plantada al borde de un camino, basta para destruirlo. En Inglaterra, se evalúa en una cuarta parte de las reparaciones, el daño causado por la sombra de los árboles plantados en los caminos. Estos plantíos se hacen sin embargo, para ofrecer al viajero un abrigo contra el ardor del sol.

Se da, en cuanto posible sea, mas anchura á los caminos, en las inmediaciones de las poblaciones, á fin de evitar el embarazo que produciría la aglomeracion de gente ó de carruajes. El firme ocupa algunas veces toda la anchura del camino en dicho paraje, á causa de los muchos viajeros y carruajes que pasan por él. En algunas provincias de la Francia, y en las inmediaciones de la capital, los antiguos caminos, (es decir, desde el reinado de Luis XIV), son mucho mas anchos que los modernos y tienen hasta 24 metros entre las cunetas, aun para vías de importancia secundaria. La anchura de la calzada ó del firme varia de 5 á 6 metros. En Inglaterra los caminos son mas angostos, y están

afirmados con capas de piedras en toda su superficie (1).

En Francia, se da á los caminos construidos en el día, una anchura de 8 á 14 metros entre las cunetas, á saber: 14 metros á las carreteras de primera clase, 12 á las de segunda, 10 á las de tercera, 8 á 10 metros para los caminos departamentales, y 8 para los vecinales de grande comunicacion.

La anchura del firme varía segun lo mas ó menos frecuentados que son los caminos. En los que resisten á un fuerte arrastre, como los que establecen comunicacion entre las grandes poblaciones, se da á la calzada una anchura de 6 á 7 metros, la cual es suficiente para tres carruajes. En caminos menos fre-

(1) En Inglaterra, la construccion y conservacion de las carreteras y de los caminos corre á cargo de los municipios ó parroquias por la parte correspondiente á su territorio; se atiende á estos gastos por medio de contribuciones y de cargas personales, y por eso la mayor parte tienen barreras donde es preciso pagar el portazgo. Las cunetas, desagueros y conductos de los grandes caminos, se construyen y conservan á espensas de los propietarios lindantes. La anchura de una carretera es de 30 pies ingleses. Las cunetas son exteriores á los setos ó matorrales laterales, por la parte de los terrenos contiguos. Comiézase á conocer en la Gran Bretaña que la falta de centralizacion es muy perjudicial á la circulacion y á la buena conservacion de los caminos.

cuentados, como la mayor parte de los de tercera clase, y de los caminos departamentales, el firme se establece para dos carros, y es de unos 4 á 5 metros de anchura.

En España, la anchura de las carreteras es de 36 pies, de los cuales 24 son para el firme y 12 para los paseos. Esta anchura puede ensancharse en terrenos muy frecuentados, y reducirse en pais montuoso.

Los caminos provinciales tienen 22 pies de firme y 10 de paseos, lo cual da para la anchura total entre cunetas, 32 pies.

Los caminos vecinales de primer orden tienen 20 pies de firme y 8 de paseos, y los vecinales de segundo orden quedan reducidos á 18 de firme y 6 de paseo, aunque esta medida puede todavía disminuirse bastante.

Los paseos pueden suprimirse en caminos de poca importancia ó vecinales, cuando las tierras son arcillosas. En las areniscas y en las rocas, basta con un paseo para poder depositar en él los materiales necesarios para la composicion del camino.

Los caminos tienen en medio una elevacion, combadura ó montea cuyo declive debe ser muy suave. Antiguamente se daba á los caminos una inclinacion de 0<sup>m</sup>07, 0<sup>m</sup>08 y aun 0<sup>m</sup>10 por metro. La elevacion que parece mas conveniente es la de 0<sup>m</sup>3 por metro. Los autores españoles fijan el minimum de la incli-

nacion en  $1/50$  de la anchura, ó 4 pulgadas y 4 líneas para un camino de 18 pies, y el máximun en  $1/20$  ú 11 pulgadas, segun la mayor ó menor firmeza del terreno.

Generalmente la anchura de los caminos es menor en pais montuoso que en el llano, pudiendo reducirse en algunos casos á 5 metros.

Antiguamente, en lugar de cunetas se daba al camino una inclinacion hácia el eje ó línea media, empedrándolo por el estilo de las calles de las poblaciones, y estableciendo de este modo un arroyo en medio de la calzada, lo cual ofrecia muchos inconvenientes que han hecho ya casi abandonar dicho género de construccion.

Para los caminos de ladera, se adopta el perfil general modificándolo, ó bien un perfil particular llamado perfil de revés, y que consiste en un declive transversal único hácia el talud de desmonte, al pié del cual está la cuneta. El limite de dicho declive, fijado antiguamente en  $1/14$  y bueno para viajeros á caballo, tiene grandes inconvenientes, sobre todo para carruajes de mucha velocidad: por eso se reduce actualmente, considerando el declive de  $1/50$  por metro como el mas ventajoso aunque hay ingenieros que aumentan la pendiente hasta  $0^m 058$ .

Así que los caballos dejan el trote, los via-

jeros que corren la posta ó que van en diligencia, claman contra el postillon, sin advertir que la culpa no es de los caballos, sino del camino, el cual tiene declives muy pronunciados: á veces es menester tener una vista muy ejercitada para juzgar de dicho declive, tanto mas cuanto que en un trazado defectuoso, pueden hallarse considerables porciones perfectamente construidas.

El centro de un camino de esta clase, no siempre está ocupado por el firme; á veces en las pendientes rápidas no hay paseo mas que por la parte del desmonte; los carruajes que suben van por la calzada, y los que bajan siguen el paseo.

Para los caminos en terraplen, puede tambien adoptarse cualquiera de las dos clases de perfil.

Cuando se quiere asegurar una prolongada duracion á los caminos en pais montuoso, se sostienen los terraplenes con obras de mampostería ó de piedras, dándoles en este último caso mucha pendiente; un parapeto de mampostería ó un andaribel de madera precave los accidentes: esta precaucion es necesaria sobre todo en las curvas. Un vallado fuerte ó un anden elevado pueden proporcionar el mismo objeto.

En una vertiente escarpada, en pais montuoso, se guarecen de las avalanchas por

medio de bóvedas ó de techados de madera muy inclinados, las partes de los caminos que se hallan espuestas á aquellas.

§ III. — *Del trazado de las carreteras.*

Las carreteras que mas merecen llamar la atencion de los militares, son las que conducen del interior á las fronteras y prosiguen en los Estados vecinos. Estas carreteras establecen relaciones activas y de comercio entre las grandes ciudades de los paises limítrofes, como por ejemplo, de París á Bruselas, de Metz á Maguncia, de Lyon á Turin, etc. Todas las carreteras que tienen direcciones análogas pueden servir para determinar las líneas de operaciones de los ejércitos así en la ofensiva como en la defensiva; aquellas cuyo trazado debe someterse al mas severo exámen y cuya construccion no ha de autorizarse sino cuando las necesidades de las poblaciones lo reclamen imperiosamente, puesto que no se trata nada menos que de abrir una puerta al enemigo. Hemos mencionado ya las precauciones que se toman en este caso, y volveremos á este asunto en el libro VI. La legislacion en Francia ha atendido á este exámen de los proyectos de comunicacion, en la zona de las fronteras, sometiéndolos á una comision mista compuesta de consejeros de

Estado, de oficiales de ingenieros y de ingenieros de puentes y calzadas (1).

Las carreteras que despues interesan mas, militarmente hablando, son las paralelas á las fronteras; pues proporcionan comunicaciones entre varias líneas de operaciones y permiten de este modo trasportar con rapidez tropas y municiones de un punto de la frontera á otro, es decir, que se puede reforzar con prontitud tal cuerpo ó tal posicion con tropas situadas ó escalonadas en otras líneas de operaciones. Se concibe que es esencial que dichas carreteras sean de un tránsito fácil, y que su direccion se aproxime á la línea recta todo cuanto lo permitan los accidentes del terreno. Esta condicion es ventajosa sobre todo para relacionar dos líneas de operaciones; para la defensiva es con frecuencia preferible que las carreteras pasen por obstáculos, tales como rios ó largos desfiladeros, á fin de te-

(1) Parece que el cuerpo de Estado mayor no inspira aun la confianza á que sin embargo le hacen acreedor sus funciones en los ejércitos. No se concibe cómo un cuerpo cuyos oficiales trazan ó designan á las órdenes de los generales, las comunicaciones que han de seguir las tropas en campaña, y que dirigen el detall de las operaciones estratégicas, no sea llamado á dar su dictámen sobre el trazado de las líneas estratégicas mas importantes.

ner posiciones que permitan entorpecer las operaciones del enemigo. Estos caminos transversales son mas ventajosos todavía, cuando siendo paralelos á un canal, á un río ú á otro obstáculo, se hallan cubiertos por este hácia la parte del enemigo.

Las carreteras militares que costean una frontera marítima, deben pasar fuera del alcance de cañon de los puntos en que pueden estar surtos los buques de guerra, incluso los vapores; sabido es que teniendo estos poca cala de agua y suma facilidad para las maniobras, pueden mantenerse á corta distancia de la costa, y molestar mucho el tránsito sobre las carreteras del litoral.

El trazado de las carreteras, despues de las precauciones necesarias para la defensa, debe apropiarse primero á la naturaleza é importancia de su tránsito, y despues á las exigencias del terreno y al interés del país y de las localidades. Una carretera se halla por lo regular tanto mas frecuentada, cuanto mas poblado es el país por donde cruza, es decir, cuanto mayor es el número de ciudades y de centros de comercio ó de industria que pone en comunicacion; por ejemplo, la carretera de París á Burdeos, que pasa por varias ciudades de segundo y tercer orden, como Orleans, Tours, Poitiers, etc., y



va á parar en otras de primero, y que recorre comarcas fértiles é industriales, exige dimensiones y un trazado conveniente para un tránsito rápido y numeroso, que serán de menor necesidad para caminos de segundo y tercer órden. El trazado debe concebirse, pues, al menos para las grandes carreteras, en atencion á la circulacion de carros pesadamente cargados, y de carruajes que caminan con mucha velocidad. Esta rapidez exige, por consiguiente, curvas desarrolladas, y sobre todo pendientes muy suaves.

Un camino se traza haciendo cotas ó señalando puntos de nivel y de perfil, tanto longitudinal como transversal, teniendo siempre en cuenta que deben evitarse las grandes remociones de terreno, procurando para ello disponer convenientemente el trazado y dar á los trozos comprendidos entre los puntos de marca el conveniente declive.

La naturaleza parece indicarnos por el movimiento de las aguas, las líneas generales segun las cuales debe ejecutarse la locomocion. Las carreteras están destinadas principalmente á servir de desahogo á los valles fertilizados por cursos de agua, por lo cual es sencillo que se tracen en el mismo sentido que estos, y si no los recorren precisamente, deben al menos seguirlos á poca distancia. El paso de un valle á otro puede con-



siderarse como la soldadura de dos trazados, y como caso excepcional. Sin embargo, en los países en que hay prolongadas mesetas y pequeños valles, hay que seguir con frecuencia las primeras para no alargar la carretera.

Los puntos principales del trazado de un camino determinan alineaciones relacionadas entre sí por arcos de círculo, ó por porciones de parábolas, que se llaman recodos. La parábola tiene sobre el círculo la ventaja de que disminuyéndose gradualmente su curvatura desde el vértice, se enlaza mejor con las porciones rectas. Su trazado es por otra parte de una ejecución mas fácil en el terreno. El conocimiento del trazado de las curvas, puede servir para marcar los caminos con exactitud en los mapas levantados á vista y en grande escala. Es necesario para los oficiales encargados de trazar en campaña un camino ó una comunicacion cualquiera. Se procura dar á los recodos una amplitud mayor que á las porciones rectas del camino, sobre todo en las montañas, á fin que los largos tiros ó trenes puedan al dar la vuelta, producir todo su efecto de traccion. Los antiguos procuraban construir los caminos todo lo recto posible, evitando los recodos; pero esta práctica les ponía en el caso de no poder aprovechar muchas circunstancias del

terreno, además de privar á las comunicaciones de la variedad que tan necesaria es en las largas marchas para soportar la fatiga material, con la preocupacion de la mente. Todos saben que la monotonía de un camino recto y muy largo, aumenta el cansancio de la marcha con la fatiga y aburrimiento del espíritu.

Importa mucho que entre los puntos de marca, se sucedan los declives en el mismo sentido, y que no se suba sin motivo para volver á bajar, y recíprocamente. Sin embargo, el inconveniente disminuye con la inclinacion y estension de las pendientes. Cuando estas son suaves, hasta se encuentra ventaja en aquella construccion; porque una carretera lijeramente ondulada, fatiga menos á los caballos de tiro que un camino horizontal, sin disminuir la velocidad media. En un camino horizontal, las colleras de los caballos los oprimen constantemente durante todo el trayecto, al paso que en las bajadas, quedan aliviados de esta presion, lo cual los descansa y hace mas que compensar los esfuerzos de traccion en las subidas suaves. Una sucesion de subidas y bajadas con una pendiente menor de 0,01 por metro, no exige mayores esfuerzos de traccion que un trazado enteramente horizontal. Estas pendientes y contrapendientes son ade-

mas favorables para el desagüe y el saneamiento de la carretera.

Las ventajas de una pendiente suave, para que la traccion no tenga que emplear caballos de refuerzo, no se apreciaban antiguamente. Se evitaban los cambios de direccion, sin los cuales los caminos en paises montuosos son siempre dificilmente practicables, y no se consideraban como rápidas las inclinaciones de  $\frac{1}{10}$ , que tan comunes son en Francia. La pendiente limite era de 14 centímetros por metro, que es la mas pisa que pueden subir los carruajes cargados, sin auxilio de las máquinas por medio de las cuales se superan los pasos mas dificiles. En las carreteras reforzadas con piedras del nuevo modelo, en perfecto estado, la traccion es apenas de  $\frac{2}{100}$  del peso; es decir, que para una pendiente de 2 centímetros por metro, el peso está en equilibrio con el roce, de modo que no hay necesidad de atar las ruedas, y que para una rampa de 2 centímetros por metro, el esfuerzo de traccion es doble de lo que es en terreno llano. Conviene, pues, adoptar como limite la inclinacion de 2 centímetros por metro. Es análogo este limite al de 4 ó 5 milímetros admitido para los ferro-carriles.

En la práctica, se llega á veces para los carros pesados ó galeras á 5 centímetros por

metro, y para los carruajes lijeros á 3, lo cual sin embargo debe evitarse cuanto posible sea. No deben construirse pendientes menores de 1 centímetro por metro, porque las aguas corren mal por ellas.

El trazado mas sinuoso no alarga generalmente el trayecto de  $\frac{1}{2}$  á  $\frac{1}{3}$ , mientras que una rampa de 0<sup>m</sup>04 á 0<sup>m</sup>05 exige una fuerza de traccion tres veces mayor que el claro para poder recorrerla en el mismo tiempo, ó un tiempo tres veces mayor para subirla con la misma fuerza de traccion, y sin embargo, consideran muchos como suave una pendiente de dicha clase. Se calcula que el sistema de carreteras en Francia, por solo el defecto de su trazado, causa al público una pérdida anual que pasa de 64 millones, por el aumento de los gastos de transporte que exige esa defectuosa construccion.

Una pendiente uniforme de mucha estension, tiene varios inconvenientes. Se prefieren algunas pendientes desiguales, separadas por mesetas, y distribuidas de modo que la subida empiece por un declive inclinado al máximun y termine por uno suave. Las mesetas deben ser horizontales ó poco inclinadas. El mayor desarrollo que se da á un camino suavizando las pendientes, debe tomarse tambien en consideracion para el trazado.

El limite de la pendiente en los senderos

accesibles á las mulas cargadas, en los Alpes, es de 0<sup>m</sup>55 por metro. Corresponde á un ángulo de 29 grados. La que los hombres pueden trepar sin el auxilio de las manos es de 0<sup>m</sup>75 por metro, que corresponde á un ángulo de 37 grados.

## ARTICULO II.

### DE LA CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE LOS CAMINOS.

Se construyen caminos de diferentes modos; los mas usados en el dia son los empedrados y los que están afirmados con capas de piedras, siendo estos últimos mucho mas numerosos que los primeros.

#### § I.—*Caminos afirmados con capas de piedra.*

El sistema de construccion de estos caminos ha variado del todo de algunos años á esta parte. Por el método empleado hasta los últimos tiempos, el afirmado se componía de tres capas que se colocaban sobre la tierra despues de haber formado un encajonamiento; la primera capa se componía de piedras anchas colocadas de plano entre dos líneas de gruesos adoquines situadas al borde del camino. Una segunda capa de piedras gro-

seramente quebrantadas se ponía despues de canto, formando ambas capas lo que se llamaba fundamento; y por último, la tercera de piedrecitas ó guijo, que variaba desde el tamaño de un huevo al de una nuez. Estas tres capas presentaban un espesor total de 40 á 50 centímetros. Este trabajo se confiaba á empresarios que por lo regular lo desempeñaban mal, echando sin orden los materiales en el suelo.

El sistema de *Mac-Adam* que reemplazó al antiguo método, consiste en suprimir las capas inferiores y en emplear una sola de piedras pequeñas, con el espesor de 25 centímetros. Este sistema tambien ha sufrido modificaciones.

En el sistema de construccion generalmente adoptado en el dia, no se hace encajonamiento alguno; basta con preparar el terreno y secarlo, no poniendo fundamento sino en el caso de ser el terreno pantanoso ó compresible. Se derrama sobre el suelo, preparado ya, una sola capa de piedras ó de guijo, de 15 á 25 centímetros de espesor, segun el terreno sea mas ó menos resistente ó segun la bondad de los materiales, y lo mas ó menos frecuentado del camino.

El espesor se combina de madera que forme la montea, es decir, que la calzada ha de ser mas gruesa en medio que hácia los pa-

seos. A veces se divide el espesor en dos ó tres capas que se colocan sucesivamente.

La calzada ha de satisfacer dos condiciones: 1.º presentar á la acción de las ruedas una superficie llana, dura y compacta; 2.º abrigar completamente la tierra, cual si fuera una cubierta impermeable. Para esto es menester que la capa inferior ó el suelo no sea jamás atacado por las ruedas de los carruajes, y que se forme con materiales de buena liga. Si los materiales duros son escasos, se reservan para la capa superior, si no hay mas que guijo, se estiende al mismo tiempo una pequeña capa de calcáreo tierno, de creta, toba, detritus terrosos, y aun en caso necesario, de tierra fuerte; si las materias terrosas rebosan á la superficie, se quitan con el rastrojo ó con la escoba. Si hay piedras calcáreas de buena calidad se pueden emplear en caminos poco frecuentados, con preferencia á otros materiales mas duros. En los caminos muy concurridos, tambien puede establecerse una capa inferior de calcáreo; pero reservando para la superior y para la conservación materiales duros, como el granito y otras variedades de rocas primitivas. Por lo demas, no deja de comprenderse que esta regla se aplica solo al pais en que hay facilidad de escoger entre diferentes clases de piedras. En muchos casos, no puede hacerse eleccion de



materiales, no quedando otro arbitrio que el de sacar el mejor partido posible de los que se encuentran en la localidad. En un suelo de tierra fuerte y de calcáreo tierno, son ventajosos los materiales silíceos. El guijo no conviene en un terreno arenoso, y vale mas una capa de la peor piedra calcárea. Los cantos no son buenos materiales porque no se ligan bien, á causa de sus formas orbiculares.

No falta quien ha propuesto construir las calzadas con guijarros y una argamasa ó mortero; pero la dureza estremada que esta práctica daba á un camino, aumentando considerablemente la traccion, su poca elasticidad, la facilidad en romperse el piso, son inconvenientes que se han opuesto á la aceptacion de tal pensamiento.

El tamaño mas conveniente de los materiales para la calzada, es el que tiene por medida el paso en todos sentidos por un anillo de 6 centímetros de diámetro. Cuando se quebrantan las piedras en el mismo terreno donde se trabaja, se reservan los detritus para estenderlos sobre la superficie. Despues se consolida la calzada haciendo pasar encima de ella un rodillo del peso de 2,000 á 3,000 kilogramos.

Al construir un camino, menester es tener presentes las causas que mas pueden influir en el deterioro de la calzada, para combatir-

las del mejor modo posible. Una de las principales es la acción de las aguas, que convirtiendo en lodo los materiales menudos, desiguala la superficie, aumenta la tracción y facilita el desencajamiento de las piedras.

La falta de igualdad en la superficie de un camino es asimismo un poderoso auxiliar de su destrucción, porque no siendo uniforme el movimiento de las ruedas de los carruajes los cuales caminan entonces dando repetidos choques y sacudidas sobre el terreno, no tarda el suelo en ofrecer una multitud de elevaciones y depresiones que dejan con el tiempo la calzada impracticable.

Debe igualarse, pues, el suelo con mucha perfección antes de colocar sobre él la primera capa de piedras; las cunetas se abren también antes de hacer el afirmado, y no se procede á ulteriores trabajos sin apisonar cuidadosamente el suelo sobre que se va á afirmar la calzada. Sucede á veces, y especialmente en terrenos pantanosos, que el suelo después de apisonado sufre una depresión que se remedia con nueva tierra, repitiendo la operación de tiempo en tiempo hasta que no se note descenso de nivel. Estos trabajos preliminares contribuyen á asegurar la duración del camino, por lo inalterable del cimiento blando y elástico sobre que descansa la calzada.

La piedra destinada al afirmado se rompe con un instrumento llamado almaina ó marro, ó con un martillo adecuado al objeto, golpeando los guijarros amontonados en el suelo ó colocados uno por uno sobre una piedra grande que el operario sentado sostiene en sus piernas. Los mejores pedazos para el afirmado son los que á una dimension casi igual en todos sentidos, reúnen la circunstancia de ofrecer aristas y ángulos muy agudos, porque de esta suerte las piedras se ligan ó traban mejor entre sí, que si fueran cantos rodados.

Sobre las capas de piedras se estienden algunos materiales menudos, y especialmente arena, apisonándolo despues todo con un cilindro compresor ó rodillo, que consiste en una piedra cilíndrica de mucho peso, movable al rededor de un eje por el cual se engancha á un tiro de mulas ó de bueyes. La accion misma de los carruajes, despues de abierto el camino á la viabilidad, completa el afirmado, solidificándolo á fuerza de continuadas presiones.

No se reducen á esto solo las obras necesarias para la construccion de un camino; este ha de pasar á veces sobre arroyos y depresiones de terreno que exigen grandes obras de fábrica en las cuales entran materiales de distinta naturaleza que los anteriormente mencionados. Las piedras grandes, los adoquines,

Los ladrillos, los sillares y las argamasas ó morteros, llevan su contingente á esas grandes construcciones sobre las cuales se afirma á veces la calzada de un camino, como puentes, alcantarillas transversales, etc.

Para esta clase de construcciones deben buscarse piedras muy sólidas y que no se abran con los hielos, pudiendo echarse mano en general de areniscas y calcáreas. De las piedras, unas se labran por todos los costados, y entonces se llaman sillares; otras veces se labran solo por una cara, en cuyo caso se denominan sillarejos. Hay además mampuestos, que son unos trozos de piedra, sin labrar á veces, y tallados otras con cierta regularidad, especialmente en la cara que ha de ser visible.

Los ladrillos son por su regularidad sumamente convenientes para toda clase de construcciones, y pueden sustituir á la piedra en aquellas localidades en que abunda la arcilla, y hay escasez de canteras.

Para ligar ó trabar estos materiales entre sí, se emplean unas pastas llamadas morteros ó argamasas, cuya base suele ser la cal. Hay varias especies de esta sustancia, á saber: las cales grasas que al combinarse con el agua se esponjan considerablemente; las cales delgadas que no se esponjan tanto como las anteriores; cales hidráulicas, que después de apagadas y convertidas en pasta, tie-

nen la estraña propiedad de endurecerse en el agua, despues de un tiempo mas ó menos prolongado. Las hay de estas últimas, medianamente hidráulicas, hidráulicas simplemente, y eminentemente hidráulicas, segun el espacio de tiempo que necesitan para endurecerse dentro del agua. Las cales hidráulica s contienen mayor ó menor cantidad de arcilla, segun lo mas ó menos marcada que está en ellas la propiedad de endurecerse. Sabido es que la cal se obtiene desalojando por medio del calor el ácido carbónico que contienen las piedras calcáreas.

La sustancia que comunmente se mezcla con la cal para formar el mortero es la arena; con menos frecuencia se emplean psamnitas, puzzolanas y otras materias volcánicas.

Las argamasas destinadas á construcciones sumergidas en el agua, tienen regularmente 10 partes de puzzolana por 5 á 5 de cal grasa, ó bien 10 partes de arena por 5 á 6 de cal eminentemente hidráulica.

Para los morteros que han de estar espuestos al aire, la resistencia aumenta en la proporcion de 5 á 24 partes de arena por 10 de cal grasa, ó en la de 0 á 18 partes de arena por 10 de cal medianamente hidráulica.

Los morteros cuando las obras son de poca importancia, se fabrican á mano, haciendo la mezcla con unas especies de palas

rastrillos; pero en obras grandes en que el consumo de material es muy considerable, conviene establecer máquinas ó tornos para obtenerlo con economía.

Los perfeccionamientos introducidos en la fabricacion de las cales hidráulicas, permite en el dia hacer con hormigon, es decir, con piedras pequeñas y cal mezcladas, una multitud de obras para las cuales era antiguamente indispensable la piedra sillería.

Las principales obras que ocurren en un camino, son muros de sostenimiento, badenes, tajeas, alcantarillas, pontones y puentes.

Los badenes son unos conductos transversales al eje del camino, ó unas especies de regueras para dar paso á las aguas que se filtran del terreno.

Las tajeas son unas bóvedas, cuya capacidad no pasa entre estribos, de cuatro pies.

Las alcantarillas tienen de cuatro á diez pies.

Los pontones de diez á treinta pies.

Los puentes tienen un arco que pasa de estas dimensiones ó está su abertura dividida en varios arcos ú ojos.

Es difícil apreciar con alguna exactitud el gasto necesario para la construccion de una carretera, porque depende de los accidentes del terreno, de la naturaleza de los materiales y de su distancia, de las dimensiones del

camino y de las pendientes mas ó menos suaves que deban hacerse. Primero es menester estudiar el trazado, y para juzgarlo bien, es menester hacer los mismos estudios que para fijar la direccion general, es decir, que deben conocerse las localidades, enterarse del conjunto, de la configuracion, de la sinuosidad del pais; hay que averiguar tambien las alturas respectivas de los diferentes puertos ó depresiones de las cumbres. Sin embargo, se cree que en un pais que no es muy quebrado, y en donde los materiales no están muy distantes, una gran carretera puede costar de 10 á 20 mil francos por kilómetro, y un camino departamental no destinado á un gran tránsito de 5 á 10 mil francos. (De 200 á 400 mil reales por legua, en el primer caso, y de 100 á 200 mil en el segundo.)

§ II.—*Conservacion de los caminos afirmados con capas de piedras.*

Si los caminos macadamizados cuestan menos que las antiguas carreteras, debe reconocerse que su conservacion es mas dispendiosa. Es indispensable un cuidado no interrumpido para el reparo de dichos caminos, debiendo siempre tener materiales preparados, un considerable número de

obreros, y ejercer una vigilancia muy activa; porque las cualidades esenciales de los caminos son las de mantener su superficie en todas épocas perfectamente unida, sea cual fuere el tránsito á que están sujetos, y evitar que se formen en ellos baches ó carriles: en una palabra, es preciso que los caminos estén constantemente en el mayor grado de *belleza*, espresion de que se sirven los ingenieros.

Existen ahora tres sistemas de conservacion: 1.º El antiguo sistema, que consistia en hacer reparaciones ó renovar las capas, á intervalos de tiempo largos. En este sistema, se entregan los caminos á la viabilidad, luego de terminados, y no se reparan sino cuando ya no son practicables. Resultan de aquí dos grandes inconvenientes: el primero, que durante mucho tiempo tiene mucho que padecer la accion de las ruedas del mal estado de los caminos; el segundo, que la circulacion se interrumpe frecuentemente durante las reparaciones. Este sistema se usa poco en el día.

2.º El sistema de reparaciones hechas á medida que las degradaciones se manifiestan, exige mayor suma de mano de obra que el primero, pero es mas ventajoso para los carruajes.

3.º El sistema de barrido, que tiene por



objeto precaver las degradaciones, y que consiste en quitar continuamente los productos del desgaste, los cuales se sustituyen con igual cantidad de materiales de pequeñas dimensiones, apisonados y regados lo suficiente. Así pues, cuando un camino se halla en estado de conservación, deben emplearse cada año tantos materiales cuantos sean los gastados, para que las dimensiones de la calzada no sufran alteración alguna. Este sistema exige más mano de obra que los dos anteriores.

El empleo de los dos últimos sistemas, y especialmente el tercero, exige que se sostengan sin intermisión operarios en los caminos; de aquí la creación de peones camineros que están encargados de la limpieza, del raspado y del barrido, y de reemplazar los desgastes con materiales preparados de antemano. El número de peones camineros se calcula por la fatiga que sufren los caminos y por las necesidades de la buena situación, supliendo el invierno su escasez con obreros suplentes. La longitud de la estación de cada caminero es muy variable, siendo a veces menor de un kilómetro, y estendiéndose otras hasta 10 kilómetros. Los caminos departamentales menos frecuentados y los vecinales, no tienen peones camineros. La conservación de los caminos por medio de

peones, se ha introducido hace poco en algunos puntos de Inglaterra.

Durante mucho tiempo la legislación sobre caminos ha favorecido en algunos países á los carruajes de llantas anchas, porque se estaba en la creencia de que eran favorables á la conservacion de las carreteras; mas por los esperimentos de MM. Morin y Dupuist se ha reconocido que las ruedas de llantas anchas son mas perjudiciales que útiles á las carreteras, porque nunca se apoyan en todo su ancho sobre la calzada, y quebrantan mayor número de materiales en razon del peso mas considerable de la carga de los carruajes. Se considera como la anchura mas conveniente para las llantas la de 10 á 12 centímetros.

Las ruedas de mucho diámetro degradan menos las carreteras que las de menor diámetro, en la proporcion de una carga de 125 á 150 kilogramos por zona de un centímetro de llanta para un diámetro de 1<sup>m</sup>667 á 1<sup>m</sup>999. Los carruajes sostenidos en ruedas de igual diámetro no degradan mas los caminos yendo al trote, que los demás carruajes caminando al paso.

El gasto para la conservacion de los caminos, á parte de su anchura, de su esposicion, de las plantaciones, etc., se funda en cuatro circunstancias: lo frecuentado del ca-

mino, la cualidad de los materiales, su precio y el de la mano de obra. Se calcula en 500 francos por kilómetro (10,000 reales por legua) el gasto medio de conservacion para las carreteras reales, pero varian de tal manera las circunstancias en cada camino, que esta apreciacion es raras veces esacta: la diferencia es á veces de 250 á 1,700 francos y mas.

Un concurso de 50 colleras por dia es bastante comun en muchos caminos, y en algunos suele pasar de 500. Se considera como término medio, el número de 75. Se ha reconocido que las pequeñas cargas son las mas ventajosas para las carreteras. Por ejemplo, los carruajes de un caballo degradan menos los caminos que los de mucho tiro, y son mas beneficiosos.

Una buena conservacion de caminos produce un beneficio enorme sobre los gastos de transporte. En los caminos de Francia, se evalúan los gastos de transportes anuales en 475 millones, y la conservacion de los caminos en 10 á 25 millones. Segun M. Navier, la fuerza de traccion que es apenas de  $\frac{1}{100}$  en las buenas carreteras, puede llegar hasta  $\frac{1}{10}$  en caminos que estén en mal estado. Una carretera mejorada produce pues en los transportes un beneficio de 50 á 40 por 100.

Los caminos construidos por el nuevo

método son muy ventajosos en tiempos normales, es decir, cuando pueden destinarse á su conservacion sumas considerables y emplear constantemente un personal numeroso; pero si sobreviene alguna crisis en los negocios, pueden presentarse los obstáculos mas graves. En tales circunstancias, un camino que se mantuviera en estado de viabilidad durante algun tiempo, varios años por ejemplo, sin ningun reparo, sería mucho mas ventajoso que aquel cuya conservacion exijiera reparaciones diarias, porque muy presto quedaria impracticable. Tal es el caso en que se encuentran los caminos empedrados comparados con los de Mac-Adam. Bueno es que el sistema adoptado permita reparaciones instantáneas, pero no conviene que obligue á hacerlas. Este es quizá el motivo porque hay ingenieros que no opinan por la destruccion de los caminos empedrados para sustituirlos con calzadas macadamizadas. En Inglaterra misma hay ingenieros que vuelven al sistema de cimiento ó fundamento, con la diferencia de que en lugar de dos capas, establecen una especie de empedrado grosero, pero bien trabado, sobre el cual se estiende la capa de guijarros.

En España se han establecido tambien en las carreteras peones camineros que cuidan de su conservacion. En los caminos vecina-

les, las reparaciones se hacen por medio de prestaciones personales de ciertos dias de trabajo al año, redimibles en dinero y con el auxilio de ciertos arbitrios acordados por los ayuntamientos ó diputaciones provinciales, y aprobados por el gefe político.

### § III.—*De los caminos empedrados.*

La anchura de la calzada que antiguamente se hacia de 4 á 5 metros, es ahora de 8.

El asperon es la materia que mas comunmente se emplea en Francia para la construccion de las calzadas empedradas. En algunas localidades sin embargo, donde faltan las piedras areniscas, se usan para el empedrado granitos, piedras calcáreas ó cantos rodados. Los granitos tienen el inconveniente de tallarse con dificultad. Las piedras calcáreas por el contrario no son bastante duras y se gastan muy aprisa; en cuanto á los cantos rodados, presenta lo empedrado con ellos una superficie muy desigual, en la cual son muy considerables los roces y los choques. Por otra parte, como el golpeo de los carruajes tiende á hacer girar los cantos, la calzada se altera con facilidad. Los asperones son los mejores materiales, y siempre que puedan obtenerse sin un grande aumen-

establece debajo del empedrado un ci-  
miento de piedra quebrantada, que se distri-  
buye en varias capas; se entrega la calzada  
en este estado á la circulacion, como si se  
tratase de un afirmado, y despues que el ter-  
reno ha quedado bien sólido, se cubre con  
una forma de arena de 4 ó 5 centímetros de  
espesor, construyéndose el empedrado en-  
cima.

En algunos puntos de Holanda, las calza-  
das están empedradas con ladrillos puestos  
de canto, en el sentido de su longitud, so-  
bre una capa de arena de 25 centímetros de  
espesor. Los ladrillos que se emplean tienen  
25 centímetros de longitud, 11 de anchura y  
4 y 1/2 de espesor; forman las calzadas mas  
bellas y mas cómodas; pero este sistema no  
puede convenir mas que en un pais surcado  
de canales, cuyas carreteras no sean muy  
fatigadas por la frecuentacion de carruajes.

Los caminos empedrados se emplean ge-  
neralmente cerca de las grandes ciudades,  
al cruzar los pueblos, sobre todo cuando el  
paso es angosto, y en ciertas comarcas que  
se hallan en circunstancias particulares. Los  
caminos empedrados son ventajosos para  
los carruajes que caminan al paso; pero son  
muy fatigosos para los carruajes de grande  
velocidad. La fuerza de tiro en dichos cami-  
nos aumenta con mucha mas rapidez con la

velocidad, que en las carreteras afirmadas. Se ha observado en Inglaterra que en un empedrado ordinario, el tiro al paso, es igual á 1|70 de la carga, al paso que en los caminos macadamizados es de 1|50. Pero segun las experiencias de Rumfort, si la fuerza del tiro es igual á *uno* para un carruaje que va al paso en un camino empedrado, será igual á *dos* cuando camine al trote corto, á *tres* cuando vaya al trote largo. En los caminos afirmados, por el contrario, Mr. Mac-Naill ha computado que si el esfuerzo del tiro es:

	leguas.		
para una	—————		
velocidad de. 2,4 por hora		1 29	de la carga.
para una de. 3,2	id.	1 27	id.
para una de. 4,0	id.	1 25	id.

es decir, que el esfuerzo del tiro aumenta de un modo reducido, con la velocidad.

Para los viajeros de á pié son mucho mejores los caminos empedrados que los otros, por el poco lodo á que dan lugar; en el interior de las poblaciones, es por esa razon indispensable el empedrado.

Con respecto al coste, la ventaja está con cortas escepciones por los caminos de calzadas afirmadas: la diferencia es considerable cuando se trata de los primeros gastos, y lo es mucho menos para los de conservacion. Hay sin embargo, generalmente ha-

establece debajo del empedrado un cimiento de piedra quebrantada, que se distribuye en varias capas; se entrega la calzada en este estado á la circulacion, como si se tratase de un afirmado, y despues que el terreno ha quedado bien sólido, se cubre con una forma de arena de 4 ó 5 centímetros de espesor, construyéndose el empedrado encima.

En algunos puntos de Holanda, las calzadas están empedradas con ladrillos puestos de canto, en el sentido de su longitud, sobre una capa de arena de 25 centímetros de espesor. Los ladrillos que se emplean tienen 25 centímetros de longitud, 14 de anchura y 4 y 1/2 de espesor; forman las calzadas más bellas y más cómodas; pero este sistema no puede convenir más que en un país surcado de canales, cuyas carreteras no sean muy fatigadas por la frecuentacion de carruajes.

Los caminos empedrados se emplean generalmente cerca de las grandes ciudades, al cruzar los pueblos, sobre todo cuando el paso es angosto, y en ciertas comarcas que se hallan en circunstancias particulares. Los caminos empedrados son ventajosos para los carruajes que caminan al paso; pero son muy fatigosos para los carruajes de grande velocidad. La fuerza de tiro en dichos caminos aumenta con mucha más rapidez con la



velocidad, que en las carreteras afirmadas. Se ha observado en Inglaterra que en un empedrado ordinario, el tiro al paso, es igual á 1|70 de la carga, al paso que en los caminos macadamizados es de 1|50. Pero segun las experiencias de Rumfort, si la fuerza del tiro es igual á *uno* para un carruaje que va al paso en un camino empedrado, será igual á *dos* cuando camine al trote corto, á *tres* cuando vaya al trote largo. En los caminos afirmados, por el contrario, Mr. Mac-Naill ha computado que si el esfuerzo del tiro es:

leguas.

para una	—	—	—
velocidad de. 2,4	por hora	1 29	de la carga.
para una de. 3,2	id.	1 27	id.
para una de. 4,0	id.	1 25	id.

es decir, que el esfuerzo del tiro aumenta de un modo reducido, con la velocidad.

Para los viajeros de á pie son mucho mejores los caminos empedrados que los otros, por el poco lodo á que dan lugar; en el interior de las poblaciones, es por esa razón indispensable el empedrado.

Con respecto al coste, la ventaja está con cortas escepciones por los caminos de calzadas afirmadas: la diferencia es considerable cuando se trata de los primeros gastos, y lo es mucho menos para los de conservación. Hay sin embargo, generalmente ha-

blando, una notable economía en hacer calzadas afirmadas. Esta consideracion es de mucha importancia para las comunicaciones que absorven anualmente sumas muy considerables.

§ IV.—*De los caminos de faginas.*

Se emplean las faginas en la construccion de aquellas partes de carreteras que cruzan por terrenos pantanosos; con dichas faginas se hace un especie de entramado que distribuye el peso del camino sobre una gran superficie. Se disponen por capas, de modo que la última esté colocada perpendicularmente al eje del camino. Dos andenes de faginas forman el encajonamiento que recibe los materiales de la calzada.

§ V.—*De las calzadas de rodillos.*

Estas calzadas se usan en algunas partes de Alemania y de Polonia. Se recurre á ellas en los terrenos muy areniscos y cuando se tiene madera á mano. Para construirlas, se comienza por aplanar el terreno sobre la anchura de la calzada; se establecen cuatro carreras de piezas longitudinales de madera sobre las cuales se colocan unos rodillos bien unidos unos á otros, manteniéndolos

en su sitio con otras dos carreras de maderos enlazados con los primeros. Por último, se carga esta calzada con casquijo ó arenas.

En las Landas de Burdeos se emplea algunas veces esta construcción.

### § VI.—*De las calzadas sobre el hielo.*

En el Norte, se acostumbra pasar los ríos sobre el hielo en invierno. Se fortifica á veces la superficie, en una anchura doble de la vía de los carruajes, con dos capas de paja de 16 centímetros de espesor, sobre las cuales se echa agua repetidas veces hasta que helándose esta, trabe unas con otras las capas de paja, las cuales deben cruzarse en ángulos rectos.

Está reconocido que cuando el hielo de un río tiene 0<sup>m</sup>27 de espesor, los carruajes cargados pueden pasar encima con toda seguridad. Según algunos autores, el hielo que tiene 10 centímetros de espesor puede dar paso á hombres y caballos aislados y á carruajes lijeros. De 0<sup>m</sup>16 á 0<sup>m</sup>19 el hielo resiste el paso de la artillería de campaña, sin necesidad de tomar muchas precauciones, á no ser la de no sobrecargar mucho el hielo y la de dejar grandes trechos entre las piezas.



La presión de las primeras cargas que pasan hace oír unos crujidos bastante fuertes, pero no deben alarmar hasta que no se vea brotar el agua por las resquebraduras.

Cuando al llegar á la orilla de un río cuya superficie está helada, se teme que el hielo no tenga bastante solidez, y no hay tiempo de esperar que el frío lo consolide, se cubren las líneas de paso con maderos, y las cargas se colocan sobre trineos.

### § VII.—*De los indicadores en los caminos.*

Hemos hablado ya de las plantaciones que suelen hacerse á los dos costados de las grandes carreteras, que desde lejos indican con frecuencia la dirección de la vía; en casi todos los países, tienen que hacer y conservar dichas plantaciones, los propietarios colindantes.

Se colocan además en una de las orillas del camino, piedras leguarias, postes, columnas que indican límites de provincias, y á veces fuentes y abrevaderos.

Las piedras leguarias sirven para dar á conocer exactamente la distancia de un lugar á otro; se colocan á veces de cuarto en cuarto de legua, ó de media en media legua, distinguiéndose por su mayor tamaño las que indican las leguas.

Los postes indicadores se colocan á la salida de las poblaciones, y en las encrucijadas. En algunos países, hay en la última casa de cada pueblo, una inscripcion que indica la direccion del camino, y las distancias á los lugares habitados mas próximos. En tiempo de guerras son los postes y las inscripciones sumamente útiles para guiar á las columnas en sus marchas.

En los países montuosos, donde cae mucha nieve, los caminos están señalados con jalones ó pértigas de mayor ó menor elevacion.

### ARTICULO III.

#### DESTRUCCION DE LAS CARRETERAS.

Es á veces muy importante en la guerra, poder hacer impracticable un camino, de tal manera que las columnas enemigas no puedan pasar, sino despues de haber empleado mucho tiempo en repararlo. Si no se hace otra cosa que volar un ojo en algunos puentes ó acueductos, en pocas horas queda restablecido el paso. Es menester hacer de trecho en trecho, y en una longitud considerable, zanjas anchas y profundas al través del camino, y dispersar los materiales, á no ser que haya sitios bajos en que

los escombros puedan detener el curso de las aguas. En pais montuoso, se destruyen los taludes ó los muros de sostenimiento de los terraplenes, ó bien se hacen volar las rocas para obstruir los caminos. En los desfiladeros sobre todo, es en donde son eficaces estos medios.

## ARTICULO IV.

### DE LOS CARRUAJES Y DEL TRANSPORTE.

Los carruajes de transporte son de dos ó cuatro ruedas. Los primeros son carros, los segundos galeras. La organizacion del transporte varía segun los paises y sobre todo segun el estado de los caminos. En las comarcas muy quebradas, las cargas van muy subdivididas; tal es el transporte ruso en los stepes y en los caminos de la Siberia; para cada carro no hay mas que un caballo y los convoyes se suceden á lo lejos. A veces se reemplaza el caballo con un par de bueyes. Cuando no puede pasarse un valle de pendientes muy pronunciadas sino doblando los tiros, se dejan al pie de las cuestas la mitad de los carros, y despues de subidos los primeros, se van á buscar los segundos con los mismos tiros. Cuando el terreno está deteriorado por las lluvias se salvan los malos pasos por el

mismo medio. En otros países, se efectúan los transportes á lomo, en acémilas que caminan á modo de caravana, á causa de la falta de comunicaciones. Pero donde las carreteras están perfeccionadas y en buen estado, desaparece la subdivision de las cargas para reunir la toda en carros de grandes dimensiones tirados por dos, cuatro y aun se is caballerías, como se ve en la magnífica carretera de Moscow á San Petersburgo. En la bella calzada de Viena á Brody, por la cual pasa todo el transporte de Alemania á la Rusia meridional, se ven carros de enormes cargas. En Bélgica, es general el sistema de grandes cargas. En Inglaterra se han organizado tambien los transportes con cargas considerables, viéndose con frecuencia carros tirados por ocho caballos. En España son bien conocidas las galeras, tiradas igualmente por considerables trenes.

En Francia hay transporte *ordinario y acelerado*; el segundo remuda los caballos de 6 en 6 leguas y hace 18 leguas por dia; consiste generalmente en un carro de cuatro caballos seguido de otro mas pequeño con uno, llevando para ambos un solo mayoral. Antiguamente se protegían las llantas anchas, pero se ha reconocido despues que no son ventajosas porque no pueden aplicarse en toda su anchura sobre la superficie del camino, á

causa de la curvatura de este. En los carros de grandes dimensiones, se permite llevar hasta 8,500 kilogramos de peso; los carros medianos llevan unos 5,500 kilogramos en invierno y 4,550 en verano. Estas disposiciones no pueden aplicarse á los carruajes militares, á las carretas que se emplean en agricultura, ni á algunas otras.

Las ventajas de los carruajes suspendidos se dejan conocer al encontrar desigualdades que hacen variar la posición del centro de gravedad de la carga. El efecto se distribuye entre los muelles y el camino. Se ha reconocido por medio de esperimentos, que la elasticidad de los vehículos disminuye en una cuarta parte la fuerza de tiro.

Los coches públicos con llantas de 0<sup>m</sup>11 son en el día los mas comunes, y pesan sin carga 2,500 kil. Los límites de su carga incluso el peso de las cajas, deben ser de 5,800 kil. en invierno y de 4,500 en verano. Son de cuatro ruedas. La altura de los coches desde el suelo hasta el punto mas elevado de la carga no debe pasar de 5 metros, y la anchura de 1<sup>m</sup>82 es la mas usada.



## ARTICULO V.

### DE LOS CAMINOS DE TIERRA.

Estos se distinguen de las carreteras por sus dimensiones, y porque regularmente son producidos por el uso mismo, en vez de ser contruidos por el arte, y porque no están sometidos á ningun método de construcción ni de conservación las mas veces. Deben exceptuarse sin embargo los caminos vecinales de primer orden y las avenidas. Los primeros son unos caminos trazados mas angostos y menos perfectos que los ordinarios; pero hay en ello menos inconvenientes, porque dichos caminos no están destinados para carruajes de grande velocidad. Las avenidas sirven generalmente para relacionar una aldea ó un pueblo con una carretera de la cual está separado por cierta distancia, ó para establecer comunicacion con una finca ó casa de recreo. En cuanto á las primeras, su diaria frecuentacion obliga á los habitantes á conservarlos mas ó menos; pero como las segundas pertenecen á los propietarios del terreno, estos cuidan de que su tránsito sea cómodo.

Hay ademas caminos municipales, que conducen de una aldea á otra, á un molino, etc. Otros caminos sirven para la explota-

cion de fincas y establecimientos industriales. Se distinguen tambien los caminos clasificados y los que no lo están. Los primeros son unas vias públicas permanentes, y para acortar una distancia ó evitar un mal paso, desapareciendo á veces por el cultivo. En los llanos, los caminos clasificados son generalmente practicables, al menos en verano, para los carruajes. En las montañas por el contrario, la mayor parte no pueden servir mas que para bestias de carga ó para caminantes á pie, pudiendo transitar por ellos todo el año, escepto cuando hay mucha nieve. Los caminos de llanuras están á veces en terreno menos resistente, por lo cual suelen tener carriles muy profundos, y para que los puedan recorrer los carros, preciso es que tengan la anchura de estos, por lo cual es importante conocer la anchura usada en una comarca que se ha de reconocer.

Los caminos y senderos, pueden clasificarse en ocho categorías, á saber:

1.º Caminos vecinales que van de un pueblo á otro.

2.º Los que ponen en comunicacion diferentes partes de una misma jurisdiccion municipal.

3.º Los caminos ó avenidas que sirven de comunicacion entre los lugares habitados y las carreteras.

4.º Los caminos de explotación, abiertos en cierta extensión, para el transporte en tierras cultivadas. La mayor parte se pierden después de un trayecto más ó menos largo.

5.º Los caminos de montaña que en gran parte no son propios sino para bestias de carga: se refieren en cuanto á su destino á las especies anteriores.

6.º Los caminos de bosque, de los cuales unos atraviesan selvas, y otros son caminos de corta y de explotación que solo tienen una salida; son de notar particularmente en los caminos de bosques, las zanjas, las encrucijadas ó estrellas, viendo además si son paralelos.

7.º Los caminos de pantanos. En los grandes pantanos cubiertos de juncos, existen á veces caminos ocultos que merecen tanta más atención, cuanto que la mayor parte son desconocidos para muchos habitantes.

8.º Por último, los senderos, los cuales en gran parte no sirven más que de atajos para los que caminan á pie. En la guerra, tienen á veces alguna importancia: aquellos, por ejemplo, que pasan de un valle á otro ó que atraviesan un terreno abierto, etc., sobre todo cuando los caminos son escasos en la comarca.

## CAPITULO SEGUNDO.

### De los ferro-carriles.

## ARTICULO I.

### NOCIONES PRELIMINARES.

En algunos establecimientos industriales se usaban ya caminos de hierro, antes de aplicarlos á las grandes comunicaciones en sustitucion de las carreteras. Hace mas de dos siglos que en Inglaterra se transportaban minerales y hullas por ferro-carriles de corta estension. Se habia notado que el esfuerzo de traccion era mucho menor en un enlosado duro ó de mármol (1); como el hierro abundaba en los establecimientos donde se fabricaba este metal, se construyeron primero unas bandas planas y paralelas sobre las cuales debian moverse las ruedas; las bandas fueron sustituidas mas tarde por unas barras de hierro fundido, y por último, en 1803 se substituyó al hierro fundido el forjado que toda-

(1) En Milan, las calles están émpedradas de pequeños guijarros, y para que su tránsito sea menos duro para los coches suspendidos, hay en medio de cada calle dos bandas de mármol blanco para el paso de las ruedas.

via se usa actualmente. Al principio los carriles eran cóncavos; pero en el día son convexos para disminuir el roce y evitar la acumulación de materias extrañas.

Los primeros ensayos que se hicieron para aplicar el vapor sobre los caminos de hierro, en los cuales se usaba antes la fuerza animal, no produjeron resultados importantes. Creyeron los primeros inventores que la adhesión de las ruedas á los carriles no podía ofrecer bastante resistencia para impedir que las ruedas se deslizaran y giraran en su sitio sin avanzar, cuando tuvieran que remolcar una carga algo importante. Los primeros esfuerzos se encaminaron pues á remediar este pretendido inconveniente, y se complicaron los mecanismos con una multitud de piezas que elevaban mucho su coste, al paso que irregularizaban su servicio. Pleukinsop puso en su máquina ruedas dentadas que engranaban en unos dientes abiertos en toda la longitud de los carriles. Otros establecieron la adhesión por medio de una cadena estendida entre las dos líneas de carriles, en toda la longitud del camino, y fijada en las dos estremidades de este; una polea, movida por la máquina era abrazada por la cadena formando una especie de remolque de punto fijo; esta máquina establecida en el ferrocarril de Eaton, cerca de Newcastle, fué

muy pronto abandonada. Brunton puso en la trasera de la máquina unas barras articuladas, que apoyándose en el suelo, hacian el oficio de piernas. Blachett por fin hizo ensayos sobre la adhesion de las ruedas á los carriles, y pudo reconocer que era suficiente para arrastrar bastante peso; pero un resto de temor hizo que Stephenson construyera en 1814 una locomotiva, cuyo roce se efectuaba no solo sobre las llantas, sino tambien sobre unos resaltos de las ruedas, estando ademas trabada la máquina con el tender por medio de una cadena sin fin con el objeto de aumentar la adhesion; pero de perfeccion en perfeccion llegó á comprenderse lo superfluo de tales mecanismos, y desde entonces parten los adelantos que se han hecho en la velocidad de las locomotivas.

En 1829, se vió por la primera vez de Manchester á Liverpool un convoy que recorria con la mayor facilidad 10 á 12 leguas por hora.

La Inglaterra, los Estados-Unidos y la Bélgica fueron las primeras naciones que emprendieron la construccion de ferro-carriles siguiendo despues la Alemania.

Los ferro-carriles en Inglaterra están contruidos con sumo lujo y han absorbido inmensas cantidades; el de Londres á Greenwich sobre todo, llama la atencion por lo gigantes.

co de su construcción. Se halla edificado sobre 950 arcos de fábrica de ladrillo y á cada lado de los carriles hay un paseo de siete metros de anchura aislado con un muro, de los terrenos lindantes; toda la longitud del camino está alumbrada de noche por candelabros de gas. En muchos caminos de Inglaterra han sido mas los gastos de construcción y de conservación que los productos, pero esto no ha desanimado de modo alguno, porque se comprende la importancia de dichas comunicaciones para la industria y el comercio. Hay algunos sin embargo que proporcionan utilidades, y entre ellos el ferro-carril de Birmingham á Liverpool que no ha cesado de producir un interés de 10 por ciento desde que se abrió al público. Cuando se halle terminado todo el sistema de comunicaciones, y los ferro-carriles se hallen relacionados entre sí, no podrán menos de ser beneficiosos para los empresarios.

Los americanos han andado en la construcción de ferro-carriles mas cuerdos que los europeos; la inmensidad de su territorio y los desiertos que separan los diferentes estados de la Union, exigian el establecimiento de grandes líneas relacionadas entre sí por canales: en 1817 se comenzó la canalización y se han hecho desde entonces mas de 1,550 leguas de canales, y tantas líneas de ferro-car-

riles, que su número escede al de todos los caminos de hierro juntos de Europa.

Si hubieran atendido al lujo como los ingleses, jamás hubieran podido llevar á cabo tan colosales empresas, y por eso siguieron un sistema contrario. Los caminos de hierro de los Estados-Unidos son de sencillez extraordinaria, sin que por eso dejen de estar relacionadas entre sí las diferentes provincias. Tambien piensan embellecer sus vías de comunicacion, pero poco á poco y segun lo vayan permitiendo los beneficios.

Por lo demás, en ninguna parte podía aplicarse con tanta facilidad como en los Estados Unidos, la construccion de ferro-carriles. Allí el suelo no estaba dividido como en Europa entre una multitud de pequeños propietarios, dispuestos siempre á poner trabas á la ejecucion de las obras que están siempre á mano; se cruza una inmensa selva y los árboles que para abrir el paso se derriban, pueden aprovecharse inmediatamente para sostener los carriles; si no hay hierro, se labran los carriles de piedra, y estas clases de construcciones que tan lentas son entre nosotros, se improvisan en los Estados-Unidos.

La Bélgica comprendió tambien su posicion: reino nuevo é hijo de una revolucion reciente, no tenía títulos para figurar en primera línea, entre los estados europeos, pero cono-



ció de cuanta importancia sería para su engrandecimiento abrir comunicacion rápida con Francia y Alemania, y el gobierno mismo emprendió de su cuenta un sistema general de ferro-carriles que se construyó con pasmosa actividad. El 1.º de junio de 1834 empezaron las obras y el 5 de mayo de 1835 ya estaba inaugurado el ferro-carril de Malines á Bruselas; el 7 de mayo de 1836 se abrió al público el de Malines á Anveres; el 1.º de enero de 1837 el de Malines á Termunda; el 1.º de setiembre del mismo año, el de Malines á Lovaina, y en el mismo mes otras dos líneas, de Lovaina á Tirlemont y de Termunda á Gante, siguiendo despues las demas con la misma celeridad.

El ejemplo de la Bélgica escitó en Prusia y Alemania los deseos de construir ferro-carriles y pronto fueron continuadas las líneas belgas por Colonia, Minden y otras importantes poblaciones. El Austria siguió á la Prusia y se construyeron ferro-carriles en varias provincias y hasta en Hungría. En el dia está terminándose una línea general de Viena á Berlin. La Rusia tambien ha entrado en la misma idea, y cosa estraña, entre las naciones que se precian de marchar al frente de la civilacion, hay una, la Francia, que ha emprendido mas tarde que ninguna la construccion de ferro-carriles; en el dia

se trabaja en ellos con actividad, habiendo muchas y grandes líneas terminadas. En España existen terminados los ferro-carriles cortos de Barcelona á Mataró y de Madrid á Aranjuez; en construcción y en proyecto hay otros varios, que no dudamos se llevarán á cabo, luego que se comprenda el fomento que la riqueza pública podrá adquirir con tales construcciones.

En los caminos de hierro, el roce del eje es casi la única resistencia que el motor tiene que vencer. La esperiencia ha probado que los pesos que cierta fuerza podría poner en movimiento en un ferro-carril y en un camino ordinario, son entre sí en terreno horizontal en la relacion de 8 á 1. A estas ventajas los caminos de hierro unen la de poder ser recorridos por carruajes movidos por el vapor con estraordinaria velocidad.

Hasta ahora las máquinas, y carruajes que circulan en los ferro-carriles tienen las ruedas de un mismo par fijadas en su eje, de modo que dependan una de otra, y los ejes de un mismo coche no pueden tampoco desviarse del paralelismo en el cual están invariablemente retenidos: las ruedas tienen 0<sup>m</sup>70 de diámetro. En las locomotivas, el eje de cada par de ruedas está acodado en dos puntos en forma de cigüeña de dos brazos. El piston de la máquina de vapor obra sobre

las cigüeñas y trasmite al eje un movimiento de rotacion que produce el movimiento del carruaje sobre los carriles.

La velocidad comunicada á los carruajes en los ferro-carriles parece producir ya una revolucion en el sistema general de comunicaciones. Los carruajes públicos que hace algunos años, andaban todo lo mas dos leguas por hora, hacen 3 en el dia y á veces mas de 4. En los rios y canales, los barcos de vapor que al bajar hacían apenas dos leguas por hora, tienen actualmente una velocidad de 5 á 6 leguas en el mismo tiempo. Este adelanto no parece haber llegado á su limite; todo se va perfeccionando: las vias de comunicacion, los vehículos y las máquinas. Los caminos de hierro atmosféricos, por ejemplo, están probablemente destinados á prolongar este impulso.

Nadie puede negar que los ferro-carriles al aproximar las distancias, prolongan la vida del hombre. En los tiempos antiguos se necesitaba un mes para ir desde el extremo de un reino á la capital; con los ferro-carriles se salva esta distancia en un dia. Las relaciones de los hombres entre si se generalizan y no podrán menos de esparcir con mas actividad la civilizacion.

En caso de guerra, es importante considerar el papel que harán los ferro-carriles,

pues una victoria depende á veces de la reunion rápida de fuerzas en un mismo punto; la infantería será trasladada á veces por los ferro-carriles con ventaja; pero en cuerpos de caballería y de artillería deberán preferir siempre los caminos ordinarios.

En cuanto á los peligros que se atribuyen á los caminos de hierro, verdad es que cuando ocurren son mas terribles, pero considerando la inmensa cantidad de viajeros que trasportan las locomotivas, las desgracias son relativamente á este número menores que en los caminos comunes.

Hasta ahora se han empleado en los ferro-carriles cuatro medios de traccion: 1.º por los caballos; 2.º por medio de cables sin fin y de contrapeso; 3.º por medio de máquinas de vapor fijas y cables sin fin; 4.º por medio de locomotivas. Debemos añadir ahora los caminos de hierro atmosféricos, en los cuales quedan suprimidas las locomotivas. La esperiencia demuestra que la traccion por los caballos es la mas económica para cargas de poca consideracion. Este resultado concuerda bastante bien con el trabajo mecánico.

Se emplea generalmente el tiro de caballos en establecimientos donde hay que hacer trasportes considerables. Las ventajas de estos caminos de hierro son evidentes, porque

un caballo puede arrastrar una carga ocho veces mayor que en un camino ordinario. Los ferro-carriles de que se trata, son generalmente de una sola vía y pueden construirse con menos cuidado que los de locomotivas, porque no tienen que sufrir cargas ni velocidades tan considerables.

## ARTICULO II.

### DE LOS FERRO-CARRILES DE LOCOMOTIVAS.

Estos ferro-carriles son hasta el dia los mas usados, y se construyen en todos los paises que tienen algun movimiento comercial, y aun en la India. Los caminos de hierro están destinados á hacer el oficio de carreteras y tal vez á remplazarlas en gran parte en los tiempos venideros. Requieren un trazado particular, á causa de las dificultades que presentan para salvar los terrenos quebrados. El máximun de las pendientes que se da á la vía es de  $2\frac{1}{100}$  ó  $0^m005$ ; hay sin embargo caminos de hierro que tienen pendientes mas inclinadas, pero cortas, porque cuando llegan á  $0^m007$ , las locomotivas apenas pueden hacer avanzar los trenes. Cuando la configuracion del terreno presenta declives mas pronunciados, se recurre á las máquinas fijas y á los planos inclinados. En el empleo de las

locomotivas, toda la fuerza de la máquina no se utiliza para remolear el convoy, sino que se pierde una parte de ella en arrastrar á la misma locomotiva y á su tender. Asi, pues, la relacion de la fuerza empleada en tirar de la locomotiva y de su tender en un plano horizontal, es á la que se usa en un plano inclinado de 2|100, como 1 á 4, y aun algo mas. Si se aumentase el declive, apenas quedaria á la locomotiva la fuerza necesaria para arrastrarse á si misma y al tender. Entiéndese por este el carruaje en que van las provisiones de agua y de combustible.

Los carruajes empleados en los caminos de hierro difieren esencialmente de los ordinarios en su construccion. Las ruedas no son móviles sino que se hallan fijas al eje, para que estén siempre paralelas, y evitar que la diferencia de velocidades en ambas las hagan salir del carril. Las ruedas pueden ser de hierro colado, pero las llantas deben estar cubiertas con un círculo de hierro forjado. Las cajas de los carruajes ó vagones son de diferentes formas segun el uso á que se destinan. Asi es que los hay para trasportar minerales los cuales se abren por abajo para descargarlos; otros se descargan lateralmente ó bien por delante ó por detrás; los que se usan para viajeros, tienen la forma de diligencias, pero con mayores dimensiones; los que sir-

ven para el transporte de ganados, no son otra cosa que unas grandes jaulas. Tambien hay simples plataformas sobre las cuales se colocan carruajes ordinarios, cuando ocurre transportarlos; asimismo se han construido vagones-postas, que distribuyen la correspondencia en los diferentes puntos del camino.

§ I.—*Pormenores sobre el trazado del camino.*

Las *curvas* que deben describir los caminos de hierro en los cambios de direccion, presentan tambien grandes dificultades. Estas curvas deben ser de gran radio, para disminuir el efecto de la fuerza centrífuga en las grandes velocidades. Este radio es raras veces de menos de 300 metros y comunmente llega á 400 y aun 1000. Presentándose los ejes oblicuamente al camino, y no pudiendo obedecer á la fuerza que tiende á hacerlos converjer hácia el centro de la curva, resulta que las ruedas propenden á subirse por encima de los carriles y en su consecuencia á salir de la vía, estando los ejes espuestos á romperse, y aumentándose los roces considerablemente.

Para remediarlo se construye algo mas elevado el carril de la curva exterior, y para destruir el roce que proviene de la fijeza de las

ruedas, se da á la llanta una forma cónica, y á las ruedas un poco de juego en los carriles. La fuerza centrífuga pone en juego esta conicidad, ó mas bien la diferencia de diámetro que da á las ruedas, desarrolla á su vez una fuerza centrípeta que compensa exactamente la fuerza centrífuga.

La calzada sobre que se construye el ferro-carril debe llenar las dos condiciones indispensables de ser seca y lijeramente elástica; se abre un desmonte de 0<sup>m</sup>50; se da al suelo una ligera montea, y se extiende una capa de arena ó de piedra quebrantada retenida lateralmente por dos pequeños muros de piedras secas. Cuando el terreno es pantanoso, se solidifica por medio del pilotage ó con faginas.

A veces para construir un ferro-carril hay que abrir desmontes de mucha consideracion, en cuyo caso es menester conocer bajo que ángulo pueden sostenerse naturalmente los taludes del desmonte: este ángulo varia con la naturaleza del terreno; asi es que en el camino de Liverpool á Manchester, el terreno se mantiene perpendicular, al paso que otros no pueden sostenerse sino con una inclinacion de 45 grados, y los hay tambien que no tienen solidez bajo ningun ángulo. Hay terrenos que cuando secos se sostienen muy bien, pero que se desmoronan si están



sometidos á la influencia del agua; en cuyo caso es preciso recurrir á medios de desagüe, á plantaciones ó á muros de sostenimiento.

Cuando es necesario atravesar un valle, hay que terraplenarlo, operacion que se efectúa con tierras traídas por el mismo trozo de ferro-carril concluido, y procedentes de los desmontes, teniendo cuidado de dar al terraplen el exceso de altura necesario para que luego con la presión se ponga al nivel.

La vía tiene generalmente 4<sup>m</sup>50 de anchura de eje á eje de los carriles. Algunos ingenieros han dado mas amplitud á las vías, lo cual entre algunos inconvenientes produce la ventaja de dar mas capacidad á la caldera, y por consiguiente mas fuerza á la máquina, mas velocidad, y mas seguridad en los vagones que descansan entonces sobre una base mas ancha.

En los caminos de una sola vía, los andenes tienen por cada lado de los carriles sobre 1<sup>m</sup>25, en las partes en desmonte, y 1<sup>m</sup>65 en las terraplenadas, lo cual da para el primer caso una anchura total de 4<sup>m</sup>00, y para el segundo 4<sup>m</sup>80. Para los caminos de dos vías, el intervalo de estas se fija en 2 metros, medido de eje á eje de los carriles, y los andenes son como los mencionados; la anchura total de la calzada es de 7<sup>m</sup>50 en los des-

montes y de 8<sup>m</sup>50 en los terraplenes. Estas dimensiones no son por otra parte invariables.

Los carriles son unas barras de hierro forjado de 4<sup>m</sup>50 de longitud; la superficie superior es ancha de 0<sup>m</sup>06, convexa y con rebordes ó sin ellos. Los carriles sobresalen de 0<sup>m</sup>05 sobre la calzada, y están sostenidos por cojinetes en los cuales se aprietan con cuñas.

Los cojinetes están sujetos sobre unos paralelepípedos de piedra, ó sobre vigas de encina; estas últimas son preferibles, pero requieren mucha cantidad de madera. Se colocan á un metro una de otra, y se entieran en el suelo envolviéndolas con arena ó guijo, de modo que los carriles queden en relieve.

En América se fijan los carriles inmediatamente sobre la madera, disposición que produce bastante economía y celeridad en la construcción de las obras.

Los trozos de carriles se reúnen de diferentes modos: ó bien se cortan perpendicularmente á su grueso, en cuyo caso se deja entre ellos un pequeño espacio para las dilataciones, ó bien se cortan oblicuamente, lo cual suaviza mas el paso de las ruedas sobre las juntas.

Antes de emplearse un carril, se somete

á una prueba que consiste en colocarlo entre dos apoyos separados de  $1^m25$ , y cargarlo en medio con peso de 10,000 kilogramos; despues de esta prueba, no debe quedarse corvo.

El peso de los carriles es muy variable. Al principio era de 13 kil. por metro corriente; pero mas tarde se aumentó á 17, y en el dia se usan carriles de 30 kil. de peso por metro.

*Cruzamiento de las carreteras.* En el trazado de los caminos de hierro, no se ha podido evitar el cruzar por caminos ordinarios. Para no interrumpir el paso de los que son muy frecuentados, ha sido preciso hacer pasar el ferro-carril por encima ó por debajo, segun la exigencia de las localidades. En el camino de hierro de Montpellier á Nimes se ha fijado para los puentes por encima, es decir, pasando el camino sobre el ferro-carril, una abertura de  $7^m80$ , y una altura de arco de  $5^m50$  en las bóvedas de medio punto, dejando  $4^m50$  fuera de los carriles exteriores y  $1^m50$  de paso entre los carriles exteriores y los estribos.

Para los caminos menos frecuentados, basta un paso á nivel, cerrado por barreras abiertas en el intervalo del paso de los convoyes, un guardia colocado cerca de cada paso de estos es el encargado de abrir ó cerrar.



Para los *viaductos*, la anchura se ha fijado en 8<sup>m</sup>80, y 7<sup>m</sup>80 entre los parapetos, como entre las pilas de los puentes por encima.

En las primeras construcciones de caminos de hierro se habia creido necesario dar á las obras de arte, mayor solidez que para los caminos ordinarios; pero la esperiencia ha demostrado que esto no era necesario; sin embargo, no deben emplearse los puentes colgantes, porque son muy flexibles. Generalmente se ha caido en el exceso de hacer los trabajos mas considerables de lo necesario; asi es que en ciertos ferro-carriles ingleses se ven algunos viaductos, cuyos arcos tienen de 40 á 50 metros de luz ó abertura.

*Subterráneos.*—No pudiendo las locomotivas subir sino por unas pendientes muy suaves, cuando el camino de hierro ha de salvar alturas de cierta magnitud, hay que abrir subterráneos. El mas largo en el dia, en los caminos de las cercanias de Paris, es el de Rolleboise, para el paso del camino de Rouen: tiene unos 2,700 metros. Los subterráneos son de una ó dos vías, dándose á los primeros una altura de 5<sup>m</sup>20, sobre el nivel de los carriles. La bóveda es de medio punto, y los pies derechos están en talud, de modo que la mayor anchura se encuentra en el arranque de la bóveda y á un metro del suelo; esta anchura es de 5 metros.

En los ferro-carriles del Gard, los subterráneos, de dos vias, tienen por seccion un circulo de  $4^m10$  de radio; el centro está á  $4^m70$  sobre el suelo. La altura total bajo la llave es de  $5^m80$ ; pero como el nivel de los carriles está á  $0^m60$  sobre el suelo, no queda mas que  $5^m20$  de altura al nivel de los carriles y  $4^m80$  en medio de cada via.

## § II.—*De los planos inclinados.*

Cuando se quiera evitar el tener que abrir subterráneos, y sin embargo hay que subir pendientes que superan en mucho los límites que hemos indicado, se salvan las alturas por medio de planos inclinados. Este sistema es el que mas frecuentemente se empleó cuando se empezaron á construir caminos de hierro; en el dia se prefiere abrir un subterráneo ó desviar el camino.

El ferro-carril de San Esteban á Roanne es uno de los mas inclinados que hay y su longitud no pasa sin embargo de 84 kilómetros. Sirve para transportar las hullas desde San Esteban al Loira y tambien lleva viajeros en diligencias que hacen el viaje en 8 horas.

El trazado de este camino, entre Roanne y Balbigny, por el puerto de Neulize, con

planos inclinados cuyas pendientes llegan á  $0^m05$ , ha sido preferido á un trazado mas largo, pero con una pendiente suave y uniforme. Aquella parte del camino es servida por caballerías. De Neulice á Balbigny, los vagones, en el descenso, quedan abandonados á su propio peso, conteniéndoles con frenos. Se hacen subir las diligencias por medio de un cable de dos cabos que se arroja en un cilindro y va sostenido por rodillos; los vagones cargados forman contrapeso. De Balbigny á Andrezieux, se emplean locomotivas para los vagones y caballos para las diligencias. De Andrezieux á San Esteban, todos los convoyes van arrastrados por caballos. Hay tambien planos inclinados desde San Esteban á Rive-de-Gier, pero como las pendientes solo son de  $0^m01$ , los convoyes están menos espuestos á accidentes. De Rive-de-Gier á Lyon, el servicio se hace regularmente por locomotivas.

Tambien existen en otros paises caminos de hierro con planos inclinados. En los unos se hace el servicio por medio de máquinas fijas que remolcan los convoyes; en otros la subida se halla compensada por el descenso, es decir, que hay dos planos inclinados contrapuestos en línea recta y reunidos en su parte baja por una curva; la velocidad que el convoy adquiere en el descen-

so contribuye á aumentar la fuerza necesaria para salvar la subida.

§ III.—*De la carga de los carruajes.*

Tomamos de los *Anales de puentes y calzadas* un ejemplo sacado de los ferro-carri-les ingleses, sobre el modo de calcular el poder de las locomotivas.

Se supone una locomotiva con una fuerza de traccion de 770 kilómetros, y del peso de 20 toneladas, incluso el tender, recorriendo por hora una distancia de 32 kilómetros. Es el peso y la fuerza de traccion de las mejores locomotivas. Se necesita una fuerza de 6 k 348 por tonelada para adquirir dicha velocidad en plano horizontal. Supongamos ahora el mismo tren en un plano inclinado de  $\frac{1}{100}$ : la fuerza necesaria para arrastrar una tonelada con la misma velocidad será de 26 k 751 en lugar de 6 k 348; pesando la locomotiva y el tender 20 toneladas exigirán una fuerza de 535 k 012 en lugar de 126 k 952, y no dejarán para el mismo tren mas que 235 k 738 en lugar de 648 k 828. Se pierde pues mas de los  $\frac{1}{2}$  de la fuerza en dicha pendiente, al paso que en un plano horizontal la pérdida es de menos de  $\frac{1}{2}$ . Por el mismo cálculo se vería que si se aumentase la pendiente, la locomotiva no tendría ya bastan-

te fuerza para arrastrarse á si misma y al tender.

Los mismos efectos ocurren para la velocidad. Cuando se marcha con una velocidad de 50 kilómetros por hora, la fuerza queda reducida á menos de  $\frac{1}{4}$ ; para una velocidad de 70 kilómetros se halla la potencia disminuida hasta tal punto, que la locomotiva puede apenas arrastrarse. He aquí ahora como se calcula en la práctica.

Segun los informes ingleses, la carga bruta que una locomotiva puede arrastrar, no es menor, á una velocidad de 52 kilómetros por hora, de 150 toneladas. Pero como es necesario disponer siempre de un excedente de fuerza, para asegurar la regularidad del servicio, y remediar las causas de tardanza que pueden á cada momento sobrevenir, como vientos violentos, carriles sucios, etc. El término medio de la carga bruta de los trenes de mercaderías en el camino de Londres á Birmingham es de unas 100 toneladas y puede considerarse como el máximum de la fuerza de una locomotiva, lo cual equivale á una carga de unas 55 toneladas de mercancías ó de unos 520 viajeros con sus bagajes, en los coches cerrados de primera y segunda clase, ó 400 viajeros con sus bagajes en los coches descubiertos de tercera clase. El peso de un coche de primera clase es de 4 1 $\frac{1}{2}$  to-



neladas; de segunda, 4 toneladas y de tercera, 5 1/2 toneladas. El peso de un viajero con su bagaje se evalúa en 100 kilogramos.

### ARTITULO III.

#### *Del trazado de los ferro-carriles.*

Cuando se quiere fertilizar una comarca en que falta la poblacion, aunque el terreno no sea infértil, se hacen pasar por ella grandes carreteras, abriendo así nuevas comunicaciones entre diferentes centros de poblacion y de comercio; muy pronto se ven elevarse casas en el trayecto, desmontarse los terrenos, y formarse nuevos establecimientos para aprovecharse de la nueva comunicacion y adquirir tierras con menos gastos. Se podrían citar algunas partes de la Sologne, de la Vendea y de otros muchos departamentos, en que las carreteras abiertas hace algunos años, han cambiado ya el aspecto y mejorado la situacion.

Los ferro-carriles por el contrario, deben pasar por comarcas ricas y pobladas y este es el caso de decir que los valles son sus naturales direcciones. Pueden recordarse los primeros proyectos de ferro-carriles de Paris á Rouen, hace unos diez años. Dos proyectos

estaban en concurrencia; por el uno se seguía el valle del Sena; el otro pasaba por las mesetas, es decir, por la línea mas corta, pero dejando á un lado y á bastante distancia, casi todas las ciudades intermedias entre París y Rouen. Se formó una compañía poderosa; se distribuyeron todas las acciones, y se concedió la ley á su favor; pero un nuevo exámen hizo reconocer que este camino tenía pocas probabilidades de éxito; se anuló la ley, se disolvió la compañía, y se devolvió el dinero á los accionistas.

Este ejemplo dice mas que todos los argumentos; demuestra que el objeto de un camino de hierro es el de poner en relacion, por decirlo así, diferentes centros de poblacion y de negocios, es decir, de hacer la circulacion mas pronta, mas fácil y menos cara. No se deroga esta regla sino cuando la configuracion del terreno se opone á ello ó cuando la construccion sería demasiado costosa. Se ha calculado que el medio de locomocion por los ferro-carriles economiza comparativamente con las diligencias de las carreteras, 15 por 0|0 á los viajeros de primera clase, 50 por 0|0 á los de segunda y 60 por 0|0 á los de tercera.

En las cercanías de las ciudades, el trazado de los ferro-carriles presenta bastantes dificultades, para no alejar mucho el desem-

barcadero de las habitaciones. Estas dificultades son mucho mayores aun en las cercanías de las plazas fuertes. Las fortificaciones se extienden con frecuencia muy lejos al rededor de una ciudad y añadiendo la zona de servicio en la cual toda construcción de mampostería está prohibida, la estación del camino de hierro se hallaría á 3 ó 4 kilómetros del centro de la ciudad. Con los medios actuales de tracción, el trazado de los ferro-carriles puede difícilmente someterse á las condiciones que exige la defensa, porque la zona de las fortificaciones no puede cortarse en línea recta, y los caminos de hierro no tienen mas que curvas de grandes radios. Sin embargo, en Bélgica, no se ha reparado en este inconveniente: un camino de hierro penetra en las fortificaciones en Anveres, en Ostende, en Mons y en Termunda.

#### ARTICULO IV.

##### *De los ferro-carriles atmosféricos.*

Si los ferro-carriles de locomotivas ofrecen ventajas para la movilidad y la facilidad del servicio, tienen tambien numerosos inconvenientes, y no es asombroso que se trate de reemplazarlos con otros medios de tracción.

No solo no pueden prestarse á la configuracion del terreno, ni cambiar fácilmente de direccion, lo cual ocasiona enormes gastos para los numerosos trabajos de arte que exigen, sino que se corre el riesgo de grandes accidentes, tales como salidas del carril, choques de convoyes, rupturas de ejes y otros muchos que no se consiguen siempre evitar con las mayores precauciones.

El sistema de los caminos de hierro atmosféricos consiste principalmente en un grueso tubo de hierro colado situado entre los carriles de una via, y en unos aparatos neumáticos dispuestos á una distancia uno de otro de 3 á 5 kilómetros, puestos en juego por fuertes máquinas de vapor fijas. Estos aparatos se establecen para sacar el aire del tubo por aspiracion. Un piston adherido al vagon entra en el tubo donde es impelido hácia delante por la presion de la atmósfera, á medida que se va produciendo el vacio. El piston puede adquirir asi una gran velocidad y una considerable fuerza de traccion, en proporcion de la circunferencia del tubo, y arrastra un convoy por medio de una barra de hierro que sale de la parte superior del tubo por una hendidura longitudinal. Esta hendidura se cierra herméticamente por medio de una válvula de charnela, que se levanta por pequeñas porciones

para el paso de la espiga, y se cierra despues del paso.

Los caminos de hierro atmosféricos se ensayaron primero en la Gran Bretaña. Hasta ahora se cuentan tres: el pequeño de Dalkeg á Kingston, de una longitud de 2,787 metros; el camino de Croydon, de 14 kilómetros, y el de Plymouth á Exeter que se halla en construccion y tendrá 35 kilómetros. Estos tres caminos emplean un tubo de 38 centímetros de diámetro; pero el suelo, sobre todo el de los dos últimos, está poco quebrado. Se cree que el sistema atmosférico estaría mucho mas estendido en Inglaterra, si no estuviese ya hecho para locomotivas casitodo el sistema de ferro-carriles.

En Francia se está ensayando un camino atmosférico, para el cual se ha destinado las dos quintas partes del ferro-carril de París á San German, es decir, desde la plaza del castillo de esta última poblacion hasta Nanterre, en una longitud de 8,667 metros. La parte comprendida entre San German y el puente de Montesson, se halla concluida y abierta á la circulacion.

Desde Nanterre á las orillas del Sena, mas allá del bosque de Vesinet, el terreno se halla en llanura, y luego que se ha pasado el rio, se sube inmediatamente sobre la meseta de San German; se trataba de hacer

llegar los convoyes á esta meseta que está elevada de 59 metros sobre el fondo del valle. La rampa del camino de hierro empieza por una pendiente suave antes de alcanzar el rio, atraviesa el Sena por un puente elevado, é inclinándose la pendiente cada vez mas, alcanza la parte inferior de la meseta por medio de un grande y hermoso viaducto, seguido de un inmenso terraplen, al fin del cual se halla un subterráneo; en seguida, el camino sigue el fondo de un desmonte profundo que conduce á un segundo subterráneo, despues del cual entra en el embarcadero que está 8 metros mas bajo que el suelo. La rampa en toda su longitud forma casi una sola curva, y la pendiente llega á ser de 35 milímetros por metro, que es la de un camino rápido. El tubo entre los carriles tiene 63 centímetros de diámetro en la parte del camino que está terminada, en lo restante tendrá 38 centímetros.

Este camino de hierro parece haberse ejecutado con gran perfeccion, superior, segun se dice, á la de los caminos ingleses que han servido de modelo. Pudiendo á su vez ser reproducido en otra parte, creemos deber dar un bosquejo descriptivo del camino de hierro de San German. Es de dos vías, una por el sistema atmosférico y otra para locomotivas. Para poder subir la rampa, se ha

construido una locomotiva de mayor fuerza que las usadas en los demás caminos. Hay tres aparatos neumáticos: uno en Nanterre, otro en Chatou que tienen una doble máquina de vapor con los aparatos de aspiración accesorios. El tercero está en San German, y como aquí la resistencia que hay que vencer es muy grande, á causa de la pendiente, todas las máquinas son dobles. Se encuentran dos dobles máquinas de vapor ó cuatro máquinas asociadas de dos en dos, á fin de combinar sus esfuerzos. Estas máquinas son simples, el cilindro es horizontal y el movimiento del piston se transmite sin otro mecanismo que una larga espiga y una gruesa cigüeña á una primer rueda, la cual comunica con una segunda gran rueda cuyo eje por medio de una cigüeña y una espiga, levanta los pistones de los cilindros neumáticos colocados verticalmente, Las máquinas son de alta presión; cuando el vapor entra en los cilindros, tiene una fuerza de tensión séstupla que la presión atmosférica. Son de expansión, es decir, que el vapor se introduce en los cilindros durante una parte del curso del piston,  $\frac{1}{10}$  tan solo; abandonado despues el vapor á si mismo adquiere una expansión que impele el piston hasta el fin de su curso. Son además de condensación.

Las piezas de estas máquinas tienen grandes dimensiones, por ejemplo: los cilindros de las máquinas de vapor tienen 80 centímetros de diámetro interior, y el curso del piston es de 2 metros. Los cilindros neumáticos que son cuatro en San German, tienen dos metros de diámetro y dos de piston. El peso de estas piezas corresponde á sus dimensiones. Asi la gran rueda cuyo árbol transmite el movimiento á los pistones neumáticos, pesa 18,000 kilogramos: el árbol que acabamos de indicar es de hierro forjado y tiene un peso de 6,258 kilogramos.

Los cuatro cilindros de vapor de las máquinas de San German, representan una fuerza de mas de 400 caballos de vapor. La caldera que les suministra el vapor se compone de doce cuerpos cilindricos unidos de dos en dos con un hornillo por cada par. Cada cuerpo tiene 3 metros de largo, 1<sup>m</sup>10 de diámetro interior y lleva un depósito de vapor colocado verticalmente encima. Como estas máquinas no han de obrar sino de un modo intermitente, un ventilador poderoso está dispuesto para reanimar el fuego instantáneamente. Una máquina separada de 25 caballos, hace el servicio de la condensacion y entretiene las calderas llenas de agua.

Estas inmensas máquinas, construidas so-



bre los planos de M. E. Flachet, ingeniero jefe del camino de hierro, funcionan con una regularidad y una precision admirables, con la ayuda tan solo de ocho personas. El maquinista que dirige y vigila desde la plataforma la accion de estas máquinas, tiene á mano un telégrafo eléctrico, por el cual recibe y da las señales para las partidas, y las demas convenidas. Algunas disposiciones nuevas para las cuales se ha aprovechado el mecanismo atmosférico, pero que se podrian adaptar tambien al otro sistema, indicarán á cada momento al maquinista, sobre un pequeño cuadrante colocado á su vista, el punto exacto del ferro-carril en que está el convoy y la velocidad con que camina.

Es incostestable que el sistema atmosférico ofrece grandes ventajas sobre el sistema de locomotivas, no solo por un aumento de velocidad que puede verificarse sin peligro, sino porque se remedian las principales causas de accidentes. Con este sistema se pueden multiplicar los convoyes casi indefinidamente: en el camino de Croydon que hemos citado mas arriba, hay 42 convoyes diarios en cada sentido. Con locomotivas un número mitad menor seria peligroso. El sistema atmosférico tiene algunos inconvenientes para la maniobra de los embarcaderos, pero se consigue salvarlos. Pero el mayor

obstáculo que se opone, al menos por ahora, á una aplicacion general de este sistema, es el enorme gasto de primer establecimiento que exige. Emplea una cantidad de hierro tan extraordinaria, que los precios ascienden á mucho. Esos numerosos y gigantescos aparatos devorarian masas enormes de carbon. Sin embargo, nuestros sabios ingenieros no desesperan de hacer surgir combinaciones nuevas, de tal manera, que aun bajo estos puntos de vista, las ventajas quedarán al fin por el sistema atmosférico sobre el de locomotivas.

## ARTICULO V.

### DE LA ESPLOTACION DE LOS FERRO-CARRILES.

Los objetos que han de trasportarse á mayores ó menores distancias forman tres grandes divisiones: 1.º los viajeros; 2.º los bagajes y las mercancías de mensagería; 3.º las hullas, hierros, ladrillos, harinas, etc. En las grandes líneas de comunicacion, los caminos de hierro deben al parecer absorber el trasporte de la mayor parte de las dos primeras divisiones; la tercera parece reservada hasta el dia principalmente á las vias navegables. Quedarán para las carreteras los ramales entre las estaciones y un gran

número de localidades y los objetos trasportados á pequeñas distancias, estos últimos son muy considerables sobre todo en un pais en que reina grande actividad industrial.

## ARTICULO VI.

### GASTOS DE CONSTRUCCION Y DE CONSERVACION DE LOS FERRO-CARRILES.

La construccion de los ferro-carriles ocasiona gastos considerables que varian segun las dificultades del trazado. En un pais llano en que hay pocos viaductos, pocos puentes que construir y pocos subterráneos que abrir, un camino de hierro será menos costoso que en los parajes donde se necesiten muchos trabajos de arte. La vecindad de las grandes poblaciones hace que los terrenos sean mas caros, y es por eso una causa de aumento en el coste, así como la estension de los embarcaderos y otras construcciones necesarias para la explotacion.

No considerando mas que las grandes líneas, el ferro-carril de Paris á Rouen (128 kilómetros) sale por la construccion y las indemnizaciones de terrenos en 404,500 francos por kilómetro, y el de Basilea á Estrasburgo (141 kilómetros) en 320,000 francos. En Bélgica, el ferro-carril de Lieja á la

frontera (40 kilómetros), 653,562 francos; pero el de Gante á Courtrai (44 kilómetros) no ha costado mas que 102,805 francos; no tiene mas que una via. En Inglaterra, el de Manchester á Leed (82 kilómetros) ha costado 952,950 francos por kilómetro, y el de Newcastle á Carlisle (95 kilómetros) tan solo 275,850 francos.

Por último, el medio para la construccion de los caminos de hierro de locomotivas está evaluado en Francia de 350,000 á 400,000 francos por kilómetro; en Bélgica, este término medio es de 500,000 francos; en Inglaterra es de 538,134 francos. El gasto medio para conservacion y explotacion de los ferro-carriles se valúa en 5 francos por convoy y por kilómetro, cuya mitad es por gastos de traccion y conservacion de material, y la otra por los demas servicios de la explotacion.

**CAPITULO III.**

**De las vias navegables.**



**SECCION PRIMERA.**

*De los rios navegables.*

**ARTICULO I.**

**DE LOS MEDIOS DE HACER NAVEGABLES LOS RIOS.**

Los rios se consideran como lineas de comunicacion cuando son flotables por balsas ó cuando son navegables. Un rio es flotable por balsas cuando la altura del agua es lo menos de 0<sup>m</sup>65; es navegable, cuando su profundidad es de 1<sup>m</sup>. Unas escalas trazadas cerca de los puertos dan la medida de esta altura desde el nivel de las aguas mas bajas. Hay rios sin embargo, tales como el Yonne, que se consideran como naturalmente navegables cuando las aguas suben á 0<sup>m</sup>50 sobre el nivel de las aguas mas bajas; pero no puede atribuirse esta excepcion mas que á los trabajos de arte que proporcionan el medio de elevar las aguas.

La navegacion natural no supone la construccion de ninguna obra de arte. Es mas ó menos dificil para los barcos que suben siguiendo la pendiente y la rapidez de la corriente. No pueden subirse con solo el auxilio de la vela, los rios cuya pendiente es de 5 centímetros por 100 metros. Entonces se recurre á la sirga. Por medio de un número suficiente de hombres ó de caballos, se pueden subir los rios mas rápidos; pero los trasportes son muy costosos. No se pueden subir los rios cuya pendiente escede de  $\frac{1}{1000}$ . Para que la navegacion sea fácil, no se necesita mas de un metro de inclinacion por 4,800 métrros, por término medio. La velocidad del agua es entonces de 20 metros por minuto. En el Sena, de Ruan á Paris, un caballo basta para el trasporte de 52 toneladas. En el Ródano, de Aviñon á Lyon, el tiro por la sirga es lento y dificil y el peso que arrastra un caballo no escede de 7  $\frac{1}{2}$  toneladas.

Hemos visto en el libro I, capítulo segundo, que la parte media del curso de los rios no puede hacerse navegable sino por medio de construcciones, como diques, barras, esclusas, caces, etc., á fin de reunir la cantidad de agua necesaria á la navegacion en la corriente principal del rio; en una palabra estos trabajos tienen por objeto *canalizar el*

*rio*. El Sena, el Oisa, el Aisne, el Yonne, el Saone y otros muchos se hallan en este caso. Aun en la parte baja de los grandes cursos de agua son necesarios trabajos de ese género para que la navegacion no se interrumpa: tal es el Loira, el Gironda, etc.

Las obras de arte de que acabamos de hablar están destinadas á producir diferentes efectos. Asi se elevan *diques* para impedir que las aguas se derramen por las tierras inmediatas, ó para estrechar el cauce de un curso de agua. La construccion de los diques es necesaria para evitar inundaciones que sin esto causarían anualmente desastres incalculables principalmente en las llanuras bajas. El Loira, por ejemplo, se halla contenido por diques en ciertas partes de su curso. El Pó es notable por la altura de sus diques entre los cuales se halla encajonado, en razon de que el cauce del rio es mas elevado que el suelo inmediato. En los Países-Bajos, los rios se hallan igualmente contenidos por diques. Por este medio se contiene la invasion del mar.

Los *rebalsos* son unos diques transversales elevados para detener el agua de un rio. Para canalizar un curso de agua en una estension determinada, su cauce se divide en una porcion de rebalsos con compuertas. Por medio de estos rebalsos se eleva el nivel

del rio, se disminuye su pendiente y su velocidad, y se facilita por consiguiente la navegacion; se construyen en forma de diques vertientes, ó se componen de varios trozos con esclusas.

Los diques vertientes son muy comunes en los rios; sirven para hacerlos flotables, y para sangrar una parte de sus aguas, destinándolas á los establecimientos industriales. El paso de las balsas no exige mas que una abertura ó caz de 4 á 8 metros de anchura. El caz se cierra comunmente con compuertas, y aun sirven para la navegacion en algunos rios. Para que los barcos al subir salven el paso del caz, se emplean á veces hombres y caballos de refuerzo, y á veces la sirga con cabrestantes, ó bien asegurada en áncoras echadas á la parte de arriba, ó bien en piquetes plantados en la prolongacion del eje del caz.

Los diques vertientes de los ingenios son regularmente oblicuos con relacion á la corriente, y forman con la direccion de esta un ángulo de 45 grados. En razon de esta oblicuidad, su construccion da lugar á menos cambios en el régimen de los rios. Sea cual fuere su destino, la superficie sobre la cual corre el agua es generalmente llana y presenta un glásis mas ó menos inclinado, á cuyo pie hay un zampeado formado con grue-



sas piedras, los diques se terminan en talud por la parte donde hiere la corriente. Se construyen de madera ó de buena fábrica, y con frecuencia de piedras secas colocadas entre tres filas de estacas y de piezas de madera dispuestas para contener las piedras.

Una esclusa se construye comunmente en el cauce y en una de las orillas del rio, de modo que una de las paredes laterales haga cuerpo con el dique; en algunos casos sin embargo, se construye fuera del cauce, para que no se sumerja durante las crecidas.

A veces se abre una zanja en el cauce del rio, dándole la profundidad necesaria para la navegacion, con una anchura de 16 á 20 metros contados desde la orilla en que ha de estar el camino de sirga.

Hay dobles esclusas que consisten en un receptáculo cerrado con compuertas por arriba y abajo de la corriente. Las primeras de estas esclusas fueron construidas en Italia á fines del siglo XV. Antiguamente se empleaban máquinas y un gran número de brazos para salvar en las subidas las diferencias de nivel.

En cuanto al paso de los barcos por las esclusas, el mecanismo empleado es conocido de todos; para bajar, se abre la puerta de entrada; el nivel superior se iguala con el medio y el barco entra; se cierra en seguida la puerta de entrada y se abre la de salida, el nivel

medio se iguala con el inferior, y el barco sale de la esclusa. Para subir se sigue el método contrario.

Para no interrumpir el asunto que nos ocupa, añadiremos que en la construcción de canales, es necesario á veces salvar pendientes considerables, para las cuales es insuficiente ó muy costoso el recurso de las esclusas. En los Estados-Unidos de América, se ha rescatado una pendiente de 458<sup>m</sup>89 de altura, con 25 planos inclinados. Los barcos, para subir ó bajar, se amarran en unos carros que entran en el agua para recibirlos y transportarlos en seguida á otro depósito. Para este efecto, salen del agua y siguen un plano inclinado, sobre el cual hay establecido un ferro-carril de dos vías, una de las cuales sirve para hacer subir los carros, y otra para bajarlos. En cada vía, hay un carro que ejecuta su movimiento aun yendo vacío, aunque el otro esté cargado. El motor es una gran rueda de cajoncitos, colocada en la plataforma; esa rueda hace mover un sistema de engranajes y una fuerte cadena de hierro, cuyos cabos están atados á los carros. En la plataforma de cada plano inclinado, hay una esclusa doble, en la cual entran alternativamente los carros para recibir los barcos que bajan, ó depositar los que han subido. En lo bajo de la rampa, la fuerza de la gravedad

basta para hacer recorrer á los carros la parte horizontal del camino de hierro, y entrar en el canal, donde se desprenden de los barcos.

Un proyecto, en el cual se ha introducido el uso de los planos inclinados, está preparado hace tiempo para el canal de los Pirineos.

## ARTICULO II.

### DEL TRANSPORTE DE LAS MADERAS POR AGUA.

Los rios, cuyo curso superior pasa por selvas en explotacion, se aprovechan para el transporte de las maderas, echándolas primero sueltas y abandonadas á la corriente hasta la parte del rio en que pueden reunirse y disponerse en balsas para continuar flotando hasta su destino.

En ciertos paises se encuentran rios cubiertos en casi toda su longitud de largas series de almadias, lo cual puede prestar servicios útiles en cierta clase de operaciones militares.

### ARTICULO III.

#### DE LOS BARCOS DE RIOS.

En general, los barcos de medianas dimensiones empleados en los rios, tienen de 25 á 50 metros de longitud y de 3<sup>m</sup>50 á 5 metros de anchura. Se puede evaluar el mínimo de su carga en 40 toneladas, y el máximo en 200. La longitud de los barcos mas pequeños, es de unos diez metros y su anchura de dos; su carga media es de 10 toneladas. Los mayores barcos tienen una longitud de 50 metros y una anchura de 10, pudiendo llevar hasta 500 toneladas. Estos barcos son poco numerosos, y solo se ven en rios caudalosos.

### ARTICULO IV.

#### DE LOS CAMINOS DE SIRGA.

Los caminos para la navegacion por sirga son tan necesarios para los rios como para los canales. Si los barcos siguen la corriente del agua para bajar, tienen que vencerla para subir. Se emplea algunas veces la vela; pero es raras veces suficiente, excepto en la parte baja de los rios. Los barcos de vapor son

ventajosos como remolcadores; sin embargo, se emplean poco todavía de ese modo, porque no siempre se organizan servicios regulares de ese género, al paso que existen paradas de caballos en casi todos los puntos en que se verifica la navegacion; á falta de estas paradas se emplean hombres.

Un camino de sirga se establece en una de las márgenes, la que se halla menos cortada por obstáculos que precisen á interrumpir el camino. Para este objeto no se hacen casi nunca trabajos de arte; cuando el terreno es desventajoso, el camino pasa á la otra margen; se escoje para esto el paso de un puente, ó el límite de una parada. Los caminos para sirga tienen de 4 á 5 metros de anchura, y se hallan casi siempre en terreno natural.

## ARTICULO V.

### DE LOS BARCOS DE VAPOR EN RIO.

La aplicacion del vapor á la navegacion ha seguido de cerca á su empleo como fuerza mecánica. En los rios es donde se han hecho los primeros ensayos para los transportes por agua. La velocidad que se puede imprimir á los barcos de vapor y la economia que proporeionan, les dan una gran ventaja sobre los transportes por tierra; pero es fuerza



convenir en que los caminos de hierro parecen destinados á quitarles el monopolio, al menos para el transporte de viajeros. Como quiera que sea, se hallan barcos de vapor en casi todos los rios navegables, transportando un considerable número de viajeros, ó remolcando barcos cargados de mercaderías.

No es igualmente fácil en todos los rios el servicio de los barcos de vapor; el mayor ó menor volúmen de las aguas, su rapidez y los obstáculos que se encuentran en su curso, detienen la navegacion en muchos puntos. Sin embargo, con los perfeccionamientos hace poco obtenidos, y por medio de algunos trabajos en el cauce de los rios, se ha conseguido hacer navegables algunos parajes que hasta entouces no presentaban facilidad para el paso de barcos cargados. Asi, pues, el Loira, que durante los 4 ó 5 meses de las aguas bajas, no servia á veces para la navegacion, permite ahora que esta se efectúe hasta Orleans con vapores cargados. El Ródano, entre Lyon y Seysel, cuyo cauce está en algunos puntos obstruido por peñascos ó arenas, se recorre ahora con vapores, que hacen un servicio regular de Lyon á Aix en Saboya. Se proyecta ademas hacerlo navegable hasta Ginebra, aunque por esa parte presenta muchas dificultades.

SECCION SEGUNDA.

*De los canales.*

---

ARTICULO I.

DE LOS CANALES NAVEGABLES.

Un canal se divide en porciones de cierta longitud y de diversas alturas cuyas diferencias de nivel se enlazan por medio de esclusas.

Hay dos especies de canales navegables: los canales laterales alimentados por rios á los cuales suplen para la navegacion, y los canales de puntos divisorios. Un canal de esta última especie corta la linea divisoria de dos cuencas contiguas y tiene generalmente por objeto unir las vias navegables de esas cuencas.

El canal mas antiguo de que hace mencion la historia, es el de Suez, que ponía al mar Rojo en comunicacion con el Nilo, y por consiguiente con el Mediterráneo. Se cree que estuvo abierto para la navegacion desde el año 644 hasta 767. En 1799 unos ingenieros franceses reconocieron sus vestigios y determinaron su direccion. Se supone que no

era navegable mas que durante las crecidas del Nilo.

Los primeros canales de puntos divisorios que se abrieron para la navegacion, fueron los de Briare y Mediodía en Francia.

*Perfil de los canales.*—Los canales constituyen dos clases: los de grande y los de pequeña navegacion ó de grande y pequeña seccion. En Francia los de grande seccion tienen en el fondo 10 metros y en la superficie de las aguas 15, variando la profundidad entre 1<sup>m</sup>20 y 2 metros. El canal de Berry, que es de pequeña seccion, tiene en la superficie de las aguas 10 metros de anchura y 1<sup>m</sup>50 de profundidad, con esclusas de 50<sup>m</sup>50 de longitud y 2<sup>m</sup>70 de anchura. La mayor parte de los canales es en Francia de grande seccion.

El talud de las tierras bañadas por las aguas es comunmente de 1  $\frac{1}{2}$  de base por uno de altura. Cuando las tierras no tienen consistencia, la base es doble de la altura. En algunos canales, el talud está revestido de mampostería en piedras secas; en otros, se compone de dos partes, separadas por bermas que tienen 0<sup>m</sup>50 de anchura, establecidas al nivel del agua.

En toda la longitud de cada canal, se forma con las tierras procedentes de las escavaciones, dos diques mas ó menos elevados



y en uno se construye el camino de sirga. Este camino que casi siempre está en terreno natural, tiene de 3 á 4<sup>m</sup>50 de anchura. Al pie de los taludes exteriores, reinan unos fosos para interceptar el acceso de los diques á los ganados y caballerías y separar de los campos vecinos el terreno dependiente del canal.

Las dimensiones de cada trozo de canal que está á un mismo nivel, deben ser tales que se pueda sacar de él la cantidad de agua necesaria para la subida y bajada de un barco, sin que la profundidad de agua deje de ser suficiente para la navegacion.

En Inglaterra existen tambien dos clases de canales: los de grande y los de pequeña seccion. Tanto los unos como los otros tienen dimensiones algo inferiores á las de los canales franceses.

Los principales canales de Inglaterra, son los del duque de Bridgevater, el canal del Gran Tronco, el de Coventry, el de Oxford, el de Strafford y Worcester, el de Leeds y Liverpool y el de la Grande Union.

En los Estados-Unidos hay canales de grandes dimensiones, y pasan de mil doscientas las leguas abiertas para la navegacion interior por el agua.

En Francia, los canales existentes pueden dividirse en cuatro grupos principales: el

del Norte, el del Centro, el del Oeste y el del Mediodía. Dos de estos grupos tan solo están relacionados con puertos, y son los menos importantes. Además, no existe entre dichos cuatro grupos ningún punto de contacto.

El primero y más completo es el del Norte, que se enlaza con los puertos de Dunkerque, Calés y San Valery por los canales del Norte y del Soma. El canal de San Quintin constituye la porción más notable de ese sistema, que converge hacia París por el Oisa.

El segundo grupo de canalización es el del Centro, y se compone de los canales de Briare, del Centro, de Borgoña y del Ródano al Rin.

El tercer grupo, que es el del Oeste, se compone de los canales de Nantes á Brest, del Blavet, de l' Ille-et-Ronce, que ponen en comunicación Nantes, Brest, Rennes y Saint-Malo.

El último grupo, el del Mediodía, se compone de los canales del Languedoc, de Etangs, de Maugnio, de Beaucaire y de Arlés á Bouc.

En España, los principales canales que hay son, el de Aragón, que va desde Tudela hasta más allá de Zaragoza; el de Castilla que empieza cerca de Reinosa, y que uniéndose con el de Campos, llega hasta cerca de Due-

ñas; el de Manzanares y el de Jarama, en Castilla la Nueva; el Fernandino, que hace navegable el Guadalquivir hasta Sevilla. Hay además varios canales de riego y acequias, algunas de ellas muy notables.

## ARTICULO II.

### DE LOS CANALES DE PUNTO DIVISORIO.

Los canales que enlazan entre sí varias cuencas, forman las grandes arterias de la navegacion interior de un gran pais. Por ejemplo, en Francia, la cuenca del Sena está unida con la del Loira por los canales de Orleans, de Briare y del Nivernés; á la del Ródano por el canal de Borgoña y el Saone de una parte; y de otra, por este rio el canal del Centro, el Loira y el canal de Briare. El Sena está unido al Escalda por el canal de San Quintin; al Mosa por el Oisa, el Aisne y el canal de los Ardennes, y lo estará dentro de algunos años con el Rin por el canal que está en construccion entre esterior y el Marne. Las otras cuencas de primer orden tienen igualmente entre sí comunicaciones navegables, pero que necesitan completarse; como entre el Loira y el Garona, entre el bajo Ródano y el Loira. Los canales de comunicacion entre ciudades importantes, tales como el

de Nantes á Brest, de Ille y Rance, etc., forman parte de la misma clase.

*Alimentacion de los canales.*—En la construccion de los canales, la primera cuestion importante es la de determinar la cantidad de agua que exige la navegacion. El gasto de agua, al máximun, sería igual al producto del volúmen de dos cabidas de agua en una esclusa doble por el número de barcos; pero á veces los barcos se cruzan, es decir, que despues que uno ha subido, baja el otro, lo cual economiza la mitad del agua. Sin embargo, estos encuentros están raras veces asegurados, y es difícil calcular esactamente el volúmen de agua que exige la navegacion. Es menester ademas tener en cuenta la cantidad de agua perdida por la evaporacion, y las pérdidas causadas por las filtraciones; estas últimas, segun M. Miguel Chevalier, exigen el mayor consumo de agua que se verifica en un canal.

En América, se calcula para la alimentacion sobre 14, 6 á 17, 7 litros por segundo y por kilómetro; sin embargo, para la alimentacion del canal del Ohio lo mismo que en el Estado de Indiana, se ha adoptado la base de 29, 3 litros. Se cree en Europa que presuponiendo para las pérdidas de infiltracion, una cantidad de agua representada por un corte horizontal de 0<sup>m</sup>05 de espesor en

toda la longitud del canal; esa parte del abastecimiento es suficiente; por lo demas no se trata en ese cálculo sino de terrenos poco permeables.

La evaporacion roba anualmente á los depósitos de agua una capa cuya altura en Francia es de 0<sup>m</sup>86 á 1<sup>m</sup>14. Esta pérdida se halla en parte compensada por las aguas de lluvia.

Un canal que une dos rios, tiene generalmente un depósito divisorio alimentado por grandes estanques naturales ó artificiales, ó por rios dirigidos desde sus manantiales por unas acequias que desembocan en el depósito divisorio ó en los mas elevados.

La posicion del depósito divisorio es comunmente el punto mas bajo de la línea divisoria en la cual se reunen las aguas; este punto está casi siempre poco apartado del origen de dos thalwegs opuestos; cuando está muy elevado con relacion á las pendientes que han de salvarse con esclusas, el depósito necesita una cortadura subterránea. En este último caso, la anchura del depósito divisorio es menor que la de los ordinarios; sin embargo, su construccion es costosa, y la navegacion lenta, de modo que cuando son necesarios esos trozos subterráneos de canales se hacen lo mas corto posible.

Segun M. Bresson conviene generalmente

fijar los depósitos divisorios de los canales en los puntos en que algunos cursos de agua pertenecientes á diferentes cuencas, toman, despues de haber corrido paralelamente entre sí, direcciones divergentes. El Aude y el Garona ofrecen en grande esta disposicion notable, á la cual es debido el punto divisorio de Naurouse.

Los estanques naturales ó artificiales que sirven para alimentar un depósito divisorio están mas ó menos apartados de él, y le envian sus aguas por medio de acequias cuya pendiente no debe ser muy pronunciada. Esas mismas acequias forman á veces canales de pequeña navegacion, como la del estanque de Torey, que alimenta el canal del Centro. El depósito divisorio sirve á veces él mismo de alimentador, como sucede en el canal de Orleans.

El depósito alimenticio de San Fereol, en el canal de Mediodía, cubre 64 hectáreas de terreno. Su profundidad es de 32 metros y su cabida de 6,300,000 metros cubos. El de Lampy, que se ha construido posteriormente á fin de tener una alimentacion suplementaria, tiene 23 hectáreas de snperficie, 16<sup>m</sup> 650 de profundidad y contiene 1,760,000 metros cubos. Los diques de los depósitos del canal de Mediodía están contruidos con el mayor cuidado, de buena mampostería.

Alrededor del receptáculo divisorio del canal de Borgoña, para la alimentación del mismo y de los inmediatos, hay cinco depósitos alimenticios, de los cuales el de Grobois es probablemente el mas vasto de los depósitos artificiales construidos hasta el dia. Tiene 21<sup>m</sup>50 de profundidad, y una capacidad de 8.222,000 metros cúbicos. Segun un cálculo directo, los depósitos reciben las dos quintas partes de las aguas de lluvia.

### ARTICULO III.

#### DE LOS CANALES LATERALES.

Se sustituyen canales laterales á los rios que no son navegables, ó cuya navegacion tiene inconvenientes que se quieren evitar. Estos canales se componen de una serie de depósitos, el mas elevado de los cuales comunica con el rio por medio de una presa. Una esclusa de navegacion ó un canal esclusado existe en el empalme del canal con el rio, y permite introducir á voluntad las aguas del rio en el canal. El fondo está establecido á tal altura con relacion al cauce del rio, que las aguas de este pasan al canal en suficiente cantidad para las necesidades de la navegacion; pero frecuentemente no se obtiene este resultado sino por medio de un dique ma-

ó menos elevado, construido en el rio, y por encima del cual se toman las aguas. Si la cantidad de agua gastada por el rio, no basta para alimentar el canal, se recurre á los medios que hemos indicado mas arriba.

## ARTICULO IV.

### DE LOS BARCOS EN LOS CANALES.

Las dimensiones de los canales, la forma de los barcos, y la velocidad con que son conducidos hacen variar la fuerza de traccion. Esta fuerza es muy débil cuando los canales y los barcos están en buenas condiciones, es decir, cuando los barcos pueden maniobrar libremente sin tocar al fondo ó á las paredes del canal; pero como los lados del barco y del canal son casi verticales y la altura bajo el fondo del barco igual nada mas que á la cuarta parte de la profundidad del cauce, la resistencia se aumenta en mas del doble, cuando la anchura del canal no es mas que doble de la del barco, y mas del cuádruplo, cuando solo llega á los  $\frac{7}{6}$ . Las verbas que crecen en el fondo de los canales pueden contribuir á aumentar la resistencia.

La forma de los barcos hace variar el coeficiente de la resistencia del agua entre 1,1 y 0,18; 1,1 para los bombos ó barcas cuyas es-



tremidades son unas faces perpendiculares á su longitud, y 0,18 para los buques de mar. Entre estos últimos y los bombos, están los barcos que llevan diferentes nombres y tienen una proa y una popa diversas.

La resistencia del agua parece ser con bastante exactitud proporcionada al cuadrado de la velocidad del barco. Se necesita una fuerza de tracción cuádruple para obtener una velocidad doble.

La velocidad de los barcos tirados á la sirga por hombres, en el canal de Givors, que es angosto, es de 1,400 metros por hora. En otros canales en Francia es de 12 á 1,500 metros. En el canal del Centro, dos hombres arrastran diariamente, los unos 90 toneladas á 15 kilómetros, los otros 115 toneladas á 11 kilómetros.

La velocidad de los barcos tirados á la sirga por caballos es de 3,000 metros en Francia, á razón de 50 metros por minuto y en Inglaterra de 4,000. Un caballo arrastra en Francia 60, 75 y hasta 100 toneladas, según la fuerza de los animales, la forma de los barcos, la anchura de los canales, y recorre de 24 á 30 kilómetros. En el canal de San Quintin, un solo caballo arrastra barcos cargados de 140 toneladas; pero no recorre más de 2 leguas y media á 3 por día. Un caballo no arrastra en Inglaterra más que 30 tonela-

das; pero va mas aprisa, pues recorre una distancia de 40 kilómetros. El esfuerzo del caballo es menor en un tercio ó cuarto si va montado. Las barcas no recorren mas que 1,900 metros en los canales subterráneos angostos.

En el canal de Mediodía, los barcos recorren con bastante facilidad de 10 á 12 leguas diarias. Un servicio de barcos acelerados está organizado en ese canal, el de los Estanques y el de Beaucaire (90 leguas), que hacen el trayecto en 6 dias y 16 horas; pero los barcos se detienen todas las noches, lo cual reduce á 118 horas de marcha efectiva el tiempo empleado en recorrer aquella distancia. Los barcos-correos del canal de Mediodía se mueven con una velocidad de 11 kilómetros por hora, sin incluir el paso de las esclusas, que es de unos 10 minutos para cada uno; van en 36 horas de Tolosa á Beaucaire, lo cual reduce su velocidad efectiva de viaje á algo menos de 2 leguas por hora.

## ARTICULO V.

### DE LOS CANALES NO NAVEGABLES.

*De los canales de riego.*—Estos canales se construyen por los mismos principios que los de navegacion laterales; y algunas veces un

canal lateral, como el de Aragon, sirve al mismo tiempo para la navegacion y el riego de las tierras. Pero, en general, el agua en los canales de riego tiene una corriente mas ó menos rápida. El perfil de estos canales tiene pequeñas dimensiones.

*De los canales de derivacion.*—Los canales que se abren para agotar el cauce de un rio, ó hacerlo vadeable, y aun para otros usos, tienen, por los trabajos que exigen, alguna analogia con los canales laterales.

### SECCION TERCERA.

*Objetos diversos concernientes á la navegacion fluvial.*

#### ARTICULO I.

##### DE LA ACTIVIDAD DE LA NAVEGACION.

Se juzga que la circulacion es considerable en una carretera, ferro-carril ó canal, cuando pasan anualmente 100,000 toneladas de mercaderias. Se evalúan en 200,000 toneladas los trasportes efectuados en el canal de Mediodia cada año; pero el espacio recorrido por las mercaderias, siendo menor que la longitud del canal, queda tan solo

igual á lo que sería si 110,000 toneladas lo cruzasen de una estremidad á otra.

En el Ródano, los barcos que bajan ó suben cada dia de Lyon á Arlés, van cargados por término medio de unas 910 toneladas lo cual da unas 300,000 para los trasportes anuales, deducidas las interrupciones accidentales de la navegacion.

### ARTICULO III.

#### DE LOS GASTOS QUE EXIJEN LOS CANALES.

**DE LOS GASTOS DE PRIMER ESTABLECIMIENTO DE LOS CANALES.**—Los canales emprendidos en Francia en 1821 y 1822, han costado por término medio para su construccion de 120 á 125,000 francos por kilómetro, pero es de advertir que el largo intervalo de tiempo empleado en construirlos, y el abandono en que muchos han quedado, han aumentado el gasto. El canal de Borgoña sale á 240,000 francos por kilómetro. El canal del Ródano al Rin por el contrario, no ha exijido mas que 80,000 francos.

Segun M. Huerne de Pommeuse, los canales ingleses, cuyos perfiles son mas pequeños que los de Francia, salen á 155,000 francos por kilómetro. Segun otros, esta evaluacion debe ser mas considerable.

*De los gastos de conservacion y de explota-*

*cion de los canales.*—Los gastos de conservacion de los canales franceses construidos en 1821 y 1822, durante los años de 1836 y 1837, en una longitud de 2,573 kilómetros, han sido de 1,049 francos por kilómetro; pero todos estos canales no estaban entonces abiertos á la circulacion. No atendiendo mas que á los que entonces eran recorridos por el comercio, es decir, los del Ródano al Rin, de la Somme, de los Ardennes, de Ille-et-Rance, del Blavet, de Arlés á Bouc, y los rios canalizados del Oisa y de l' Isle, el gasto es de 985 francos.

Se juzga que en el conjunto de nuestras lineas de navegacion, cuando estén bien frecuentados, el gasto anual de conservacion, para que estén en buen estado, deberá calcularse durante mucho tiempo sobre un pie de 1,500 francos por kilómetro.

*De las tarifas.*—El precio de flete, es decir, el gasto de traccion correspondiente á una velocidad ordinaria, y aumentado con los derechos de navegacion, no asciende por término medio en los rios, tanto á la bajada como á la subida, á mas de 2 centimos por tonelada y por kilómetro.

En los canales administrados por el Estado, los gastos de portazgos y de traccion pueden evaluarse por tonelada y por kilómetro en 3', céntimos.

Para los trasportes acelerados, que se hacen por medio de barcas tiradas á la sirga, el precio es de unos 10 céntimos por tonelada y por kilómetro. Para barcos de vapor, este precio disminuye sensiblemente (1).

#### SECCION CUARTA.

##### *Del mar como via de comunicacion.*

El mar es la vía de comunicacion mas estensa, puesto que hace comunicar entre sí todas las partes del globo; es ademas la única por medio de la cual puedan establecerse relaciones entre los diferentes continentes y con las islas marítimas. La navegacion ha existido en todos tiempos, pero los grandes establecimientos marítimos no se encuentran sino en los pueblos de gran comercio exterior. En los siglos XIV y XV, Venecia, Génova, España y Portugal absorbían casi todo el comercio exterior de la Europa; la Holanda siguió los mismos ade-

(1) La imperfeccion de las tarifas y la cuota demasiado elevada de los derechos de navegacion, privan al comercio del uso de una parte de los canales, aunque se hayan construido para ese objeto.

lantos desde el siglo XVI; por último la Francia y la Inglaterra, han creado sucesivamente los mayores establecimientos, y hace mas de treinta años que esta última tiene la supremacía marítima, es decir, que su comercio y sus establecimientos marítimos y coloniales son en el dia mas considerables que los de ninguna otra potencia. Los Estados- Unidos de América figuran ahora entre las grandes potencias comerciales, y sus crecientes progresos anuncian que adelantarán aun.

§ 1.—*De la navegacion marítima.*

Hay tres especies de navegacion marítima: 1.º la navegacion de largo curso; 2.º el cabotage; 3.º la pesca. La primera es la mas importante, y por medio de ella se efectúa casi todo el comercio exterior, incluso el de las colonias; ocupa á los grandes buques y emplea un número crecido de marinos. En algunos Estados, una parte de esta navegacion se reserva esclusivamente para los buques nacionales. Se efectúa casi siempre por los grandes puertos por la facilidad que hay en ellos para la venta de los cargamentos y para las cargas de retorno.

La segunda especie de navegacion se divide, en dos ramos: el grande y el pequeño cabotage. Para el grande cabotage se emplean

á veces buques de gran capacidad, lo cual depende de las relaciones del comercio entre los puertos, de la longitud y de las dificultades de la navegacion.

La marina militar está destinada principalmente á proteger el comercio y á los nacionales en todas las partes del globo; tiene tambien por objeto concurrir al trasporte de las expediciones militares en el pais enemigo, ó en las colonias, y en fin tomar parte en la defensa de las costas. Resulta de aqui que los establecimientos militares de la marina de un Estado, es decir, el personal, el material y los puertos, deben estar en proporcion del desarrollo del comercio marítimo, de donde se sigue que cuanta mas estension tendrá ese comercio, mas considerables serán las fuerzas marítimas de un Estado. Esto explica el poder y la riqueza que habian alcanzado algunos pequeños Estados en los siglos XVI y XVII, como Venecia y la Holanda, y el gran poder de la Inglaterra, de cuarenta años á esta parte.

§ II.—*De la importancia estratégica de los puertos.*

Hemos indicado en el libro I, capítulo 3, los sitios convenientes para puestos militares; hay, sin embargo, otras consideraciones que



no deben perderse de vista, y que mencionamos aqui para no diseminar demasiado lo concerniente á la marina. Los puertos militares tienen su importancia estratégica como las plazas fuertes en el interior, y aun puede un puerto ser llamado á llenar dos condiciones: la de contribuir á la defensa del interior, al mismo tiempo que ocupar una posicion ventajosa como establecimiento marítimo. Tales son Dunkerque, Tolon, Génova, Barcelona, Cádiz, etc.; pero ciñámonos á lo relativo á la marina. La importancia de los puertos militares no depende tan solo del estado formidable de la marina, sino con frecuencia tambien de su posicion. Citaremos varios casos: 1.º Los puertos situados cerca de un estrecho muy frecuentado, tales como Copenhague en el Báltico, Cádiz y Gibraltar cerca del estrecho de este nombre, Mesina entre la Sicilia y la Italia, Constantinopla cerca del Bósforo, Dunkerque cerca del paso de Calais. Estos puertos dominan naturalmente los estrechos en que se encuentran, al menos en circunstancias dadas.

2.º Los puertos situados al paso de los buques, y que sirven de escala para los viajes de largo curso. Citaremos: Malta, para buques que van del estrecho de Gibraltar á Egipto, Grecia y Escalas del Levante; Rio

Janeiro, para dirigirse á las costas orientales de la América del Sur ó al mar Pacifico; ó para alcanzar el cabo de Buena Esperanza, despues de haber atravesado las corrientes y la region de los vientos alisios. El mismo cabo de Buena Esperanza, escala casi indispensable entre la Europa Occidental y la India, y la isla Mauricia ó de Francia, otro punto de paso importante para el viaje de las Indias Orientales.

5.º Los puertos que tienen una especie de preeminencia en los paises en que están situados, ó en un mar interior. Tales son en la Mancha ó en sus cercanias: Brest y Cherbourg, en las costas de Francia; Portsmouth y Plymouth en las de Inglaterra; Cádiz y Barcelona, en España; Cronstadt, en el Báltico; Sebastopol en el mar negro; Tolon y Malta en el Mediterráneo. Alejandria de Egipto entraria en la misma categoria si tuviera una marina mas formidable.

En las posiciones de que acabamos de hablar, se concebirá que esos puertos son mucho mas ventajosos para la proteccion del comercio y de las costas y para el avituallamiento de los cruceros.

Los puertos de paso son muy numerosos; su importancia depende de su posicion al alcance de los derroteros frecuentados por los navíos, y segun su capacidad para reci-

bir y proteger numerosos buques de mucha cala de agua.

§ III.—*De los buques dependientes de un puerto.*

Cada puerto tiene sus buques; es decir, que todo buque, esté ó no navegando, depende de un puerto. Se puede pues saber cual es el número y la clase de buques de toda magnitud que pertenecen á un puerto militar ó á uno comercial. En los datos pueden darse en forma de estados (Véase libro VI.)

§ IV.—*Del personal marítimo de un puerto.*

Este es el lugar en que deben apuntarse la mayor parte de los datos acerca del personal de la marina militar perteneciente á cada puerto, inclusa la matrícula marítima; y además, el número, al menos aproximado, de los marinos empleados en cada especie de navegacion: los pilotos y capitanes de buques, el de los diversos obreros ocupados en la construccion y carenaje; el de los ingenieros constructores, y en fin el de los armadores.

#### CAPITULO IV.

##### **De los puentes, barcas y otros medios de paso por los rios.**

Entre las comunicaciones, los puentes, barcas y otros medios para pasar rios, desempeñan un papel particular y muy importante en la guerra, motivo por el cual se ha juzgado oportuno hacer de esto el asunto de un capítulo aparte, en el programa de los reconocimientos militares.

En efecto, el paso de los rios es una de las operaciones de guerra mas delicadas. En ofensiva, supóngase el puente mejor establecido y mas cómodo por su posición, su anchura y sus avenidas, y no por eso dejará de ser un desfiladero que exigirá habilidad de parte del jefe de un cuerpo de tropas para pasarlo en presencia de un enemigo que se halla en estado de oponerse á ello. Si el enemigo está apartado de modo que no pueda estorbar el paso, pero no tanto que no pueda llegar á tiempo para oponerse á la marcha ulterior del cuerpo ofensivo, el paso no dejara de exigir grandes precauciones para no verse interceptado por el desfiladero; por eso se construye lo antes posible, aun mientras están desfilando las tropas, un atrincheramiento á la cabeza del puente: por

otra parte, la maniobra prescrita para el paso de los desfiladeros indica el cuidado que merece esta operacion.

Si los pasos de rio en la ofensiva presentan dificultades, no las presentan menores en la defensiva. Cuando un cuerpo de ejército en retirada va seguido á corta distancia por un enemigo mas fuerte ó mas victorioso, si quiere pasar á la orilla interior de un rio, ó el puente existe ó es menester echarlo; si existe, habrá que maniobrar, tomar posiciones, combatir para poder efectuar el paso en orden y sin confusion: tal fué el paso del Dwina por los franceses en 1812, á las órdenes del mariscal Saint-Cyr. Si el puente no existe, estará preparado de antemano por todos los medios disponibles, ó habrá que construirlo apresuradamente, como en el Beresina, en aquella misma campaña. En todas las circunstancias, se vé que el estado de los puentes y la eleccion de los puntos de paso merecen la atencion mas cuidadosa.

Los ejércitos pasan los rios en puentes permanentes, en puentes militares, á vado, sobre el hielo, por medio de cuerpos flotantes como barcas, balsas, puentes volantes, etc., la caballeria y algunos destacamentos de hombres escojidos en la infanteria los pasan á veces á nado.

## ARTICULO I.

### DE LOS PUENTES PERMANENTES.

Estos puentes están establecidos en los rios y en los canales, y sirven para enlazar diferentes partes de carreteras ó de ferrocarriles. Los puentes permanentes son fijos ó colgantes. Los primeros son de fábrica ó de madera, ó tienen las filas de mampostería y el asiento de madera; los segundos tienen los medios de suspension de hierro, los estribos de mampostería y el asiento de madera. Hay tambien puentes permanentes de filas flotantes, de los cuales hablaremos al tratar de los puentes militares.

El sistema de puente que ha de adoptarse depende de varias circunstancias. Si el camino para el cual se ha de construir el puente, es muy frecuentado, si las comunicaciones que ha de mantener son de mucha importancia, se evitarán los puentes de madera, que necesitan operaciones costosas y repetidas, que interrumpen con demasiada frecuencia el paso. Si se trata de un ferrocarril, es evidente que no se podrán emplear los puentes colgados porque las vibraciones ocasionados por el convoy podrían ocasionar el rompimiento de las cadenas ó el des-

carrilamiento.—Si el curso de agua es considerable, y la corriente rápida, se debe por el contrario optar por los puentes colgantes porque en el caso de emplear cualquier otro sistema, seria menester hacer uso de muchas pilas, que no solo darían lugar á mucho gasto, sino que contribuirían poco á la solidez. Tales son las principales reglas á que debe atenderse en la eleccion de un sistema. Estas reglas son insuficientes, y muchas veces debe tenerse tambien en cuenta la suma que hay que gastar; por lo demás, de la sagacidad del constructor depende el buen éxito y el buen acierto en esta clase de obras.

*Puentes de piedra.* Los puentes que se encuentran en las grandes carreteras son la mayor parte de mampostería; los unos son de sillería, los otros de adoquines y algunos de ladrillos, segun los materiales mas abundantes en el país; algunos de estos puentes, principalmente en las grandes ciudades ó sus cercanías, tienen una forma monumental por la riqueza de su construccion y los ornamentos con que están decorados. Estos diversos puentes tienen dimensiones muy diversas, segun las necesidades de la circulacion. Los mayores puentes modernos tienen generalmente de 8 á 10 metros de anchura entre los pretilos y pueden dar paso á dos ó tres carros de frente, teniendo ademas

andenes ó aceras para las gentes de á pie; los puentes antiguos son muy angostos; en algunos, apenas pueden cruzar dos carros, inconveniente grave que causa retrasos ó accidentes, sobre todo cuando el puente tiene mucha longitud.

La mayor parte de los puentes antiguos tienen ademas otros defectos: 1.º las avenidas son generalmente dificiles, ora porque los caminos son angostos ó comprimidos entre obstáculos, ora porque los cambios bruscos de direccion hacen penosas las vueltas para los carros, ora porque hay rampas muy inclinadas para llegar al centro del puente. 2.º Estos puentes sirven á veces de estorbo á la navegacion, ó porque la llave de los arcos es baja, ó porque estos son angostos, ó porque las pilas demasiado macizas retrasan el curso del agua, y causan corrientes peligrosas. Se vé que la disposicion y la construccion de los puentes, aun de los mas sólidos, es digna de examinarse.

Hay puentes, sobre todo en las comarcas poco ricas y fuera de las grandes comunicaciones, cuya conservacion está abandonada hace mucho tiempo; que no tienen parapetos, ó cuyas bóvedas y pilas están rajadas ó penetradas por la húmedad; que no ofrecen, en fin, la solidez necesaria para el paso de los convoyes. Si se prevé que semejante puente



ha de ser útil en el curso de las operaciones militares, será menester indicar el estado en que se encuentra, y sumariamente las reparaciones necesarias para consolidarlo, al menos provisionalmente.

Un puente tiene mas ó menos longitud, segun que el curso de agua que atraviesa es mas ó menos ancho, ó está echado sobre un pantano ó sobre praderías espuestas á las inundaciones. Cuando el rio tiene mas de 100 metros de anchura, el puente es mas fácil de defender; el efecto de la fusileria es incierto de una orilla á otra, el agresor está espuesto en sus ataques por mucho tiempo á los tiros de los defensores, y estos tienen mas facilidad para oponer obstáculos á las empresas del enemigo; suponemos que no se ha juzgado á propósito destruir el puente. Es importante saber cual es la altura de las aguas, la época y elevacion de las crecidas, á fin de asegurarse de si la comunicacion en las inmediaciones del puente puede interrumpirse durante el paso de las tropas.

Se construyen á veces puentes cuyos estribos y pilas son de mampostería y las bóvedas de hierro, es decir, que las bóvedas están compuestas de barras de hierro arqueadas y ensambladas. Estos puentes cuyos arcos tienen una grande holgura, no existen

hasta ahora mas que en las grandes ciudades, y pueden colocarse en la misma categoría que los anteriores.

En un rio considerable, la determinacion del ensanche que ha de dejarse al paso de las aguas es de suma importancia. En un puente pequeño, un zampeado permite estrechar la abertura hasta el punto de obtener una velocidad, que arrastraría consigo el terreno natural; pero en un puente grande, excepto en algunos casos escepcionales, hay que renunciar al zampeado y calcular la abertura de modo, que puedan pasar las aguas, sin que la velocidad alcance al limite al cual atacaría el fondo y desarraigaria los puntos de apoyo, ocasionando la caida del puente.

Es menester evitar tambien que la abertura sea muy grande, porque podrian formarse terrenos ó montones de tierra, los cuales consolidándose con las yerbas que en ellos naciesen, podrian hacer tomar á la corriente una direccion oblicua, y al sobrevenir una crecida, el puente estaria espuesto á ser destruido por el socavamiento de algunos machones. Sin embargo, como el caso de destruccion por una abertura muy grande es mucho mas raro que el procedente de un paso angosto, vale mas pecar en el primer sentido que en el segundo.

Para fijar convenientemente la abertura, es menester medir el curso de agua durante las altas, las medianas y las bajas aguas, determinando directamente la velocidad por medio de flotadores, cuando la estacion y el tiempo lo permitan.

Conociendo en cada uno de esos casos el nivel de las aguas para cada longitud de la abertura, es decir, de espacio libre entre los estribos y los machones, se sabe cual es la seccion del agua, y el volúmen dividido por esta seccion, da la velocidad media que no ha de ocasionar corrosiones ni obstrucciones.

Cuando las aguas se elevan sobre el nivel del nacimiento de las bóvedas, es menester atender á que la abertura no crece ya en razon de la altura, y por consiguiente, conviene aumentar la separacion de los apoyos.

En un rio que no es navegable ni está espuesto á crecidas, se adoptan pequeños arcos, que en una longitud igual de puente, son menos costosos que los grandes, cuando sin embargo, la naturaleza del suelo no ocasiona otras dificultades á causa del mayor número de machones que han de construirse.

Cuando el rio, sin ser navegable, está sujeto á crecidas, se deben adoptar arcos ú ojos bastante grandes para que los cuerpos flotantes no sean detenidos por los machones.

En un río navegable, es menester proporcionar los ojos á las dimensiones de los barcos, y sobre todo á la velocidad de la corriente. Si esta velocidad es grande, siendo la abertura menor de 25 metros, no se hace mas que un ojo. Para una abertura mayor, á fin de evitar los gastos considerables ocasionados por los arcos grandes, se hacen mas pequeños. El número de los arcos debe ser lo menos de tres, haciendo el del medio mayor que los laterales, si las necesidades de la navegacion lo exijiesen.

Cuando el río navegable tiene poca pendiente, la anchura de los arcos puede ser menor, y aun se puede adoptar un número par de arcos, es decir, colocar una pila en medio, si esta disposicion ofrece ventajas de ejecucion que compensen sus inconvenientes.

La superficie interior de las bóvedas se enjendra por una recta que se mueve permaneciendo horizontal, y apoyándose en una semicircunferencia, cuyo diámetro es igual á la abertura del arco, ó en una curva de muchos centros, cuyas estremidades son tangentes á los pies derechos, ó en un solo arco de círculo que forma con los pies derechos cierto ángulo. La primera especie de bóveda es la mas fácil y sólida, por lo cual se emplea, siempre que deje el suficiente

paso para las aguas y los barcos, sin elevar mucho el puente. Cuando no pueden cumplirse estas condiciones, se construyen bóvedas de la segunda especie, y si estas no dejaran todavía una abertura suficiente, se apela á las de tercera.

El corte horizontal de los machones, propiamente dichos, es un rectángulo; pero se terminan por vanguardia y por atrás con unas construcciones de mampostería que sobresalen mas que la cabeza del puente, y están terminadas por unos semiconos, elevándose hasta la línea de mayor crecida de las aguas. No solamente se hacen estas construcciones para preservar los machones del choque de los cuerpos flotantes, sino para facilitar por su forma el curso del agua. Es evidente que las mejores formas son en este caso las de la proa y popa de un buque. Por esperiencias directas hechas en pilas de 0<sup>m</sup>15 de espesor y de diferentes formas, teniendo el canal 0<sup>m</sup>50 de anchura, circulando el agua con un espesor de 0<sup>m</sup>4 y una velocidad de 3<sup>m</sup>90 por segundo, se ha reconocido que la forma mas conveniente era la de dos arcos de círculos tangentes á las faces de la pila, con sus centros respectivos en estas mismas faces, ó la de un triángulo equilátero; pero como el ángulo agudo que producen estas construcciones, se echa á perder

muy pronto á consecuencia de los choques de los cuerpos flotantes, se prefiere adoptar la forma semicircular. Una forma elíptica conciliaría las ventajas de la forma circular y la de arcos de círculo.

Las piedras que entran en la construcción de los arcos deben ser impares, ocupando la llave la de en medio; los planos de unión han de ser normales á la superficie cilíndrica de la arcada, y no deben trabarse con la mampostería de sobrecarga, sino por medio de planos horizontales y verticales. La longitud de las piedras no debe ser muy larga con relación al espesor, porque se romperían.

Cuando se trata de construir un puente, es indispensable conocer la naturaleza del suelo sobre el cual ha de establecerse. Este conocimiento se obtiene por medio de calas hechas, no tan solo según el eje del proyecto, sino también sobre las líneas transversales de dicho eje. Generalmente se emplea en estas operaciones una sonda terminada por un taladro que trae consigo una muestra del terreno que se quiere explorar. La barra de la sonda se compone de varias piezas ensambladas á tornillo. Para obrar se hincan con el moton dos estacas perforadas como cuerpos de bomba, y se quita sucesivamente con el taladro la tierra que se introduce en ellas. Importa llevar el reconoci-

miento hasta una profundidad considerable.

Entre los terrenos que se pueden encontrar, los unos son bastante sólidos para sostener inmediatamente el peso de la obra, y tales son las rocas y las tobas; los otros aunque incompresibles pueden deprimirse, tales como las arenas y ciertas arcillas; otros, por último, son á la vez compresibles y deprimibles, como el cieno y la turba. Cada uno de ellos exige diferentes métodos de fundación.

Las rocas constituyen los terrenos mas favorables y si la profundidad lo permite, es decir, si no pasa de 1<sup>m</sup>50 á 2<sup>m</sup>, se empieza la fundación por medio de azudes con estacadas. Se empieza por limpiar el sitio del machon, hasta dejar el suelo descubierto, y despues si la roca no es muy dura, se hincan estacas enlazadas de dos en dos por travesaños; se colocan tablas para contener las tierras que se amontonan detrás, y que deben impedir la infiltración de las aguas. Cuando ya está el sitio donde se ha de trabajar cercado de un muro asi terraplenado y casi impermeable, se estrae el agua por medio de la rosca [de Arquímedes ó con norias ó bombas. Este trabajo se continúa activamente de dia y noche, porque á pesar del cuidado con que se hace el azud, siempre hay infiltraciones que acumuladas acabarian por incomo-

dar á los obreros. Cuando ya está agotado el sitio donde ha de hacerse el machon, se construye como en un terreno ordinario. Hemos supuesto que se pudiesen hincar estacas para la construccion del azud; pero á veces, la roca es muy dura, y entonces se traban las estacas con un tirante de hierro inferior y unos travesaños á flor de agua, llenándose despues de tierra el intervalo comprendido entre las dos filas de estacas.

Si la profundidad del rio pasa de 2<sup>m</sup>, hay que recurrir ya á otros medios para la construccion de las pilas. Comunmente, en lugar de estacadas, se hace uso de una série de cajas, cuyo fondo es esactamente igual á las ondulaciones del terreno en que han de descansar. Se construyen fuera del agua, y se deslizan entre maderos hasta que apoyen en el suelo; se procede despues al vaciado de una argamasa conveniente, y al desagüe de la parte donde se ha de trabajar, despues de bien circunvalado por dichas cajas.

Cuando el suelo es arenoso ó de casquijo, se recurre á la fundacion por estacas, sobre las cuales se construye un tablado destinado á sostener el machon. La madera que generalmente se emplea en estas construcciones es la de encina, que se conserva perfectamente debajo del agua. Los maderos destinados á formar el pilotaje, terminan inferior-



mente por una punta reforzada de hierro.

Las máquinas destinadas á encajar las estacas, se llaman motones ó mazas; consisten en un enorme peso que corre entre una armadura vertical, y se levanta por medio de cuerdas, para dejarlo caer con toda la fuerza de su gravedad sobre las cabezas de los maderos que se clavan en el suelo.

Cuando las dificultades para la construcción de los puentes son considerables, hay que adoptar otro rumbo, muy distinto de los anteriores. Consiste en hacer primero un pilotage, cuyos maderos se sierran cerca del fondo; sobre este pilotage ha de asentarse un enorme cajón, de la misma forma que el machón y con compuertas laterales; el cajón se construye á la orilla del río; se calafatea con sumo cuidado y se bota al agua cual si fuera un barco; en su interior se empieza la construcción de la mampostería, y cuando ya se hallan labradas dos ó tres hiladas de esta, se lleva flotando hasta el sitio en que ha de colocarse, y se sigue el trabajo; aumentando la mampostería á medida que se eleva, el peso del cajón, este se va sumergiendo, lo cual se ayuda á veces, abriendo las compuertas para la introducción de cierta cantidad de agua; la operación continúa hasta que llega á encajar el fondo del cajón sobre las cabezas del pilotage, y como en-

tonces las obras han llegado ya á flor de agua, se quitan las partes laterales del cajon para aprovecharlas en la construccion de otro machon, y sucesivamente se van estableciendo todos ellos del mismo modo.

Cuando los trabajos de fundacion han de ejecutarse en terreno cenagoso, las precauciones deben ser muy minuciosas; entonces se sustituye al suelo natural otro facticio de mampostería que se estiende á toda la parte del curso de agua que ha de ser ocupada por el puente. Se deja en seco la parte donde ha de trabajarse, por medio de diques ó estacadas que permitan desaguarla, sin temer la irrupcion de las corrientes que se desvian á un lado. El suelo se cubre con hormigon, ó con un entablado bien calafateado reforzado por la parte delantera y por la de atrás, y se empieza sobre él la construccion de los machones; claro es que esta operacion no puede hacerse mas que por partes en la anchura del rio, porque hay que dejar libre paso á las aguas corrientes.

A veces, en lugar de mampostería se emplean faginas que luego se cargan con piedra perdida; pero este sistema solo puede usarse en ciertos casos.

Para sostener los materiales durante la construccion de los arcos, se emplean cimbras ó armaduras de madera fijas ó móviles.

Las cimbras fijas están compuestas de vigas que se apoyan en el río y sostienen un sistema de armadura que generalmente tiene la forma de triángulos invariables. Hay cimbras que no se apoyan en el fondo del río, y consisten en un sistema combinado de formas apoyadas unas en otras. Las cimbras movibles son las que pueden trasladarse de un arco á otro para servir de molde á la construcción. Se dividen en dos partes; una que está fija en las pilas, y otra que encaja sobre la primera y se asegura en ella por medio de cuñas. No debe ignorarse que cuando se quita la cimbra de un arco, este sufre siempre un asiento que ha llegado á veces á 0<sup>m</sup>66, por lo cual no estará de mas levantar un poco la cimbra, para que al tomar asiento la bóveda, quede en la posición deseada.

*Puentes de madera.*—Estos puentes se emplean en los parajes donde la madera es abundante. Se citaban antiguamente puentes de esta clase de gran tamaño; pero á medida que se inutilizan se van reemplazando con puentes colgados. Comunmente los puentes de madera se hacen por medio de formas ó de armaduras trabadas entre sí sostenidas sobre unas estacadas, y cuestan mucho menos que las demás especies de puentes, pero su duración es menor; en las obras de fortificación son muy comunes á fin

de poderlos quitar con facilidad en caso necesario. En algunos países hay aun puentes de madera muy notables; tal es el de Schaffouse, en el Rin, que solo tiene dos tramos de 50<sup>m</sup> cada uno; el de Kaudel, cerca de Berna tiene 30<sup>m</sup>70 de abertura. El mas sorprendente de todos es el de Vettingen, en el Linmnat, el cual no tiene menos de 118<sup>m</sup> de abertura en un solo tramo. Hay algunos de estos puentes cubiertos para guarecerlos de la intemperie.

Nos hemos referido hasta ahora á los puentes de madera de tramos planos ó sostenidos en armaduras generalmente triangulares; pero los hay tambien contruidos en arco de circulo, lo cual permite dar mayor ensanche á las aberturas. Son muy usados en Alemania y en Francia; las piezas de madera que entran en la construccion de los arcos, son curvas y están trabadas con piezas de hierro. El asiento de estos puentes se suele cubrir para mayor solidez con chapas metálicas sobre los cuales se establece el empedrado. Los puentes de madera exigen considerables gastos de conservacion.

*Puentes de hierro.*—Existen algunos puentes de hierro colado, en los cuales los arcos son piezas ríjidas ó bien trozos metálicos huecos que se ajustan entre sí, de modo que formen la curva deseada. Citaremos entre

otros puentes de hierro el de Austerlitz, en Alemania; el de Sunderland en Inglaterra; el de las Artes y el del Carrousel en París; este último es el mas notable de todos por tener los arcos de una sola pieza.

Ultimamente se ha ido generalizando un nuevo sistema de puentes de hierro, llamados tubulares, de los cuales es el mas notable el Gran Britania que está en construccion, y del cual vamos á dar una reseña, por ser una de las obras mas notables y colosales que han osado acometer los hombres. Esta reseña extractada de uno de los periódicos que han descrito el colosal puente, dará una idea de la naturaleza y de los medios de construccion de esas obras.

Para que el camino de Lóndres á Holyhead, situado en la isla de Anglesey, llegue á este punto, evitando los transportes por agua, habia que echar un puente sobre la embocadura del Conway y otro sobre el estrecho de Menai. Ambos puentes fueron contruidos por el sistema colgante, en lo cual dió muestras de una rara habilidad el ingeniero Telford; pero habiéndose hecho últimamente un camino de hierro de Lóndres á Holyhead, no podian servir los puentes colgantes para su servicio, y era preciso establecer un puente fijo que se encomendó al ingeniero Stephenson, quien adoptó el sistema tubular como

el mas á propósito para prestarse á la enorme altura que habia de dejarse debajo de los tramos para el paso de los navíos, y á la considerable anchura que debia mediar entre los machones.

El largo del puente Britania es de 4,500 pies ingleses. Tres enormes pilas de fábrica, de las cuales una ocupa el centro y está elevada sobre la roca Britania, y las otras dos en las orillas, le dividen en cuatro tramos. Los dos grandes situados encima del mar sobre las tres pilas, tienen cada uno 460 pies ingleses, y 250 los otros. Estos últimos unen las pilas levantadas en las orillas con los estribos construidos en el interior para sostener el terraplen del camino de hierro.

La pila del centro, que es la mas importante, tiene 62 pies de largo sobre 52 pies 5 pulgadas de ancho sobre su base. El talud de las caras reduce estas dimensiones á 55 pies sobre 45 pies 5 pulgadas al nivel de la plataforma sobre que descansan los inmensos tubos de hierro que componen la travesía del puente. Su altura es de 200 pies sobre el nivel de la pleamar, y la total de los cimientos de 250. Consta de 148,625 pies cúbicos de piedra calcárea, y 144,625 de arenisca roja. Su peso total es próximamente de 20,000 toneladas, no comprendiendo cerca de 387 de

hierro colado invertido en el interior de la fábrica para trabar las partes.

La primera piedra fué puesta en mayo de 1846 por Mr. Frank Forster, ingeniero de la parte del camino de hierro comprendida entre el Conway y Holyhead. Los cimientos están fundados en roca, sin emplear pilotaje, y no permitiendo la marea trabajar mas que algunas horas del dia, se han necesitado muchos meses para salir del agua.

Las pilas levantadas en las orillas tienen 62 pies de largo sobre 52 pies 5 pulgadas de ancho en la base, y 55 pies sobre 52 pies al nivel de la plataforma. Su altura sobre el nivel de la pleamar es de 190 pies, y el peso del hierro empleado para ligar su fábrica cerca de 210 toneladas para cada pila.

Estas formidables pilas, labradas únicamente en sus aristas y en las caras de sus hieladas superiores, ofrecen con sus enormes dimensiones un aspecto imponente.

Las entradas están adornadas con figuras colosales de leones, que aun echados, tienen 12 pies de altura, siendo 25 su ancho, y pesando cada uno 50 toneladas. Cada leon está formado de once trozos de piedra calcárea. Estos colosos han sido esculpidos por Mr. Thomás, autor de una parte de las esculturas del nuevo Parlamento. Se habia proyectado poner sobre la pila central una enorme

estátua de piedra de 60 pies de alto , y cuya ejecucion fuese confiada al mismo escultor; mas se desistió de semejante pensamiento.

Para formarse alguna idea de la construccion de los tubos por donde transitan los convoyes, figúrese una inmensa viga hueca de forma rectangular, hecha de hierro forjado. Esta viga tiene 4,536 pies de largo sobre 14 pies 8 pulgadas de ancho, y una altura variable entre 30 pies y 22 pies 9 pulgadas.

Esta gigantesca viga forma asi una galería abierta en sus dos estremidades. Dos de estas galerías, adosadas por sus costados, están destinadas á dar paso á las dos vías del ferrocarril. A pesar de su forma rectangular, las llaman tubos los ingleses.

Los tramos de tubo comprendidos entre las pilas de las orillas y los estribos, no ofrecian otra dificultad en su construccion que la que nace de su naturaleza misma y de sus grandes dimensiones; porque estando puestos encima del terreno, se podian emplear andamiadas al efecto; mas las dificultades que se presentaban para el resto del puente eran extraordinarias, por la necesidad de no emplear andamios.

Se ejecuta del modo siguiente:

Se construyen cuatro tubos de 472 pies de largo cada uno en plataformas de la misma



estension, dispuestas al efecto; se les transporta en seguida al pie de las pilas, en donde se les levanta para colocarlos sobre estas en su lugar definitivo. Hecho esto, se concluye el puente uniendo estos tubos entre sí y con los construidos mediante andamios.

En cada tubo se distingue la parte superior y la inferior; esto es, el suelo y el techo de la galería cuya construcción es poco más ó menos la misma, y los lados igualmente semejantes entre sí.

El suelo está formado de dos órdenes paralelos de planchas de hierro forjado puestas horizontalmente. Entre estos dos órdenes de planchas horizontales, están dispuestos regularmente siete de otras colocadas de canto, y de manera que forman con las primeras seis compartimientos ó divisiones rectangulares, cuya dirección es paralela á la del tubo. Cantoneiras ó abrazaderas de hierro forjado colocadas en los cuatro ángulos de estos compartimientos ó divisiones, y remachadas contra las planchas horizontales y verticales, afirman el todo y constituyen un conjunto perfectamente ríjido. Las planchas horizontales, rebasando un poco las paredes exteriores de las divisiones de los lados, forman con estas paredes ángulos, en los cuales otras cantoneiras remachadas contra las planchas y las interiores, contribuyen mucho á aumentar la ri-

jidez. Estas divisiones tienen 2 pies 4 pulgadas de ancho, sobre 1 pie 9 pulgadas de alto. En fin, para fijar el todo en el sentido del ancho, otras planchas remachadas encima y debajo reúnen las horizontales de tres en tres. Estas últimas tienen 12 pies de largo, 2 pies 4 pulgadas de ancho, y un espesor variable del medio al extremo del puente desde  $9\frac{1}{16}$  á  $7\frac{1}{16}$  de pulgada.

El techo está formado de un modo análogo, y solo difiere del suelo en el número y dimensiones de sus compartimientos que son ocho, y cuya reunion es un cuadrado de 1 pie 9 pulgadas de lado. Cantoneras en los ángulos interiores y exteriores unen como en aquel las planchas horizontales y verticales, y otras planchas mas angostas puestas encima y remachadas contra todas las juntas, concurren á dar solidez al tubo é impiden la introduccion de las aguas llovedizas.

Los lados ó costados consisten en una serie de planchas puestas verticalmente entre el suelo y el techo. Estos sobresalen un poco al exterior, y los ángulos que forman con las paredes así exterior como interiormente, están cubiertos de cantoneras remachadas entre si y con las que guarnecen los ángulos opuestos.

Las planchas de los lados están unidas exterior é interiormente entre sí, por medio

de unos refuerzos en forma de doble cantonera, y cuya seccion horizontal afecta la figura de una T, estando remachadas entre sí las cabezas de las exteriores é interiores. En la parte exterior se terminan estos refuerzos en el suelo y techo; mas en la interior, doblándose en ángulo recto en estos lugares, se avanza hácia el medio, y remachándose contra las juntas de las planchas horizontales, dan al tubo gran solidez.

Para asegurar esta solidez y evitar todo movimiento de torsion, se han puesto en los ángulos inferiores del tubo y á uno y otro lado de la escuadra que forman los refuerzos en forma de T, contrafuertes triangulares oblongos, cuyos catetos apoyados en el suelo y paredes del tubo, se han remachado entre sí y contra los lados de la escuadra que abrazan, mientras que las hipotenusas lo han sido una á otra.

No solo están ligadas las planchas con estos refuerzos ó con cantoneras en todas las uniones ó junturas en que se ha creído conveniente á la solidez de los tubos y á preservarlos de la accion corrosiva de la húmedad, sino que en cuanto ha sido posible, se han ensamblado aquellas entre sí, evitando por otra parte hasta cierto punto sus prolongaciones y las de las partes accesorias.

Las planchas de hierro forjado empleadas

en estas construcciones, tienen dimensiones distintas segun la posicion que ocupan. Sus límites son de 12 pies á 6 pies y 6 pulgadas de largo, de 2 pies y 4 pulgadas á 1 pie 9 pulgadas de ancho y de 9 $\frac{1}{16}$  á 8 $\frac{1}{16}$  de pulgada de espesor. Las de los lados tienen alternativamente 8 pies y 8 pulgadas, y 6 pies 6 pulgadas de largo, y su espesor 4 $\frac{1}{2}$  pulgada, excepto en las estremidades donde es algo menor.

Los remaches se ponen en caliente, á fin de obtener por la contraccion una union mas intima. En las planchas del suelo y del techo están situados de 4 en 4 pulgadas, y de 3 en 3 en los lados. Se da á sus cabezas la forma de un casquete esférico, sirviéndose al efecto de un martillo de acero.

Para hacer los agujeros destinados á recibir los remaches, se colocan las piezas que deben ser taladradas en una mesa móvil, cuya velocidad está en relacion con la del saca-bocados que debe abrirlos. Por este procedimiento se hacen unos cuarenta por minuto.

Segun hemos indicado anteriormente, no es constante la altura del tubo. Desde la pila del centro en que es de 30 pies, va disminuyendo gradualmente hácia los extremos ó estribos, en que solo tiene 22 pies 9 pulgadas. Esta diferencia se halla repartida en el

techo, que tiene así una forma parabólica, mientras que el suelo está recto y á nivel. Su altura interior es de 26 pies en el centro, y 18 pies y 9 pulgadas en las estremidades. El ancho es de 14 pies 8 pulgadas en el exterior, y de 14 pies en el interior. El peso de los remaches por yarda ( $0^m913$ ) de 72 libras ( $0^k45$ ), y el largo total de los empleados en el puente 65 millas. Se calcula en 2.000,000 su número.

Cada uno de los cuatro trozos de tubo que deben formar por su reunion los dos grandes tramos del puente, tiene de largo 472 pies; esto es, 12 pies mas que el intervalo entre las pilas, y cuyo suelo sirve para apoyarlos sobre las plataformas de estas despues de levantados. Se gradúa el peso de cada uno de estos trozos en 1,600 toneladas, de las cuales 500 corresponden al suelo, otras tantas al techo y las 600 restantes á los dos lados. El peso total de los tubos para el puente entero, será próximamente de 10,000 toneladas.

Las plataformas de madera en las cuales se han construido los cuatro tubos, se ponen á lo largo de la orilla sobre la costa de Carnarvon y al nivel de la pleamar. Su largo es de 460 pies, y los 6 que por cada lado sobran á los tubos se reciben en pilares de mampostería, dispuestos á sostener por sí solos el pe-

so total de aquellos, cuando acabada su construcción se desbarate la plataforma de madera. Esta no está esactamente á nivel, sino que tiene desde en medio á las estremidades una pendiente de 9 pulgadas que resultan en el suelo del tubo, y tiene por objeto corregir la flexion que no podria dejar de producirse cuando este tubo de tan extraordinarias dimensiones, se hallase sostenido únicamente por sus dos estremidades.

Para el trasporte de cada uno de estos tubos se emplean ocho pontones, de los cuales dos son de hierro y los seis restantes de madera. Teniendo cada uno de estos pontones 98 pies de largo con 25 de ancho y 11 de profundidad, puede sostener una carga de 400 toneladas con solo la cala de 5 pies. En su fondo tienen unas válvulas que se abren hácia dentro.

Para proceder al trasporte, se empieza por destruir la plataforma de madera y dejar apoyado el tubo en los pilares de fábrica. Se disponen en seguida los ocho pontones en dos grupos iguales, uno debajo de cada estremidad. En el momento señalado para la operacion, se cierran las válvulas del fondo, y creciendo la marea se elevan los pontones, y con ellos el tubo, que deja así de apoyarse en los pilares.

Cables arrollados por un extremo en ca-

bestantes puestos en la orilla opuesta, y manejados por cincuenta hombres cada uno, y amarrados por el otro á los pontones, arrastran estos al medio de la corriente, que les comunica una velocidad de cerca de cuatro millas por hora. Otras cuerdas, fuertemente sujetas á los piés de las pilas y á las dos orillas, pasando por encima de ellos, sirven para dirigirlos y aun detener su movimiento en caso necesario. El oficio de estas últimas es análogo al del cable de la barca en un río. Estos cables de 4 pulgadas de diámetro, tienen mas de dos millas de largo total. Están dispuestos barcos de vapor para prestar su auxilio si fuese menester.

La velocidad, y por consiguiente, el tiempo necesario para poner el tubo entre las dos pilas que deben recibirle, está calculado de suerte que quede terminada esta operación en el momento que llega el agua á su mayor altura. El intervalo de 15 minutos que media entre este instante y aquel que empieza el descenso, se emplea en hacer penetrar las dos estremidades del tubo en mortajas rectangulares dispuestas en la fábrica de las pilas á un nivel conveniente. Cada una de estas mortajas tiene seis pies de profundidad, medidos horizontalmente desde la cara de la pila, y una altura proporcionada á la estremidad del tubo que



debe alojarse en ella. Para dar paso á las estremidades del tubo durante su ascension, hay practicadas en las caras de las pilas unas ranuras del ancho del tubo y de poca mas profundidad que las mortajas, y que partiendo del pie de estas, termina en las plataformas de las pilas.

Metidas ya las estremidades del tubo en sus mortajas, se abren las válvulas de los pontones, y sumerjiéndose estos, dejan suelto el tubo que queda apoyado por un extremo en los suelos de las mortajas en la estension de 12 pies y en una posicion análoga á la que tenia en los pilares despues de destruida la plataforma de madera.

Veamos ahora cómo se procede á subir los tubos. Esta importante operacion se efectúa por medio de prensas hidráulicas puestas en las pilas cerca de treinta pies encima del asiento definitivo de los tubos, en armazones dispuestas al efecto en la fábrica. Se suspende el tubo por cuatro fuertes cadenas del sistema de Gall. Estas cadenas descenden por las ranuras de las pilas y están sólidamente unidas por una parte á armaduras de hierro fundido de forma de bastidores, dispuestas en el interior del tubo á dos pies de sus estremidades, y por la otra al travesañ horizontal del vástago del émbolo de la prensa hidráulica. Las armaduras son tres



para cada estremidad, teniendo una de ellas por principal objeto atesar el tubo para que pueda resistir á los enormes esfuerzos de torsion que debe experimentar durante la operacion. En las dos estremidades están fijas por pernos de roscas, fuertes barras verticales de hierro fundido, á las cuales se aseguran las cadenas de ascension. Abrazaderas de hierro forjado afirman los bastidores contra el suelo del tubo. Estas armaduras pesan cerca de 200 toneladas, de suerte que asciende próximamente á 4,800 el peso total que hay que levantar con cada tubo.

Los eslabones de las cadenas están formados de barras de hierro casi planas, de una pulgada de espesor, siete de ancho y seis pies de largo, cada eslabon consta alternativamente de ocho ó nueve barras semejantes. Para que las cadenas sean igualmente resistentes en todo su largo, se ha aumentado el espesor de las barras, en los eslabones formados de ocho. Las estremidades de las barras, mas anchas que el cuerpo, están horadadas por un agujero redondo que da paso al perno que une los eslabones entre sí; y las barras se terminan ademas en su parte superior en dos redientes fuertes rectangulares, por medio de los cuales puede asirse la cadena á los dos labios de un tornillo móvil. Las dos cadenas aseguradas en cada

estremidad del tubo pasan por agujeros rectangulares abiertos en el travesañ horizontal del vástago del émbolo de la prensa hidráulica.

La mordaza ó tornillo móvil agarra la parte superior del eslabon por los redientes que salen encima del travesañ, y cerrados sus lábios por tornillos, retienen la cadena en esta posicion en el instante que el émbolo está en el extremo inferior de su curso. Obrando ahora la prensa, eleva esta las cadenas y con ellas los tubos á seis pies, que es la estension del curso del émbolo. En este momento, la cabeza del tercer eslabon es agarrada por otra mordaza que retiene la cadena de un travesañ situado en el pié de la prensa y horadado como el del émbolo por dos agujeros rectangulares. Todo el sistema queda asi en suspension. Se destornilla entonces la mordaza superior, el émbolo de la prensa descende, y vuelve á afianzarse aquella bajo los redientes del segundo eslabon, y se abre la del pié de la prensa para que se verifique otro curso del émbolo. Estas operaciones se hacen simultáneamente en las dos estremidades del tubo, que sube asi con movimiento lento y regular hasta su nivel definitivo. Tan luego como ha llegado á él se hacen resbalar debajo de sus estremidades y encima de las ranuras por donde

estas han subido y por correderas de hierro fundido puestas en la fábrica, unas vigas del mismo metal.

Las ranuras se rellenan de mampostería, á medida que va ascendiendo el tubo, á fin de evitar que esta caiga, si llega á reventarse el émbolo de una prensa.

Una de las prensas hidráulicas situadas en las pilas de las orillas, consiste en un cilindro de hierro fundido de 11 pulgadas de espesor, y en el cual juega un émbolo macizo. Para impedir la salida del agua, en una ranura abierta en la parte superior, y cuyo diámetro es sensiblemente igual al del émbolo, está puesta una guarnicion de cuero. El resto del cuerpo de la prensa tiene mayor diámetro, y puede entrar y salir entre sus paredes y el émbolo, el agua que se introduce así por un conducto abierto oblicuamente en su parte superior.

Esta prensa se pone en juego por bombas impelentes movidas por máquinas de vapor de 40 caballos cada una, y de calderas tubulares como las de las locomotoras. El cilindro de estas máquinas es horizontal, y el vástago del piston prolongándose por uno y otro lado y pasando por sus dos cubiertas, penetra en los cuerpos de las bombas sirviéndolas á la vez de émbolo.

Cuatro bombas impelentes de 1 1/16 pul-

gada de diámetro están empleadas en actuar en esta sola prensa, cuyo émbolo tiene un diámetro de 20 pulgadas. De esta suerte las superficies de los émbolos de la prensa y de las bombas impelentes están en la razón de 554 á 1. El tubo que conduce el agua es de hierro forjado y de 2½ de pulgada próximamente de diámetro.

Sobre la pila central del *Britania* se pusieron las dos prensas que sirvieron en la ascension de los tubos del puente de *Conway*. Sus émbolos tienen 18 pulgadas de diámetro.

Terminada la subida de los tubos parciales, se completa la operacion uniéndolos por el método mencionado. Se forma de esta manera desde una á otra estremidad del puente una galería de hierro de 1,530 pies de largo y del peso de 5,000 toneladas próximamente. Se comprende bien que la union de las diferentes porciones del tubo debe dar al todo una gran resistencia.

El segundo tubo puesto en su lugar por los mismos procedimientos, constituirá la segunda via del ferro-carril.

La diferencia de temperatura del estío al invierno, debe producir un efecto sensible en la longitud de estos tubos. Está graduado este en una variacion de 12 pulgadas próximamente, y era indispensable facilitar los mo-

vimientos de dilatacion y contraccion de una masa tan estensa, á fin de evitar las desfiguraciones que por esta causa se producirian indefectiblemente. Para lograrlo, se ha fijado en medio de los tubos en la pila del centro, y dispuesto debajo de ellos en las de las orillas y los estribos, rodetes de hierro fundido, y en la parte superior balas de bronce rodando en canales ó correderas. De esta suerte ejecutan fácilmente los tubos su movimiento longitudinal.

En Conway está situado el puente-tubo junto al colgante. Es absolutamente igual al Britania en cuanto á su modo de construccion. Consiste en un solo tramo de 400 pies de intervalo entre las pilas. El peso de cada tubo es de 1,300 toneladas: se le ha hecho sufrir al primero una prueba, cargándole con trescientas toneladas, peso ciertamente superior al que tendrá que experimentar en su servicio. Con esta carga se observó una depression de tres pulgadas que desapareció tan luego como se quitó aquella. Igual resultado dió el segundo tubo. La primera piedra de esta obra se sentó el 15 de junio de 1846: el 1.º de mayo de 1848 se abrió el primer tubo al tráfico; y el segundo en noviembre del mismo año. Los carruajes están transitando por él desde la citada época, sin que haya sobrevenido la menor avería, y la vista no per-

cibe la menor flexion, sin haber tampoco mas ruido que el comun en un tunnel de ladrillo.

Para facilitar y regularizar los movimientos ocasionados en el tubo por los cambios de temperatura, se ha dispuesto en una de sus estremidades un sistema de rodillos y balas semejantes al de Britania, quedando fija la otra estremidad.

El constructor de este puente monumental, M. Stephenson ha muerto antes de ver concluida su obra. Uno de los tubos de los dos que ha de tener el puente grande, se halla ya entregado á la circulacion, como el de Conway, sin que se note flexion notable. El puente permanece tambien inalterable bajo el impulso de los fuertes huracanes.

*Puentes entramados ó americanos.*—Los puentes construidos en los grandes rios, lagos y brazos de mar de América, alcanzan á unas dimensiones de las cuales no hallamos en Europa ejemplo alguno. Su longitud es á veces de 500 ó 600 metros, y aun hay algunos de mayor desarrollo. El puente que está en el rio de Susquehanna en Colombia y el de Potomac en Washington entre otros, tiene cada uno 2011<sup>m</sup>42 de longitud, es decir, mas de media legua. Estos grandes puentes están formados comunmente de tramos de madera de 40 á 60<sup>m</sup> de abertura, sostenidos en pilas ó estribos de mampostería. Presentan casi

todos en alto grado, el carácter de atrevimiento y de economía que los constructores americanos saben comunicar á sus trabajos.

El asiento descansa generalmente en dos formas formadas simplemente de un entramado con tablones trabados por unas piezas longitudinales. Los cruceros se traban unos con otros por medio de clavos ó de clavijas de madera. Esta clase de puentes sirve en los Estados-Unidos para los caminos de hierro, y para evitar un número considerable de puntos de apoyo.

*Puentes colgantes.*—Los puentes colgantes se multiplican hace algunos años en los grandes cursos de agua, porque el gasto es mucho menor y la abertura de los tramos ú ojos mucho mayor que en los demas puentes. Hay puentes de estos, que atraviesan valles enteros, como el de Friburgo en Suiza, construido por Mr. Chaley. Este puente, que es de un solo tramo, está construido sobre el valle de la Sarina; tiene una longitud de 273 metros entre los arcos que sostienen los cables de suspension, y su altura sobre el rio es de 51 metros. La anchura del puente, entre los pretiles, es de 6<sup>m</sup>46, la de la calzada es de 4<sup>m</sup>70. Esta anchura basta para que dos carruajes puedan cruzarse con comodidad; hay ademas dos aceras de 0<sup>m</sup>88 cada una.

Los cables de suspension son de alambre,

y hay dos en cada lado; cada uno de ellos tiene  $0^m09$  de diámetro; estos cables describen sobre el valle una curva de  $19^m28$  de sagita, y se apoyan sobre unos pórticos para inclinarse después hacia atrás y penetrar en el suelo donde están amarrados á unas bóvedas.

Para los puentes colgantes se conocen diferentes sistemas de suspensión; el uno consiste en barras de hierro enlazadas á modo de cadena; otro en cuerdas de alambre, y otro en cables de cintas de hierro.

Las barras que sostienen el asiento son de hierro forjado ó de alambre. Cuando la curva está formada por una cadena, las barras son de hierro y están trabadas con las piezas transversales del puente; hay que tener cuidado en aplicar al hierro algunas preparaciones para guarecerlo de la oxidación.

El asiento consiste en maderos transversales sostenidos en las estremidades por las barras de suspensión, y espaciados entre sí de  $1^m25$  á  $1^m50$ . Están trabados por las piezas longitudinales que forman los andenes. El suelo se forma con piezas de madera perpendiculares á los maderos de sostenimiento y espaciadas entre sí de  $0^m05$  á  $0^m08$ ; y luego en sentido transversal se colocan las tablas. Los pretiles ó barandillas deben ser de madera y formados por una trabazon de



cruces de San Andrés aseguradas con tirantes de hierro.

Los puentes colgantes exigen tambien la construccion de estribos y de pilas, pero su disposicion presenta diferencias importantes. Los estribos no sostienen una presion, sino que han de resistir al esfuerzo de una traccion que ha de ser contrabalanceada con su peso. Las pilas igualmente, en razon de la altura de los puntos de apoyo que han de suministrar, tienen disposiciones particulares. Las mas de las veces, los cables ó cadenas de suspension, pasan sobre unos pilares establecidos en los estribos, y se doblan formando un ángulo igual al de la tangente á la curva; entonces toman el nombre de cables ó de cadenas de retencion. Al penetrar en el suelo, los cables están sometidos á otra inflexion para dirigirse al punto donde se amarran.

Los pilares se construyen de mamposteria ó de hierro colado. Cuando son de mamposteria tienen la forma de pórticos mas ó menos adornados de columnas ó pilastras; los cables pueden estar atados ó solo descansan en los pilares. Cuando los pilares son de hierro, tienen la forma de una columna trapezoidal terminada circularmente para que el cable descansase sobre ella sin esfuerzo.

El hierro forjado empleado en la fabricacion de las cadenas debe ser de primera calidad, y

aun así llega á romperse; los cables, aunque se deterioran antes que las cadenas, no se rompen con tanta facilidad.

Los alambres comunmente empleados en la fabricacion de los cables, tienen 0<sup>m</sup>00,275 y 0<sup>m</sup>00,508 de diámetro, y cada uno de los cabos cuenta 150 metros de longitud. Cuando se hace el cable, se procura obrar sobre el alambre una traccion constante y suficiente para hacer desaparecer las ondulaciones que ha tomado á consecuencia de la disposicion espiral que se le da para entregarlo al comercio.

## ARTICULO II.

### DE LOS PUENTES MILITARES.

Comprendemos con esta denominacion todos los puentes de apoyos flotantes, y aquellos de apoyos fijos que se suelen establecer para el servicio de los ejércitos.

Con bastante frecuencia se hallan en los rios, como permanentes ó para uso de la poblacion, puentes de barcas, puentes volantes y á veces puentes de caballetes. Existen puentes de barcos permanentes en el Rin, en el Danubio, en el Vistula, en el Pó, etc. Así mismo, entre los puentes militares ó pro-

visionales, la mayor parte de los cuales son de apoyos flotantes, se cuentan tambien puentes sobre pilotajes y puentes sobre cabaletes.

La historia de los pueblos de la antigüedad presenta ejércitos construyendo puentes militares en los rios que atravesaban, y aun trasportando equipajes de barcos lijeros. Semíramis, para su expedicion á las Indias, tenia barcos desmembrados cuyas piezas se reunian cuando habia que servirse de ellos. Darío, en la guerra contra los escitas hizo echar puentes en el Bósforo y en el Danubio. Jerjes hizo echar uno en el Hellesponto, cuya menor anchura es de 730 metros; los de César en el Rin, y en el Segre en España; los puentes echados en el Rin por Turena, por Jordán, por Moreau; los que se construyeron en 1809 en el Danubio, por Napoleon, y otros muchos ejemplos prueban que en todos tiempos, los ejércitos han establecido puentes momentáneos para pasar los rios y aun los brazos de mar.

Cuando un rio tiene mas de un metro de profundidad, ó su fondo es cenagoso ó arenoso, las tropas no pueden pasarlo á vado, y hay que emplear cuerpos flotantes que vayan de una orilla á otra, ó establecer puentes. De todos los medios de comunicacion para pasar rios, debe preferirse el último

porque el paso de las tropas se sucede sin interrupcion, además de poderse construir los puentes de modo que sostengan las cargas mas pesadas que un ejército lleva consigo; por otra parte, la construccion de los puentes militares ha adquirido en nuestros dias una gran perfeccion, y se efectúa en tan poco tiempo que la marcha de un ejército apenas se ve retardada.

*De la situacion de los puentes militares (1).*

—« La eleccion del sitio en que han de colocarse los puentes militares, depende de circunstancias físicas y de circunstancias militares.

»Es menester, 1.º que la anchura de los rios, su profundidad, la violencia de la corriente, las avenidas y los desembocaderos permitan el establecimiento material de un puente de cualquiera especie que sea.

»A veces es menester desatender algunos elementos, á fin de proporcionar al puente medios de defensa. Asi, el puente establecido en la meseta de Rivoli, en la expedicion del general Joubert (1797), tenia su estribo de la derecha mal apoyado; puesto que daba con los depósitos de una barranca cuyas aguas lo cojian de flanco;

(1) Este artículo ha sido redactado por el general Andreosi en 1797.

pero fué preciso conservar á aquel puente la defensa que podía prestarle su meseta y su proximidad á la carretera: mas arriba, junto á Incanale, no hubiera tenido defensa; mas abajo, junto á Rivoli, hubiera carecido de comunicacion.

»Diremos de paso que el puente situado entre Incanale y Rivoli, en frente del Dogana, no podría subsistir en el caso de un ataque formal del enemigo sobre la Corona, porque se hallaría en frente del único camino por donde el último puede hacer subir á la llanura de Rivoli su caballería y su artillería, siéndole ademas siempre fácil pasar el Adigio entre Peri é Incanale y llegar por la derecha del rio.

»La naturaleza de las avenidas de entrada y de salida influye esencialmente en la eleccion de un puente. Aquel de que acabamos de hablar, hubiera estado mejor en cuanto á su posicion con relacion á la linea, bajo el fuerte de la Chiusa que le habia cubierto; pero en frente de la Chiusa no hay camino practicado ni practicable. Ese puente se hubiera ademas visto espuesto como el fuerte, á ser destruido por las piedras que se hubiesen dejado correr desde lo alto de la montaña, y que ya dos veces han ocasionado la rendicion de aquel punto.

»Los puentes no deben establecerse, en

cuanto posible sea, sino entre dos orillas bien determinadas. Los puentes situados en los recodos en el punto de incidencia de los rios, gozan raras veces de esa ventaja, porque como la corriente principal sigue la direccion de esa orilla, hay en la parte opuesta una porcion de terreno arenoso, donde las aguas se esparcen en las crecidas, de modo que es menester tener una gran cantidad de materiales prevenidos, para acomodarlos á la estension que toman las aguas en anchura, lo cual exige muchos gastos y atenciones continuadas.

«Los puentes en los recodos ven venir los barcos, las balsas y las flotillas que el enemigo puede lanzar; mas arriba ó mas abajo no pierden esa ventaja; eso es lo que me determinó á construir el puente de almadias de Trente mas abajo del recodo que está casi en frente de la alameda de..... En el recodo, hubiera tenido poca longitud pero habia á la izquierda un arenal considerable. Mas abajo las márgenes estaban bien pronunciadas. Las dos posiciones se hallaban igualmente mas abajo de la ciudad, en las cercanías de la carretera, y bajo la proteccion de la meseta aislada, llamada del Parque de los Ciervos. El principio que acabamos de sentar no se aplica sin embargo mas que en los rios acotados ó que han formado su cauce, porque en los

torrentuosos como sucede con los de Génova, del Montferrat y del Frioul, que toman una estension prodigiosa al salir de las montañas y se dividen en varios brazos, es menester establecer un puente permanente en la corriente principal, y puentes provisionales para el paso de la infantería en los pequeños brazos. La naturaleza misma de estos rios, que tienen en la parte media de su curso una anchura muy considerable, exige con frecuencia que se suba al punto en que salen de las montañas para entrar en la llanura, ó que se descienda hácia su embocadura, porque casi siempre están contenidos entre diques en esos parajes. Cuando las aguas son muy crecidas é impetuosas, lo mas prudente es retirar los puentes provisionales y replegar el permanente, á fin de no ver arrastrados por las aguas unos materiales que es casi siempre imposible de reemplazar.

«Las circunstancias militares relativas al establecimiento de un puente dependen: 1.º de las disposiciones generales; 2.º de la topografía particular del terreno; lo cual es necesario tener en cuenta para procurarle una defensa.

«Las disposiciones generales dependen en muchas ocasiones de la naturaleza de las posiciones que están á la orilla de un rio ó á sus inmediaciones. Estas posiciones son á veces

tan determinadas que cualesquiera que sean los tiempos y el modo de hacer la guerra, conservan todas sus ventajas. Tomaré por ejemplo el Adigio.

»Este rio tiene una buena línea entre Trento y la Sarca, estando detrás el valle de Mori que comunica de Roveredo á Torbole, y al norte del lago por Nago que cierra el valle.

»Sigue despues atrás la famosa posicion de la Corona, posicion decisiva, pero que exige fuerzas considerables para ser guardada. Esta posicion tiene por primera retirada, la llanura de Rívoli, donde se puede dar batalla, y por segunda retirada, la línea de Castel-Novo apoyada en Verona y Peschiera, con Mantua detrás. Un ejército que ocupa el Adigio superior, tendrá, pues, que contar con un puente de vanguardia un poco detrás de Trento para la comunicacion de las tropas de la izquierda con la del Lavis; un puente en retirada en Sueco ó en Ravazzone al salir del valle de Mori, con tercer puente en la meseta de Rívoli que hallándose demasiado cerca de la línea, luego que las alturas de Santa Ana no estén ocupadas, deberá replegarse, cuando las tropas de la orilla izquierda hayan efectuado su retirada; y en fin, un cuarto puente en la Segá ó en Polo para la comunicacion de la línea de la Corona. El último puente estará siempre un poco distante de esta posicion;



pero hay imposibilidad física en establecer uno mas cerca de la *Chiusa*, porque el Adigio corre en este intervalo entre dos muros de rocas paralelas y perpendiculares; el puente estaria, pues, dominado y no tendria comunicacion.

»Dueño del lago de Garda, de Peschiera y de Verona, el enemigo no puede emprender nada sobre los flancos de la posicion de Castel-Novo, y los pasos de los dos rios están bien cubiertos.»

Despues de otros varios ejemplos, el general Andreosi termina asi:

«Por todo lo que hemos dicho, se viene en conocimiento de que la situacion de los puentes exige un número bastante crecido de consideraciones. Asi, cuando se establece en principio que los puentes deben estar situados en los entrantes, se entiende que solo es un caso muy particular del problema general. Es indudable que los entrantes procuran la facilidad de establecer baterias sobre los flancos del enemigo, al paso que los salientes proporcionan al enemigo medios de dirigir sobre el puente, ó sobre el objeto por destruir, fuegos cruzados. En este último caso, el enemigo obra de la circunferencia al centro; pero no se sigue de aqui que en la margen opuesta no se obre del centro á la circunferencia, porque en una posicion paralela á otra

nada hay que impida establecer contra-baterias sobre la primera (1).

Segun el articulo que acaba de leerse, la colocacion de los puentes en los puntos de incidencia de los entrantes de los rios tiene frecuentes inconvenientes. Cuando haya que designar alguno de estos puntos será preciso asegurarse antes de la firmeza de ambas márgenes y de que no están muy bajas, con el objeto de que los barcos cargados no se hundan hasta el punto de tocar el suelo ni aun en los tiempos de sequia, pues de otro modo sería indispensable completar el puente con pilotajes ó caballetes y construir un trozo de camino con faginas para la caballeria y los carros. Tambien es necesario procurar en cuanto sea posible que la orilla enemiga esté dominada por la que se ocupa y que el terreno situado delante de los puentes ofrezca un espacio suficiente para que el ejército pueda tomar posicion despues de su paso: tampoco deben establecerse debajo ó cerca de las revueltas ni en los puntos cubiertos de bosques ó de rocas, por las razones que hemos indicado antes.

(1) *Operaciones de los pontoneros franceses en Italia, de 1796 á 1797*, por el teniente general conde Andreosi: notas recojidas y ordenadas por Marion, general de artillería.

Cuando hay poca inclinacion en una orilla, el efecto de una crecida ó sequía ocasiona un gran cambio en la anchura del rio por aquel punto, lo cual aumenta la longitud del puente; para evitar este doble inconveniente se suele construir en la orilla que esté un poco inclinada, un dique tal que en las grandes avenidas no puedan salvarle las aguas y cuidando que cuando hay poca agua quede suficiente profundidad para que los barcos no toquen el fondo; pero de modo que no se estreche demasiado la madre del rio para evitar que las crecidas arrebatén el dique.

Las porciones en línea recta son aquellas en que menos varía la anchura del rio en las sequías; encuéntrase en ellas menos cieno y posos que en cualquiera otra parte, y por consiguiente presentan las mas ventajosas posiciones para establecer puentes militares cuando estos no están en relacion inmediata con las operaciones ofensivas ó defensivas, y sobre todo un paso de viva fuerza.

Cuando pueda escojerse el sitio para la colocacion de los puentes, debe sacarse todo el partido posible de las islas, porque en estos puntos tendrá el puente menos longitud y será menor la rapidez del rio. No deja sin embargo de haber algun inconveniente en dividir un puente en mas de tres ó cuatro trozos; y cuando esto suce-

da, las rampas que sirven para su comunicacion no deben tener mas que 1 $\frac{1}{6}$  de inclinacion; de todos modos son preferibles aquellos puntos en que la altura de las orillas sobre la superficie del agua no sea menor de un metro ni mayor de dos y medio,

Debe evitarse la colocacion de los puentes á poca distancia inferior del confluente de los rios que desembocan por la orilla de la parte del enemigo, porque podría este aprovecharse de dichos rios para destruir los puentes por medio de cuerpos flotantes. Tambien se evitará construir los puentes en la parte inferior de las poblaciones de que uno no es dueño.

El paso de un ejército ó de un cuerpo de ejército considerable exige algunas veces la construccion de muchos puentes que deben levantarse á la distancia unos de otros de 100 á 300 metros cuando menos con el fin de evitar embarazos. Recomiéndase igualmente con el mismo objeto el mayor ensanche posible en las dos estremidades de los puentes, y la consolidacion del suelo para que resista al paso de largas columnas y de los trenes.

### ARTICULO III.

#### DE LOS PUENTES DE BARCOS.

Durante mucho tiempo se han construido estos puentes únicamente con los barcos del comercio que se encontraban en el país, y de los cuales se apoderaban las tropas ligeras destacadas para explorar las orillas de los rios; pero esta operacion que descubria la marcha del ejército, determinó despues la adopcion de puentes lijeros, conducidos en carros bastante movibles para seguir los movimientos de los ejércitos.

El arte del pontonero fué el objeto de un estudio profundo, se apreciaron las ventajas que ofrecian los puentes militares construidos por hombres especiales, dirigidos por el ilustrado cuerpo de artillería, y se crearon equipajes de puentes en todos los ejércitos europeos (1). No obstante, se hace uso muchas veces de los barcos de comercio, porque por muchas previsiones que haya, pocas veces hay las suficientes para todas las columnas que están en marcha.

(1) El cuerpo de pontoneros no forma parte de la artillería en todos los Estados; así es que en Austria es un cuerpo aparte, y en Prusia está agregado al de ingenieros. Lo mismo sucede en España.

Los puentes de barcos se destinan principalmente para los rios de primer orden y para los que son anchos, rápidos y profundos, porque pueden soportar los pesos mas considerables de los equipajes de artillería, y porque no pueden sumerjirse en las recias avenidas; tambien se emplean algunas veces para este objeto puentes sobre estacas; pero estos no se construyen hasta despues de verificado el paso, y solo en circunstancias particulares.

§ I.—*De los diferentes modos de echar un puente.*

Tres son los modos de echar los puentes de barcos: el primero que es el mas generalmente usado, consiste en disponer los barcos unos tras otros, en el mismo punto señalado para la colocacion del puente, que es lo que se llama echar un puente de *barcos sucesivos*.

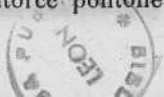
Para el segundo se forman partes de puente de dos, de tres y aun de cuatro barcos, llamados compuertas que reunidas, sucesivamente unas á otras, forman un puente conocido con el nombre de puente por *compuertas*.

Cuando pueden hacerse los preparativos para el paso de los rios en un afluyente ó detrás de una isla situada si es posible hácia la

parte inferior del puente se construye con preferencia el puente referido con el fin de ganar tiempo, y poder pasar pronto tropas á la orilla opuesta. Tambien es preferible este puente cuando se teme la llegada de muchos cuerpos flotantes.

El tercer método consiste en construir el puente á lo largo de la orilla interior ó de partida, y soltarlo á impulso de la corriente por la punta que está hácia arriba, formando eje con la otra estremidad; en esta disposicion se le hace describir un cuarto de conversion y va á apoyarse en la otra orilla; de aqui el nombre que se le da de *punte de conversion*. Este puente se prepara un poco mas arriba del punto escojido para el paso, al cual puede ser conducido, dejándole bajar á lo largo y cerca de la orilla en donde se sostiene con maromas.

Hé aqui un ejemplo notable de la aplicacion de este tercer método. Despues de la batalla de Esling en 1809, Napoleon mandó construir un puente de una sola pieza para echarlo por conversion, en el momento del ataque que meditaba, sobre el tercer brazo del Danubio, esto es, delante de la isla de Lobau; su longitud debia ser de 162 metros y se construyó en un canal, detrás de la isla de Alejandro, para ocultar los trabajos al enemigo. Se componia de catorce pontones



de madera ó barquichuelos del equipaje del puente austriaco cogido en Viena, y como solo debia servir para el paso de infantería, no llevaba mas trabazon que tres fuertes y largas viguetas cubiertas de tablones. Con el fin de no tener que construir estribos, la estremidad de las viguetas encajaba en una gruesa pieza de madera que hacia las veces de cuerpo muerto, y que debia descansar simplemente en el suelo.

Al anochecer del 4 de julio se bajó este puente desde el canal hasta el brazo del Danubio en donde debia echarse; á medida que las partes del puente iban llegando cerca de la embocadura, se iban reuniendo, de modo que cuando rebasó dicha embocadura constaba de una sola pieza.

El oficial encargado de la construccion de este puente habia formado seis destacamentos para ejecutar la conversion, señalando á cada uno su cometido. A las once de la noche el emperador en persona, acompañado del general Bertrand vino á dar la orden de echar el puente y preguntó al oficial qué tiempo necesitaba para esta operacion.—«Un cuarto de hora señor.»—«Os doy cinco minutos; el reloj, Bertrand.»—La conversion se efectuó en cuatro minutos, y no estaba terminada aun cuando ya el emperador mandaba pasar á las tropas.



Durante el paso de estas se colocaron los cabrestantes, y se acabó de consolidar el puente.

Los puentes militares cuyo uso las mas de las veces no es mas que momentáneo, no requieren aquel grado de solidez que se exige en los puentes permanentes. Basta darles la suficiente fuerza para soportar sin peligro las cargas mas pesadas que siguen á los ejércitos, y resistir á la accion de la corriente.

Los barcos destinados á la construccion de puentes, deben tener tales dimensiones, que no sea necesario pegarlos unos á otros, sino que puedan estar separados por algun intérvalo para no entorpecer la corriente del agua y dejar paso á los cuerpos lijeros que esta arrastra. Los barcos se reunen como hemos visto mas arriba, de dos en dos ó por partes de tres ó de cuatro. El puente se mantiene fijo por medio de un sistema de anclaje, y teniendo cuidado que los barcos estén bien trabados entre sí y con los estribos.

Cuando hay que servirse de barcos que se recojen por las orillas, es muy difícil que tengan todos las mismas dimensiones, y entonces deben aproximarse ó alejarse los unos de los otros en razon de su tamaño, colocando en lo recio de la corriente los que por su forma puedan oponerle menos resistencia; en los estribos, aquellos que sean mas fuertes,

y los mas profundos en medio del rio; por último, el cambio de tamaño debe graduarse de modo que el tablado no forme pendiente en medio del puente; si hay barcos muy bajos, se pone un caballete en el fondo para levantar el tablero al nivel de los barcos inmediatos. Cuando no hay suficiente agua cerca de las orillas para los primeros ó los últimos barcos, se reemplazan con muchos caballetes.

Practicanse generalmente en los puentes una cortadura cerrada con un juego movable ó compuerta de barcos, en lo mas recio de su corriente; regularmente es un trozo compuesto de dos ó tres barcos, que se construye aparte mas abajo del puente, y que se une á los barcos inmediatos á la cortadura por medio de cuatro falsos cuadernales unidos á modo de almadía, y cuyo medio corresponde á la union de la parte movable con las demas del puente.

## § II.—*De los equipajes de los puentes.*

El equipaje de puente tal cual se he adoptado en Francia desde 1829, llena en todo lo posible las condiciones de solidez y prontitud; la movilidad de los carros del equipaje permite trasportarlo sin gran dificultad á todos los puntos reconocidos á propósito para efectuar un paso á viva fuerza sin hacer de ante-

mano ningun preparativo que pueda inducir sospechas al enemigo sobre la operacion proyectada. La celeridad con que se descargan los carros es tal, que se puede empezar la construccion del puente tan pronto como llega el primer carro á la orilla del rio, y echarlo en tan poco tiempo como si todo el material estuviese dispuesto en la orilla.

La artillería tiene dos clases de equipajes de puentes, el de reserva y el de vanguardia y de division. El primero se compone de 50 barcos, 4 lanchitas, 35 carromatos largos, 35 carros de parque y 4 fraguas con sus útiles. Este equipaje necesita 480 caballos.

La segunda clase es el equipaje de vanguardia y de division, compuesto de 6 pontones y 7 carromatos, que necesitan 42 caballos. En 1805 se habian suprimido los pontones y reemplazado con barcos, si bien es verdad que se ha hecho uso de ellos despues, pero la artillería ha vuelto á usarlos para pasar rios pequeños.

Las dimensiones de los barcos de equipaje de reserva son las siguientes: longitud total 9<sup>m</sup>45; del cuerpo del barco 4<sup>m</sup>88.—Anchura superior fuera de obra 1<sup>m</sup>76 (se reduce á 1<sup>m</sup>70 por efecto del agua). Altura del cuerpo 0<sup>m</sup>785.

Dimensiones de los pontones: longitud total 6<sup>m</sup>; del cuerpo 3 metros.—Anchura, 1<sup>m</sup>40.

—Altura del cuerpo (sin comprender las pa-  
netas) 0<sup>m</sup>70.

En campaña se agregan ordinariamente al  
parque principal ó de reserva, para los equi-  
pajes de puente 4 compañías de pontoneros  
y una á cada cuerpo del ejército para el ser-  
vicio de la vanguardia ó de las divisiones se-  
gun las circunstancias.

El máximun de alcance de un tramo he-  
cho con los barcos del equipaje de reserva  
es de 6<sup>m</sup>00 de eje á eje y la distancia de un  
barco á otro de 4<sup>m</sup>50. Las cinco viguetas  
del tramo distan una de otra 0<sup>m</sup>875 de me-  
dio á medio, de modo que la via del puen-  
te ó la distancia entre los cuadernales que  
sostienen los tablones y limitan la anchura  
del tablado, es de 5<sup>m</sup>26 y las viguetas sobre-  
salen de los bordes de los barcos 0<sup>m</sup>15.

Para conocer la cantidad de barcos que  
exige la construccion de un puente de bar-  
cos sucesivos con un equipaje de puente de  
reserva, designando por L la anchura del  
rio espresada en metros, ó la longitud del  
puente comprendida entre los maderos de  
estribo, y por B el número de barcos del  
puente, se obtiene la fórmula B ó  $\frac{L-4 \pm 60}{6}$  (1)

Se necesita una hora para echar un puente

(1) Es decir que de la longitud del puente se re-  
bajan 4<sup>m</sup>60, y el residuo se divide por 6.

de 100 metros de longitud sobre una corriente rápida suponiendo que no se presenta alguna dificultad imprevista.

Los puentes de compuerta exigen mayor número de barcos que los de barcos sucesivos, y se necesitan tambien menos barcos para un puente de compuerta de tres que para otro de dos barcos.

En el simulacro de un paso del Rin efectuado cerca de Estrasburgo en 1832, se emplearon 56 barcos para una anchura de 210 metros, comprendida en el brazo principal del rio y en un punto encima de Kehl, situado entre la orilla izquierda y un banco de arena cerca de la otra orilla. A pesar de todas las dificultades que oponia la corriente, se consiguió construir el puente en dos horas y quince minutos, pero por mas esfuerzos que se hicieron no se pudo echar el puente en línea recta ni conservar el paralelismo de los barcos porque la corriente, en el punto en donde se echó el puente, no era paralela á sí misma en toda la anchura del Rin, y porque su celeridad era tal, que no podia darse estabilidad á los barcos, sino colocándolos en las diferentes direcciones que tomaba la corriente. El puente formaba una curva cuya convexidad estaba vuelta hácia la parte de donde venia la corriente.

Antes de recojer el puente se abrió la com-

puerta para hacer pasar por la cortadura los barcos de navegacion é inmediatamente despues de su paso se cerró la compuerta y se desmontó el puente que se replegó en hora y media.

§ III.—*Detalles sobre los barcos de equipaje de puente.*

Cada barco, cualquiera que sea su modelo, se trasporta con sus viguetas en una carreta larga y el resto de sus aparejos en un carro de municion.

	Kil.
Peso de la carreta descargada con ruedas. . . . .	896
—Cargada con un barco, 7 viguetas y aparejos correspondientes. . . . .	2,170
—Con un bote, sus viguetas y aparejos.	4,975
—Cargada con un aparato de maza ó moton. . . . .	1,219

Cada uno de los carros de parque lleva 56 tablones y otros objetos; su carga es de 900 á 1,000 kilógramos de modo que el carro cargado pesa 1,879 kil.

Para navegar, el equipaje del puente se compone de un piloto y cuatro sirvientes; el equipo de 3 remos uno de los cuales sirve de timon, 4 bicheros de punta recta, uno de

punta y garfio, 8 toletes para remos, 2 para timones y una amarra. Cuando los equipajes de puente deben caminar por agua, se forman trenes compuestos de dos ó tres barcos reunidos, y algunas veces en muchas filas.

En los pasos de las tropas, el barco cargado con su equipaje puede recibir 25 hombres: 20 van sentados en dos tablonos que sirven de bancos y los 5 restantes se sientan sobre las rodillas de los primeros. Los hombres entran por el tajamar y guarnecen los bancos poniéndose la cartuchera delante del cuerpo, apoyando la parte baja de la mochila sobre el borde del barco y con el fusil entre las piernas. Deben guardar silencio y permanecer inmóviles, cualesquiera que sean los movimientos del barco. Es preferible no colocar mas que 20 hombres en cada barco. Los barcos así cargados, calan 0<sup>m</sup>35, y muchas veces conviene aparearlos.

El ponton puede recibir 15 hombres de infantería; 12 se colocan en los bancos y el otro en el travesaño delantero. †

En el paso de la caballería no se embarcan mas que seis ginetes llevando de las riendas á sus caballos los cuales pasan nadando tres por cada lado del barco. Cuando la corriente es rápida, no deben pasar mas que tres caballos á la vez por la parte de abajo.

Para volcar un barco y llevarle en hombros á fin de echarle al agua, en los pasos de viva fuerza, se emplean 20 hombres.

Peso necesario para su-		
merjir un barco. . . . .	9,200 kil.	
Peso del barco empapado		} 1,677
de agua. . . . .	800 kil.	
Peso de un tramo de table-	877	
ro. . . . .		
Fuerza de un piso de		
puede de barcos suce-		
sivos. . . . .		<u>7,825 kil.</u>

Agua que ealan los barcos del puente.	}	El puente descargado. . .	0 <sup>m</sup> 24
		-Cargado de infantería en	
		3 filas cerradas. . . . .	0,48
		En el paso de una colum-	
		na con piezas de á 12	
		con 6 caballos. . . . .	0,45
		En el de una pieza de á 24	
		con 8 caballos. . . . .	0,48
		En el de una columna de	
		piezas de á 24 con 6 ca-	
		ballos cada una. . . . .	0,56

La construcción de un puente de 25 barcos por el sistema de barcos sucesivos, exige 104 hombres con tres oficiales y 12 sargentos y cabos. La de un puente por compuertas 100 hombres, y la de un puente por secciones 96.



*Puentes de pontones de vanguardia.*—Longitud de los tramos 5 metros, alcance de las vigas 5<sup>m</sup>60, via del puente 2<sup>m</sup>34; longitud del puente con 6 pontones sin carretas, 54 metros, con tres carretas 50 metros. La construcción de este puente exige 60 hombres, comprendidos un oficial y 7 sargentos y cabos.

Cuando los tramos de estos puentes tienen 5 metros, la infantería pasa en tres filas y en dos cuando tienen 5<sup>m</sup> y 50. El paso de carrera es el que hace sufrir menos al puente. La caballería pasa en una fila. --La batería de á 8 pasa sus trenes tirados por 4 caballos.—Es muy conveniente aflojar las cuerdas de las áncoras de la parte inferior, en el acto del paso, para atenuar el balance lateral del puente.

#### ARTICULO IV.

##### DE LOS PASOS DE RIOS EN BARCOS.

Cuando una vanguardia se aproxima á un rio por un punto en que no hay puente, y no lo lleva, el gefe manda explorar las orillas del rio y reunir todos los barcos ó maderos, toneles y objetos á propósito para la construcción de almadías. Al mismo tiempo manda sondar el rio por el punto señalado para el

paso. Para apoderarse de los barcos anclados en la orilla opuesta, atraviesan regularmente el río algunos soldados buenos nadadores que llevan consigo todo lo necesario para reparar los barcos y echarlos al agua.

Sucede con mucha frecuencia que por el poco fondo que hay cerca de las orillas, tienen que andar las tropas por el agua para embarcarse ó desembarcarse, lo cual debe evitarse siempre que se pueda, principalmente en países montañosos.

— Cuando no hay mas que barcos que solo puedan contener veinte hombres, es mas ventajoso formar trenes de tres ó cuatro, en los cuales podrán embarcarse fácilmente de 160 á 180 hombres cada vez, los cuales deben estar de pie. Los trenes pasan un poco mas despacio que los barcos, y ceden mas al arrastre de la corriente.

La caballería no puede pasar los rios sino por medio de grandes barcos, en los cuales se pone un tablado para que no se deteriore el fondo del barco. Para facilitar el embarque y desembarque de los caballos, se construye con algunas tablas una rampa por la parte delantera de los barcos.

Los caballos deben colocarse con la cabeza vuelta alternativamente hácia ambos lados, teniéndolos los ginetes por la brida cerca del bocado. Es muy peligroso colocar los

caballos en el sentido de la longitud del barco, porque un vaiven fuerte puede hacerlos caer y volcar la embarcacion.

El paso de la artillería en los barcos exige casi siempre su desmonte á no ser los barcos muy grandes, y á no tener la forma de una barca ó de una tafurca; pero puede remediarse el inconveniente de desmontar y montar la artillería, construyendo un puente pequeño de dos barcos, en cuyo tablado se ponen las piezas montadas en sus cureñas, y los caballos de tiro.

## ARTICULO V.

### DZ LOS PUENTES VOLANTES.

§ 1.—*De los puentes conocidos con el nombre de puentes volantes.*

Un puente volante se compone ordinariamente de dos barcos largos, estrechos y cuyo fondo está poco elevado en las estremidades; al trasladarse de una á otra orilla va contenido por un cable, y recibe el movimiento por el impulso de la corriente que azota oblicuamente sus costados. Este movimiento será mas rápido cuando la direccion de la corriente forme con la longitud del puente un ángulo de  $55^{\circ}$  próximamente. Los

puentes volantes solo pueden establecerse en rios cuyas aguas corran al menos un metro por segundo.

Son muy frecuentes en la guerra los casos en que se hace uso de los puentes volantes: en el paso del Rin por Jourdan, en 1796, se establecieron dos puentes volantes para mantener la comunicacion entre la orilla izquierda y la isla de Weissenthurm. El paso del Linth por el general Soult en 1799 se verificó en barcos y sobre un puente volante que solo sirvió para pasar la caballería y los carruajes.

Los ejércitos alemanes han hecho uso en todos tiempos de los puentes volantes para pasar los rios de primero y segundo orden; en muchas localidades los hay permanentes, como se ven sobre el Rin en Neuvied, en Bonn, en Dusseldorf, etc.; tambien se encuentran sobre el Escalda, el Oder, el Vistula y sobre otros muchos rios, pero en los pasos muy frecuentados se reemplazan en la actualidad con puentes colgantes.

Un puente volante tiene la forma de una compuerta. Se alejan los barcos cuanto sea posible unos de otros, para que la corriente los azote á lo largo de los costados. El puente está cubierto de un tablado rodeado de una balaustrada. Hacia el tercio de la longitud de los barcos, partiendo de la parte delan-

tera, se levanta un guindaste que debe tener tanta mas altura (de 4 á 10 metros) cuanto mayor sea la longitud del puente y menor la fuerza de la corriente; este guindaste se compone de dos montantes unidos con dos travesaños, entre los cuales se mueve una pieza en que hay un agujero por donde pasa el cable. Este cable va amarrado por la parte posterior del puente al cabrestante; su longitud hasta el áncora que lo retiene es cuando menos una vez y cuando mas dos veces la anchura del rio; el áncora que retiene al cable se echa tambien en medio, y cuando la corriente está mas cerca de una orilla que de otra, se aproxima el áncora de la orilla mas distante de la corriente. Cuando se amarra el cable en tierra, debe ser mas largo que si se fijase en la madre del rio. Para impedir que el cable roce en el agua, se le sostiene con barquichuelos ó boyas, debiendo tenerse presente que de la mayor ó menor perfeccion en el anclage depende la igualdad de tiempo que el puente gasta en atravesar el rio en ambos sentidos. Si el punto de amarra está en la orilla, el puente la deja con dificultad y vuelve á ella fácilmente, y por esto se maneja algunas veces el puente con dos cuerdas ancladas en ambas orillas. En caso de accidente se pone siempre sobre el puente un cable de respeto y áncoras.

Si el río es muy ancho, se construye en medio una compuerta sólidamente anclada y se hacen dos puentes volantes ordinarios.

Un puente volante construido con seis barcos del equipaje dispuestos en dos parejas de á tres, puede llevar 200 á 250 hombres armados, ó dos piezas de artillería con los artilleros y sus tiros, y solo tarda minuto y medio en atravesar un brazo del Rin de 200 metros de anchura.

En los puntos á donde aporta el puente, se levantan estribos sobre barcos, almadrías ó caballetes, para facilitar la llegada á la orilla.

## § II.—*De las barcas.*

La barca es uno de los medios que mas se emplearon antiguamente para pasar los rios poco rápidos y de mediana anchura, y se encuentra en casi todos los rios. La barca es ordinariamente un barco grande achatado de poca elevacion cuyas estremidades están suavemente inclinadas, y que lleva un tablado móvil para embarcar cómodamente los caballos y carruajes.

Se pasa una barca de una á otra orilla tendiendo á través del río un cable poco levantado sobre la superficie del agua, una parte del cual se sumerge también en el agua cuando el río es ancho. Uno de los lados de

la barca que siempre es el que se halla á la parte de donde viene la corriente, lleva dos horquillas á cierta distancia una de otra, por las cuales pasa el cable. La inclinacion de 50 á 55° de la corriente con relacion al flanco de la barca es la mas favorable para el paso. Los hombres colocados en la barca la hacen pasar tirando del cable que está atado en fuertes maderos de punta ó en gruesos árboles, y que se tiende por medio de un cabrestante ó á brazo de hombres.

Todos los cuerpos flotantes, como los barcos, las almadias, etc., pueden atravesar los rios de mediana rapidez, á la manera de barcas. En vez de horquillas se puede levantar en la proa del barco ó de la almadía un mastil pequeño en el cual se apoye la cuerda.

Cuando los rios no tienen mas que 40 ó 60 metros de anchura puede hacerse pasar rápidamente un barco ó cualquier otro cuerpo flotante de una á otra orilla, disponiéndolo de modo que pueda indiferentemente ir ó venir. Se atan dos cuerdas á una de las estremidades del barco, y con solo tirar algunos hombres sucesivamente de estas cuerdas desde la orilla, pasarán el cuerpo flotante de una á otra; solo se necesita un barquero en el timon para inclinar convenientemente el barco segun la corriente y para enderezarlo cuando llegue á tierra.

§ III.--*De la tralla.*

El paso de la tralla se diferencia del de la barca en que el cable en vez de batir la superficie de las aguas va tendido á cierta distancia del rio, de modo que no puede poner obstáculo á la navegacion. Como en el paso por tralla, solo se va de una á otra orilla por la fuerza de la corriente, no debe establecerse mas que en rios cuya corriente tenga una velocidad de un metro al menos por segundo, y cuya anchura no pase de 100 á 120 metros, porque si tuviera mas sería imposible tender el cable. Sobre el cable rueda una polea, por cuyo gancho pasa una cuerda conocida con el nombre de *brida*, atada por sus dos estremidades á las de los barcos.

Los barcos que mas convienen para la tralla, deben ser largos, estrechos, profundos y tener los costados casi verticales. El sistema se compone de dos barcos juntos, y se construye tambien algunas veces con una almadía y aun con un solo barco y en este último caso se maneja á mano como la barca.

Se hace pasar el aparato de una orilla á otra inclinándole segun la corriente por medio de uno ó dos timones, y basta para hacerle andar la accion de la corriente; el án-



gulo mas favorable para el paso lo dicta la esperiencia. Cuando los barcos tocan el fondo cerca de las orillas se ponen estribos.

## ARTICULO VI.

### DE LOS PUENTES DE ALMADIAS.

Los puentes de almadias ó balsas pueden reemplazar á los de barcos en casi todos los rios; pero la celeridad de la corriente no debe ser mayor de dos metros por segundo. Ademas, estos puentes tienen la ventaja de construirse con mas prontitud y celeridad, de sostener mayores cargas y de no poder ir á pique por los fuegos del enemigo, pero tienen el inconveniente de oponer una gran resistencia al paso de las aguas.

Hay almadias de diversas especies, á saber; de árboles, de toneles, de cajas, de odres, etc. Las primeras son las mas usadas y solo se echa mano de las demas cuando á ello precisa la necesidad, porque tampoco ofrecen las mismas ventajas; por consiguiente solo nos ocuparemos de las de árboles. Ademas, las consideraciones relativas á los reconocimientos son casi las mismas para todas las clases.

Las almadias de árboles se construyen con esencias específicamente mas ligeras que el

agua, porque la diferencia entre el peso de todas las partes de la almadía y el peso del volúmen de agua que representa es lo que constituye su fuerza. Según este principio, las maderas más propias para la construcción de almadías son el álamo, el tilo, el chopo; el pino y otras maderas resinosas son preferibles porque embeben menos agua que las demás maderas blancas.

En vez de buscar en las tablas los pesos específicos de las maderas, será mejor determinarlos directamente pasando un pedazo de madera de un cubo conocido, primero en el aire y después sumergido en el agua y tomando la diferencia de estos dos pesos.

Sea  $V$  el volúmen de un árbol;  $L$  su longitud;  $R$  y  $r$  los radios de sus estremidades;  $P$  el peso del metro cúbico de la madera del árbol, y se tendrá  $V = \frac{\pi}{4}L(R^2 + r^2 + Rr)$ , ó por

aproximación  $V = \frac{\pi}{4}L(R+r)^2$ . Otra expresión

de este volúmen es la siguiente:

$V = 0,0795 C^2L$ , en la cual  $C$  representa la circunferencia del medio del árbol,  $L$  la longitud, y  $0,0795$  la superficie del círculo cuya circunferencia es  $1$ .

La carga necesaria para sumergir el árbol será

$$M=V(1.000 \text{ Kil.}—P).$$

Si se quiere calcular el número de árboles que han de entrar en la composición de una almadía, llamando A el peso de un tramo del tablado y B el peso de la mayor carga que llevará cada almadía al pasar el puente, tendremos:

$$X=\frac{A+B}{V(1,000 \text{ Kil.} —P)} (1).$$

Las almadías deben construirse con exceso de resistencia, casi el doble del que basta para el equilibrio, porque las maderas aumentan considerablemente de peso después de algunos días de inmersión. En efecto, puede prevenirse embreando las estremidades de los árboles: cuando se cortan estos para la construcción, no deben ser escua-

(1) Traducidos estos cálculos á lenguaje vulgar significa lo siguiente:

Para hallar el volúmen de un leño, se multiplica el cuadrado de la circunferencia del medio del árbol por la longitud y por la cantidad 0,079%.

Para saber cual es la carga capaz de sumergir el leño se resta el peso del metro cúbico de 1000 kilogramos y el residuo se multiplica por el volúmen.

Para saber el número de árboles que han de entrar en la composición de una balsa se suma el peso de un extremo del tablado con el peso de la misma carga que ha de llevar cada almadía, y esta suma se divide por la carga necesaria para sumergir un leño.

drados y tambien debe tenerse en cuenta que los maderos muy secos aumentan el peso en el agua mas que los verdes.

Representando el peso P la carga de una almadía, se podrá calcular con el auxilio de los datos siguientes: 5 infantes armados y equipados ocupan un metro cuadrado y pesan 240 kilogramos. Un hombre desarmado pesa 65 kil. y pueden acomodarse 6 en un metro cuadrado, cuando van muy apiñados; la carga es entonces de 390 kil. por metro, que es la mayor que puede haber sobre un puente. Un caballo ocupa tres metros cuadrados y pesa 450 kil., y con su jinete 588 kil. Una pieza de á 12 con su cureña, llevando el cañon provisto, pesa 2,122 kil., y ocupa cerca de 11<sup>m</sup>50 cuadrados ó 185 kil. por metro: cualquier otro carruaje de artillería de campaña tiene un peso igual ó menor.

Los ejércitos se procuran la madera necesaria para la construcción de almadías, apoderándose de los almacenes y depósitos de madera de construcción, de los convoyes de madera del comercio, cortando árboles por el pie, y cuando la necesidad lo exige demoliendo casas.

Las almadías se construyen generalmente en el agua, porque se mueven con mas facilidad los árboles que en tierra, y porque si

se construyen en astillero, los árboles tienden á cambiar de posición cuando están en el agua; para esto se escoje el punto en que la corriente sea poco rápida. Estando los árboles ya escandalados, y puestos en el lugar de la operación, se necesitan unas cuatro horas para construir una almadia.

En esta construcción se emplean los árboles mas grandes, y se les da 12 metros de longitud cuando menos, y si no fuesen tan largos deben empalmarse. Para disminuir la fuerza de la corriente, los árboles forman un ángulo saliente en la parte delantera de la almadia y todas las puntas de arriba van cortadas en lengüeta, y reunidas alternativamente en punta. Puede construirse una almadia con 13 árboles de 0<sup>m</sup>525 de diámetro y de 14 metros de longitud.

Se ha creído mucho tiempo que convenría dejar un intervalo para facilitar el paso del agua, pero algunas esperiencias hechas en el Rin, en 1824, han demostrado que las almadias de árboles unidos oponian una cuarta parte menos de resistencia á la corriente que las de árboles separados de 10 á 15 centímetros.

Debe cuidarse de que el desvío de las almadias especialmente en los rios rápidos, sea tan grande como lo permitan el alcance y escuadria de las vigas, las cuales deben

cruzarse siempre en el sustentáculo de cada almadía.

El tablado no se estiende por toda la superficie de la almadía, porque la fuerza de una almadía, no permitiría que se la cubriese enteramente de tropas; conviene pues, que el tablado sea proporcionado al número de hombres que la almadía puede llevar sin peligro, y que no esté colocado precisamente en el centro de gravedad de la almadía sino un poco mas cerca de la cola que de la cabeza, con el fin de contrabalancear la accion de las cuerdas del áncora.

Las almadias se mantienen fijas por medio de cuerdas atadas á un cable tendido de una á otra orilla, ó bien con áncoras ó cestos llenos de piedras, en cuyo caso la longitud de las amarras debe ser diez veces mayor que la profundidad del agua.

La compuerta se compone de una almadía atada á las almadias adyacentes, pero es preferible construirla con barcos si los hay á mano porque se manejan con mas facilidad.

Los puentes de almadias deben construirse por balsas sucesivas y no por compuertas ni partes. Las almadias se dirijen con largos timones colocados á la cabeza y á la cola. Cuando la corriente es muy rápida se doblan los timones, y si es muy poca bastan remos ó botadores.

Si se quieren construir almadias que puedan llenarse completamente de tropas, deberán componerse de dos ó muchas órdenes de árboles sobrepuestos, y esta disposición debe adoptarse también cuando los árboles tienen poco diámetro. Cuando las balsas se construyen de esta manera, se cruzan las filas de árboles unas sobre otras.

Las almadias en que Cárlos XII rey de Suecia y su ejército pasaron el Sund en 1718, tenían de 5 á 6 órdenes de árboles cruzados unos sobre otros, y cada una de ellas llevaba dos piezas de 48 y 500 hombres.

También se emplean las almadias como los barcos para formar una tralla ó un puente volante; pero en estos dos casos el ángulo de la cabeza de la almadia debe ser agudo á fin de que presentando el flanco á la corriente bajo un ángulo de 55°, el saliente oponga menor resistencia á la corriente.

## ARTICULO VII.

### DE LOS PUENTES DE CABALLETES.

Los puentes de caballetes se emplean muy frecuentemente en campaña en los rios que no tienen mas de dos metros de profundidad, en los torrentes y en terrenos pantanosos. Las maderas de que se componen son

de cortas dimensiones, y por consiguiente, se adquieren fácilmente; pero algunas veces es difícil hacerlos sólidos. Debe sondarse el río para conocer la naturaleza del fondo, y juzgar de la altura que han de tener los caballetes. Las maderas empleadas con preferencia, son el álamo, el chopo, el pino y demás maderas ligeras.

Los caballetes deben ser de sencilla construcción; se componen de una cubierta de 4<sup>m</sup>50 á 5<sup>m</sup>00 de longitud sobre 0<sup>m</sup>20 ó 0<sup>m</sup>22 de escuadria; de 4 pies ó montantes; de dos travesaños, dos cojinetes y 4 refuerzos angulares.

En vez de estos últimos se emplean algunas veces piezas de madera puestas en cruz. La separación de los pies es igual á la mitad de la altura del caballete. En los fondos fangosos ó de arena movediza, se clavan dos zapatas debajo de los pies en el sentido de los travesaños con el objeto de que el caballete entre con igualdad.

Un caballete de dos metros de altura puede construirse en dos horas por 10 hombres dirigidos por un sargento, recibiendo la madera sin desbastar. Si las maderas están escuadradas ó solo desbastadas, dos carpinteros pueden hacerlo en 10 horas. Las piezas de un mismo caballete deben ir marcadas con igual número para reconocerlas, si hay



que trasportarlo á otro punto. Un caballete de las dimensiones espresadas pesa cerca de 300 kil. si es de madera verde, y 160 si es de madera seca, y para la conduccion de dos se necesitan dos ó tres mulas.

La distancia de los caballetes es ordinariamente de 4 á 5 metros, segun la longitud y la fuerza de las viguetas.

Si la corriente es muy rápida, se amarran las cabezas de algunos caballetes á un cable, ó á las áncoras echadas á la parte de arriba, y aun se sostienen mejor con dos estacas elevadas en la parte baja de la corriente.

## ARTICULO VIII.

### DE LOS PUENTES SOBRE ESTACAS Y OTRAS ESPECIES.

Los puentes sobre estacas pueden establecerse en todos los rios, cuyo fondo no es de roca, y que no sean muy profundos. Estos son los mas sólidos de todos los puentes militares; pero los trabajos que exige su construccion, no permiten levantarlos sino á retaguardia del ejército, para reemplazar los puentes de barcos: es un medio que se emplea para asegurar las comunicaciones. Los puentes de que hablamos tienen mucha analogia con los puentes de madera permanentes

arriba mencionados, por cuya razon escusamos entrar en mas largos detalles.

Tambien se sirven los ejércitos de otras clases de puentes en ciertas ocasiones, por ejemplo, *los puentes de cuerdas*. Se tienden en barrancos profundos y escarpados, cuya anchura no pasa de 40 metros, y sobre rios que tengan todo lo mas la misma anchura, y cuyas orillas son muy escarpadas. Tambien sirven estos puentes para salvar los arcos rotos de otros puentes; pero solo cuando no puede echarse mano de ninguna otra especie.

Lo mismo sucede con los puentes de carros. Estos solo se colocan en rios vadeables.

Los puentes de *gaviones* que pueden considerarse como de la misma categoria convienen para los terrenos pantanosos, ó para rios pequeños de poca profundidad y de fondo cenagoso.

## ARTICULO IX.

### DE LA DESTRUCCION DE LOS PUENTES.

Pueden presentarse casos de tener que destruir puentes permanentes ó puentes militares. Si los puentes son de madera, y se ocupa el mismo terreno en que se encuen-

tran, se escoje para derribarlos el tiempo mas oportuno, á fin de aprovechar la madera; de lo contrario, se quemán rodeándolos de faginas secas y embreadas, y prendiéndoles fuego por diferentes puntos. Los mismos medios pueden emplearse, en los puentes de machones y estribos de mampostería. Tambien se pueden volar poniendo debajo de uno de los tramos un barril de pólvora: para una armadura muy fuerte, se necesitan 400 kil.; pero en estos casos el estado del puente, su mayor ó menor solidez, y el tiempo disponible decidirán del medio que se ha de emplear.

Cuando los puentes son de mampostería deben volarse dos arcadas al menos, que serán las del medio si el puente es largo, con el objeto de aumentar la dificultad de su reparacion, y para que esté bajo el fuego de la artillería interior.

1.º Cuando los machones tienen de 1<sup>m</sup>30 á 1<sup>m</sup>60 de espesor, se hacen en él machon que separa los dos arcos, dos fogatas de mina de 50 á 60 kil. cada uno.

Tambien se puede abrir siguiendo la direccion de la llave de la bóveda una trinchera de 0<sup>m</sup>50 de profundidad, en la cual se ponen de 150 á 200 kil. de pólvora. (Esta cantidad ha bastado para volar bóvedas de medio punto de 8 metros de elevacion).

2.º Si la pila tiene dos ó tres metros de espesor se practican en medio y paralelamente á su longitud dos pequeños ramales, á cuya estremidad se establecen hornillos de 150 á 200 kil.

3.º En medio de la arcada se abre una zanja en cruz, de modo que cada ramal tenga 1<sup>m</sup>50 de largo; se colocan en ella 75 kil. de pólvora por cada metro de espesor de la bóveda, y se cubre esta pólvora con tablo-nes cargados de tierra.

Si hay que destruir repentinamente puen-tes flotantes, se abren los barcos por el fon-do con barrenas ó el hacha, y se ponen en ellos de antemano clavijas cónicas y salien-tes que se arrancan en el momento de la ejecución; al mismo tiempo se cortan las cuerdas y se echa al agua una parte del ta-blado.

## ARTICULO X.

### DE LA REPARACION DE LOS PUENTES.

Las principales condiciones de los puen-tes, son las de hallarse en buen estado de viabilidad, de solidez, para sostener sin ries-go el peso de las columnas de tropas y de la artillería, y las de haber en las estremidades del puente el espacio necesario para evitar

la aglomeracion. El exámen de la situacion de los puentes permanentes y de su estado, harán conocer fácilmente si tienen las condiciones espresadas, y con observar el efecto del paso de algunos carruajes cargados, se obtendrá un indicio de su solidez. Cuando el puente sea de madera, se examinará si están en buen estado los tramos del pavimento y las ensambladuras de las piezas de carpinteria.

En cuanto á los puentes arruinados ó destruidos por el enemigo, pueden proponerse las reparaciones siguientes.

*Puentes sobre estacas.*—Si las estacas están quemadas hasta flor de agua, se cortan todas á una misma altura y se cubren con una primera cubierta. Se levantan pies derechos en medio de los intervalos de las estacas y se cubren con una segunda cubierta que sostiene los largueros. Se apuntalan despues los pies derechos sobre la primera cubierta.

Si las estacas quemadas sobresalen un metro poco mas ó menos del agua, se pueden ensamblar encima unos pies derechos, consolidando la ensambladura con dos ó tres refuerzos de hierro.

Si las estacadas están enteramente destruidas se reemplazan por caballetes de una altura conveniente, colocados en el fondo del



rio, bien en barcos sumergidos ó bien en barcos anchos ó en balsas.

*Puentes de mamposteria.*—Si la parte que ha quedado no puede sostener unos largueros se dispone por cada lado una armadura ensamblada á media madera, cuyos puntos de apoyo estén cerca del dorso de la bóveda y se fijan sobre esas dos armaduras los apoyos de los largueros.

Cuando la arcada es muy ancha se pone un caballete en el intervalo, y si la altura es muy grande se sostiene con cruceros y se apuntala la estremidad superior.

## ARTICULO XI.

### DE LOS VADOS.

En todos tiempos han vadeado los rios los ejércitos; uno de estos pasos mas notables fué el del Tagliamento por el ejército francés, á las órdenes de Bonaparte el 16 de marzo de 1797, á presencia del ejército austriaco, mandado por el archiduque Carlos.

Dicho paso se ejecutó en orden de batalla; el ejército lo sorprendió de tal manera que el enemigo no tuvo tiempo para oponerse á él. Inmediatamente se trabó una batalla y los franceses alcanzaron la victoria.

En casi todos los rios, cualquiera que sea

su anchura se encuentran vados, y la mayor parte son practicables cuando menos una parte del año, pero debe tenerse presente que en los grandes rios cambian muchas veces de sitio. Asi es que un vado reconocido en una época puede no existir en el mismo punto en otra, y por consiguiente antes de efectuar el paso por un vado indicado deben tenerse todas las seguridades necesarias de que se puede pasar sin riesgo, principalmente despues de una crecida.

Los vados próximos á los puentes son muy útiles para acelerar ó favorecer un paso; si el vado está cerca del puente, la caballería ó una parte de la infantería pasa por él en tanto que la artillería y el resto de la infantería pasan por el puente. Si el vado está á cierta distancia y hay que ejecutar el paso á viva fuerza, pasa el vado un cuerpo destacado y en seguida se ataca por el puente.

La profundidad de un vado para el paso de la infantería no debe pasar de un metro y para la caballería de 1<sup>m</sup>30; porque si es mayor los hombres pueden perder terreno y ser arrastrados por la corriente y los caballos obligados á pasar á nado. Para el paso de los carruajes, no deben tener los vados mas de 0<sup>m</sup>80 de profundidad.

Para que un vado sea bueno, debe tener la entrada y la salida de acceso fácil, el agua

debe llegar á su mayor profundidad por una pendiente suave y la celeridad de la corriente debe ser moderada sin que se pueda temer durante el paso una crecida de agua que lo deje impracticable; y sobre todo que el fondo sea llano, firme, consistente y poco susceptible de hundirse bajo los pies. Los de arena gruesa son los mejores.

En los países montañosos los vados están casi siempre embarazados con grandes piedras que los hacen incómodos para la caballería é impracticables para los carruajes; en los países areniscos ó de landas, el fondo de los vados es ordinariamente una arena movediza ó fina; estos son peligrosos para el paso de largas columnas, porque la arena se separa, y el vado se deprime y se destruye; lo mismo sucede con los de suelo terroso ó cenagoso.

Cuando se llega cerca de un río que no se conoce bien, es menester dirigirse á los habitantes del país, principalmente á los molineros, pescadores, barqueros, ordinarios, guardas del campo, etc.; pero sería peligroso guiarse ciegamente por sus relaciones; principalmente en país enemigo debe desconfiarse de sus intenciones y en general del deseo de aparecer muchas veces mas instruidos de lo que realmente son. De todos modos será indispensable comprobar los datos re-



cojidos y asegurarse de que los vados indicados son practicables.

Cerca de los rios que no son vadeables por todas partes y á la entrada de un vado permanente, es raro que no haya algunas habitaciones ó algun pueblo cerca de una de las orillas ó al menos un camino que conduzca á él; sin embargo, este indicio no es siempre seguro. Tambien hay algunos vados que son desconocidos de los ribereños. Cuando al bajar las aguas se advierte que un rio pasa entre dos bancos de arena con rapidez, hay en aquel lugar generalmente un vado seguro. Tampoco estará de mas reconocer el rio en toda la parte de su curso por donde pueda efectuarse el paso.

El medio mas seguro de reconocer un vado es entrar en el rio en un bote que lleve una sonda atada á una cuerda la cual se sumerje un metro en el agua; cuando la sonda toca el fondo, se hace alto y se buscan otros puntos vadeables en todas direcciones. Muchas veces los vados están oblicuos á la corriente.

Los vados se encuentran con preferencia en los puntos en que el rio se ensancha, y abundan mas en los paises montañosos que en los llanos, en las partes rectas que en las sinuosas; tambien hay rios que solo son vadeables en verano, otros dejan de serlo des-

pues de algunos dias de lluvia ó cuando se derriten las nieves; y por último, muchos son vadeables cerca de su embocadura en la baja marea.

Tambien puede reconocerse un vado haciéndole recorrer en toda su estension por algunos soldados buenos nadadores, ó desplegando á lo largo de la orilla, como hacen los cosacos, una línea de lanceros que entren en el rio y lo sondeen con sus lanzas, teniendo cuidado de no hacer avanzar á sus caballos hasta que hayan encontrado fondo,

Abriendo las esclusas de un molino se hace algunas veces vadeable un rio que no lo era.

Cuando no haya que atravesar los vados inmediatamente despues de reconocidos, se dejará en la orilla un objeto saliente para poderlos encontrar; y por medio de una pica plantada en la madre del rio ó con cualquier otro indicio, se averiguará la altura de las aguas en el momento de la observacion, con el fin de reconocer mas tarde si ha habido alguna variacion en su elevacion, y si el vado es todavia practicable.

En los rios de mediana anchura hay muchos vados que no son impracticables mas que en el punto del thalweg y sobre una anchura de 5 á 10 metros. Esto puede remediarse echando en este thalweg faginas cuyo

interior esté lleno de piedras, á fin de que pesando mas que el agua, no las lleve la corriente. A medida que las faginas están concluidas, se carga una lancha con ellas para echarlas al agua hasta que no haya mas que un metro de agua; á falta de lancha se emplean nadadores. Si faltase leña para las faginas y hubiese tablas, podrán aquellas reemplazarse con cajones llenos de piedras ó de arena.

Hay muchos medios de destruir los vados: abriendo un foso en toda su anchura ó haciendo en él hoyas dispuestas al trasbolsillo; cerrándole con estacas muy juntas á flor de agua ó embarazándolo con rastrillos de labradores con las puntas hácia arriba ó con tablas guarnecidas de clavos grandes; estas tablas ó rastrillos se sujetan en el fondo del rio con piedras grandes ó con piquetas. También puede echarse en el vado abrojos, árboles enteros con todas sus ramas y con la copa vuelta hácia el enemigo. Las orillas se hacen de difícil acceso si se cortan perpendicularmente. Es menester conocer cuales son de estos medios los mas practicales segun las localidades.

Hemos hablado mas arriba del paso sobre el hielo.

CAPITULO V.

De los telégrafos.

ARTICULO I.

TELEGRAFIA AEREA.

Ya desde tiempos muy antiguos habian concebido los hombres medios de comunicar entre sí á largas distancias. Las hogueras, el humo, los estandartes, los sonidos de los instrumentos fueron usados como medios telegráficos por todos los pueblos primitivos. César nos refiere que los galos avisaban de una provincia á otra por medio de hogueras encendidas en las montañas, todos los movimientos del ejército romano. Se conservan vestigios de antiguas torres romanas que no pudieron menos de estar destinadas á telégrafos. En uno de los compartimientos mas elevados de la columna trajana está figurado un oficial con casco en la cabeza y espada en mano, dirijiendo las señales. El instrumento consiste en una antorcha de pez colgada en la punta de una pértiga que sale y entra alternativamente por una ventana. A las señales hechas con antorchas ó banderas, se sustituyeron mas tarde barrotes ó tablas. Po-

libio cita á cierto Cleójenes que habia inventado un método con el cual podia leerse á gran distancia lo que se queria comunicar. Vegecio que escribia en el siglo IV, habla de la braquiografia, como un procedimiento tan conocido, que le parece inútil describirlo. Tamerlano se servia de banderas para dictar condiciones á las ciudades sitiadas, y por último, los chinos llevaron á muy alto grado el arte de la correspondencia aérea.

El arte telegráfico no podia realmente desarrollarse sino á consecuencia de los adelantos de la óptica. Para escribir de lejos, es menester ver de lejos. Amontons fue quien á fines del siglo XVII propuso emplear los anteojos para observar las señales transmitidas de lejos. Los ensayos de Amontons no produjeron otro resultado que escitar la curiosidad; pero no tuvieron aplicacion. Hooke inventó en 1695 una máquina complicada; Linguet, encerrado en 1782 en la Bastilla, pedia como único precio de su libertad, el poner en práctica un instrumento inventado por él para comunicar hasta las mas remotas distancias. El ministerio no quiso oírle, y le hizo salir de la Bastilla sin condiciones. Bergstraser, de Hanau, publicó en 1784, un tratado completo de sintematografia; pero complicó la cuestion indicando una multitud de signos diversos, opacos y transparentes; ade-

mas de la luz, usaba tambien el sonido de la trompeta y aun de la artillería. Si no podia disponer mas que de dos signos, componia con sus diversas disposiciones un alfabeto, por el sistema de la aritmética binaria.

Durante la revolucion francesa y en el momento en que las circunstancias políticas exijían en la correspondencia una rapidez extraordinaria, el abate Chappe hizo público su descubrimiento. El pueblo que no comprendia la importancia de las comunicaciones telegráficas se pronunció contra su instalacion; en el primer ensayo que se hizo, desapareció la máquina por la noche; en el segundo, el telégrafo fue quemado, y poco faltó para que sucediese lo mismo con sus autores. En 12 de julio de 1795, se hizo por fin un ensayo definitivo autorizado por la Convencion francesa, reconociéndose que un despacho podia recorrer en 15 minutos y 40 segundos el espacio de 48 leguas.

Se decretó el establecimiento de una línea de doce telégrafos de París á Lila y poco tiempo despues, ya transmitia la noticia de la toma de Condé sobre los austriacos, y la asamblea contestaba en algunos minutos con las siguientes palabras. «El ejército ha merecido bien de la patria.»

La idea de Chappe habia sido concebida por él ya desde muy jóven. El colegio en que

estaba Claudio Chappe, cuando estudiaba, se hallaba cerca de Angers, á media legua de distancia de otro establecimiento de educacion donde se encontraban sus hermanos. Claudio quiso triunfar de la distancia á que estaba de sus hermanos, y despues de muchos ensayos infructuosos, ideó servirse de una gran regla de madera giratoria sobre un eje; en las dos estremidades de la regla, puso tambien otros cruceros giratorios mas pequeños, y por la diferente colocacion relativa y las inclinaciones de las reglas, obtuvo ciento noventa y dos signos diferentes fáciles de distinguir con antejo. El jóven abate y sus hermanos habian conseguido transmitirse con rapidez frases de cierta longitud. Cuando mas adelante, se hicieron los ensayos en grande, los hermanos Chappe fueron auxiliados por Leon Delaunay, sujeto muy versado en la teoría y práctica de las cifras diplomáticas,

El telégrafo inventado por Chappe es el mismo que existe todavia en Francia, salvas algunas modificaciones. Se compone de tres brazos movibles en un mismo plano vertical; el principal, llamado regulador y dos mas pequeños conocidos con el nombre de indicadores, situados en cada estremidad de aquel. El regulador fijado en un ástil de 4 á 5 metros, tiene 4 metros de largo y 3 deci-

metros de ancho. Cada indicador tiene un metro, y lleva en su estremidad una cola de hierro que sirve para equilibrarlo. Esos tres brazos del telégrafo que se pintan en negro para que se destaquen sobre el fondo del cielo, se mueven por medio de tres cuerdas sin fin de alambre de laton, de tres poleas, y de tres pedales; las cuerdas comunican con un cuarto situado debajo del telégrafo, y con los brazos de otro telégrafo que es la reproduccion en pequeño del exterior; poniendo en movimiento el aparato interior, el exterior repite los mismos signos.

El regulador es susceptible de cuatro posiciones: vertical, horizontal, oblicua de derecha á izquierda, y oblicua de izquierda á derecha. Las alas pueden formar ángulos rectos, agudos ú obtusos. En las ciento noventa y dos combinaciones que da el telégrafo, se comprenden las letras de alfabeto, y todos los signos llamados de policía. Estos indican la actividad, el reposo, la niebla, ó los demas obstáculos que interrumpen la transmision de un punto á otro. Se reunen ademas de dos en dos los 492 signos primitivos, lo cual da  $492 \times 492 = 56,864$ , y un vocabulario contiene la distribucion completa de estas combinaciones. Hay signos que expresan frases enteras. Ultimamente se ha hecho inmóvil el regulador, y se ha puesto en



la parte superior una regla movible y sin alas que indica las cuatro posiciones de aquel; por este medio el juego es mas ligero y rápido, puesto que el movimiento de los indicadores se ejecuta siempre en el mismo sitio.

Esto en cuanto á la Francia; en los demás países no se ha imitado completamente el telégrafo de Chappe. En los países de nieblas, los signos opacos son raras veces visibles, y tienen que substituirse con fanales, como sucede en Inglaterra.

En España, prevalece un sistema nacional, que á pesar de su sencillez produce las suficientes combinaciones para la comunicacion de los despachos, y presenta signos perfectamente visibles y destacados sobre el fondo del cielo. No hace mucho tiempo que se desconocia aun en la Peninsula un sistema organizado de telégrafos. Desde 1837 comenzó á pensarse seriamente en la realizacion del pensamiento y se dictaron dos reales órdenes al efecto. En 1844 se dispuso que fuera adoptado á la posible brevedad el sistema de telégrafos que mas preferible pareciese, y en su consecuencia se aprobó el plan de don José María Mathé con algunas modificaciones. Se mandó establecer las tres primeras torres de la linea de Madrid á Irun, y contratar las restantes; admitir individuos para la instruccion telegráfica y formar diccionarios y re-

glamentos. Por real orden de 26 de noviembre de 1846 se mandó utilizar desde luego la línea de Madrid á Irun, disponiendo que solo los capitanes generales y gefes políticos pudieran dirigir despachos cuando la importancia y urgencia de las circunstancias lo exijiesen. Las demás autoridades pueden en casos graves, dirigir al gefe político las comunicaciones que deseen transmitir por telégrafo, y los gefes políticos tienen que remitirlas autorizadas con su firma á los respectivos gefes de la línea. Posteriormente, se han contratado varias líneas para completar el sistema de comunicaciones telegráficas en la Península.

Por el sistema español, pueden leerse los signos con igual claridad, por casi todos los puntos del horizonte, pues presenta el mismo aspecto por cuatro lados: consiste el telégrafo en una especie de aspa formada de cuatro cuadriláteros verticales y perpendiculares unos á otros en cuyo centro de union asciende y descende un tambor cilíndrico de hierro. Los cuadriláteros que solo se hallan marcados linealmente por medio de barrotes de hierro, están cruzados horizontalmente por tres fajas de la misma anchura que la altura del tambor, y el mecanismo está terminado por una corona; de esta construcción resulta que de cualquier punto que se

mire el telégrafo, se ven destacar sobre el horizonte tres fajas paralelas con una solución de continuidad en el medio; la posición relativa del tambor con estas fajas, ya entre dos de ellas, ya en la parte superior, ya en la inferior de cada una, ya ocupando el claro que constituye la solución de continuidad, produce las diferentes combinaciones para cuya inteligencia existe un vocabulario.

Han existido y se han propuesto muy diversos sistemas de telégrafos; en Francia se ha propuesto sustituir al de Chappe, sin variar en nada la disposición de los signos, un mecanismo que haga al telégrafo servible de noche y de día; consiste la invención en practicar en las torres dos aberturas circulares con sus centros á la misma altura. Cada abertura está cerrada por un disco de madera ó de hierro, que jira en su plano al rededor de su centro. En cada disco pintado de negro, así como la torre, se pinta de color blanco una faja de unos 2 decímetros de anchura. Estas dos fajas que jiran con los discos, forman los indicadores del telégrafo. El regulador es una barra horizontal fija y pintada de blanco, que reúne los centros de los dos discos.

Una tercera abertura circular, practicada encima de las otras dos, está cerrada también por un disco negro sobre el cual un

diámetro pintado de blanco, representa el móvil ó indicador superior.

Si se hacen jirar por separado estos tres discos, se obtiene con el móvil y los dos indicadores, todos los signos telegráficos del modelo que funciona en las torres de San Sulpicio de París.

El eje que hace mover el disco situado en una de sus estremidades, comunica tambien un movimiento de rotacion á un disco igual colocado en la otra estremidad y cerrando una abertura practicada en la faz opuesta de la torre.

Imitando en una faz de la torre el signo de la estacion que está á un lado, se reproduce el mismo en la faz opuesta. En lugar, pues, del signo único que está encima de la torre, se obtienen dos signos perfectamente idénticos en las dos caras opuestas de la torre, y la transmision puede efectuarse de una estacion á la otra como con el telégrafo ordinario.

En este sistema, todo el mecanismo está encerrado en el interior de la torre y al abrigo de la intemperie. Si en lugar de las fajas blancas se abren unas ranuras anchas y se ponen cristales en ellas, podrá el telégrafo servir para la noche, estando bien alumbradas las paredes interiores de la torre, de manera que el color blanco se halle reemplazado por bandas luminosas.

Los telégrafos si se hallaran bien organizados, y presentaran una simplificacion todavía mayor en la confeccion de los signos, podrían no solo ser sostenidos sin gravar las rentas públicas, sino aumentándolas, pues consagrando al servicio público todo el tiempo durante el cual las líneas no funcionan para el gobierno, podría fundarse una renta productiva, al mismo tiempo que se haría un beneficio á los pueblos. La cuestion, bajo este punto de vi-ta, comienza á ser resuelta en los telégrafos eíéctricos, como lo vamos á ver al tratar de ellos.

## ARTICULO II.

### TELEGRAFIA ELECTRICA.

El campo de los descubrimientos nunca parece agotarse para el hombre; á medida que penetra en el terreno que la naturaleza tuvo vedado á nuestros predecesores, mas ensanche va cobrando la ciencia, y mayores son las maravillas que se presentan á nuestra imaginacion.

La electricidad es un fluido de tan poderosa velocidad, que se comunica á inmensas distancias instantáneamente. Anúnciase la presencia de este fluido cuando por ciertos

medios adecuados, se destruye el equilibrio que oculta su existencia en los cuerpos; entre dichos medios hay uno que consiste en poner dos metales diferentes en contacto, por ejemplo el zinc y el cobre, siempre que uno de ellos sea atacado por algun medio químico, ya sea el agua que se descompone en presencia del zinc, ya sea el ácido sulfúrico estendido en agua, ya sea una disolucion de sal marina, etc. La electricidad entonces se descompone en sus dos fluidos, llamados positivo y negativo: el primero se acumula en la estremidad zinc, el segundo en la estremidad cobre, y la reunion de dichos metales se llama par. Si á un par agregamos otro separado de él por un cuerpo no metálico conductor, entonces la acumulacion de electricidad en ambas estremidades será doble, porque consistirá en la desarrollada por los dos pares; si unimos cierta porcion de pares asi constituidos habremos formado lo que se llama una *pila*. Las pilas suelen tener en sus dos estremidades, llamadas polos, unos alambres en cada uno de los cuales existe una electricidad de diferente naturaleza; cuando se ponen en comunicacion esos alambres, el fluido eléctrico vuelve á recomponerse, mas como se produce de nuevo en los pares que forman la pila, se establece una corriente eléctrica, que durará tanto

como se mantenga la acción de los elementos galvánicos.

La electricidad se transmite muy mal por ciertos cuerpos, muy bien por otros, y por eso se llaman estos buenos conductores. Todos los metales gozan de la propiedad de conducir bien el fluido eléctrico; ellos son pues, los mas convenientes para los medios de transmisión telegráfica por la electricidad. Las pilas se construyen de muy diversos modos y las hay de mayor ó menor energía; pero no nos detendremos en explicarlas; son unos medios de obtener electricidad y puede la telegrafía emplear cualquiera de ellas, porque lo que importa es poder disponer de una corriente eléctrica, cualquiera que sea el mecanismo de donde provenga; en la construcción de una pila, se consulta generalmente la economía. Demos ahora una idea de las comunicaciones telegráficas eléctricas.

Sabido es que el iman goza de la facultad constante de atraer el hierro; pues bien, por medio de una corriente eléctrica que circula en un alambre pueden crearse imanes temporales, es decir, que atraigan el hierro solo cuando pase la corriente eléctrica, y dejen de atraerlo en el mismo momento que esta cese.

Tómese una plancha de hierro dulce; el hierro dulce no tiene ninguna de las propie-

dades del iman, pero se le pueden dar y quitar á voluntad. Para eso, se dobla un alambre de cobre en espiral. En el interior de esta hélice se pone la plancha de hierro dulce, en seguida se hace comunicar la hélice con los alambres de la pila, y al momento el hierro queda convertido en iman y atrae al hierro. Interrúmpase la comunicacion entre la pila y la hélice, y en seguida el hierro dulce pierde la propiedad atractiva, deja de ser iman.

Supongamos ahora que se trata de establecer un telégrafo entre Madrid y Cádiz. Coloquemos una pila en Madrid, y pongamos en Cádiz las láminas de hierro dulce y las hélices que tomando el fluido eléctrico han de transformar las láminas en imanes; estendamos de una á otra poblacion los hilos conductores que desde la pila comunican con las hélices.

Pongamos ahora la pila en accion. Luego que el fluido eléctrico se desarrolla en la hélice, el hierro dulce queda magnetizado y es atraido por el hierro estacionario, avanzando hácia él. Interrumpamos ahora la corriente eléctrica. Supongamos que rompemos los hilos, y al momento la electricidad, no llegando hasta la hélice, hace perder la virtud magnética al hierro; este deja de ser atraido. Imaginemos ahora que para marchar hácia



delante tenga que vencer el hierro dulce la resistencia de un pequeño resorte; la fuerza magnética le permitirá vencer este obstáculo; pero cuando por la interrupcion de la corriente deje de animarle dicha fuerza, obedecerá al impulso del resorte para volver á su sitio. De modo que cada vez que establezcamos y suspendamos la corriente, el hierro marchará adelante y volverá atrás. Una vez producido este efecto mecánico, es decir, este movimiento de vaiven, no resta ya mas que hallar un medio de utilizarle para la transmision de los signos. Veinte medios son practicables, hé aqui uno.

Coloquemos debajo del electro-iman una lista de papel que pondremos en movimiento por medio de un mecanismo cualquiera; dispongamos ademas un lápiz de tal manera que el movimiento del hierro dulce baste para hacerle correr sobre la tira de papel. Tomadas estas disposiciones, claro es que todas las veces que el hierro dulce sea puesto en movimiento, el lápiz marcará un signo en el papel. Si la corriente no dura mas que un instante, quedará señalado un punto; si dura mas, resultará una línea; si mas todavía, una línea mas larga, y si de antemano hemos dado una significacion precisa á todas las combinaciones posibles de puntos y líneas de diversa longitud, es evidente que podremos



establecer una comunicacion de ideas de un extremo al otro de la línea.

Si se prefiere que la accion de la electricidad presente á la vista las letras del alfabeto, no hay cosa mas fácil, y citemos el sistema de Wheatstone.

Hemos dicho que hay sustancias que no conducen bien la electricidad; una de ellas es el marfil. Tómese una rueda dentada de cobre montada en eje tambien de cobre, y pónganse unos pedacitos de marfil en los intervalos de los dientes de dicha rueda. Habrá un circulo completo, cuya circunferencia será compuesta de partes en marfil y partes en cobre, es decir, de sustancias no conductoras y de sustancias conductoras. Admitamos que hay 25 partes de cada una de esas sustancias.

Ahora, interrumpamos cerca de la pila uno de los alambres que van de Madrid á Cádiz, hagamos que la estremidad libre de la porcion de hilo adherente á la pila, esté siempre en contacto con la circunferencia de nuestra rueda, y atemos la estremidad de la otra porcion al eje de la rueda. Tomada esta disposicion, sucederá evidentemente, cuando hagamos girar la rueda, que la estremidad que toca el borde de esta, se hallará alternativamente en contacto con el cobre y con el marfil, es decir, con partes conducto-

ras y partes que no lo son. Cuando toque al cobre, la corriente eléctrica pasará de dicho hilo á la rueda, de la rueda al eje, y del eje á la otra porcion de hilo. Cuando por el contrario toque al marfil, este se opondrá al paso de la electricidad, y la corriente quedará interrumpida. Y como nuestra rueda se compone de 25 partes de marfil y 25 de cobre, por cada vuelta entera de la rueda, la corriente será interrumpida 25 veces y restablecida otras tantas, y por consiguiente la plancha de hierro dulce será magnetizada 25 veces, y 25 veces volverá á su estado natural.

Imagínese ahora que delante de la pieza de hierro dulce hay una rueda de engranaje que no pueda girar á causa de una pequeña pieza de hierro que lo impida; cuando se ponga el aparato en movimiento, la lámina magnetizada atraerá dicha pequeña pieza, y como la rueda de engranaje quedará libre en su movimiento, avanzará el espacio de un diente. Cuando por el contrario se interrumpa la corriente, el hierro abandonado por el iman volverá á detener la rueda en su movimiento.

Ahora supongamos que cada una de las partes de cobre de la rueda de que hemos hablado primero y que está en Madrid, tiene una letra del alfabeto. Imaginemos tambien que cada uno de los dientes del engranaje que está en Cádiz, lleve igualmente una le-

tra; convengamos en que la letra que ha de formar parte de la comunicacion sea la del diente superior de ambas ruedas; procuremos que sea una misma la letra que antes de dar el parte, ocupe el vértice de las ruedas, por ejemplo la A, y veamos lo que hemos de hacer para transmitir la letra B. Entre la A y la B hay una pieza de marfil; luego cuando esta pieza pase debajo del hilo conductor adherente á la pila, no habrá efecto; pero en seguida, la parte cobre que lleva la letra B vendrá á ocupar el puesto de la pieza de marfil, y la electricidad se comunicará por el alambre hasta Cádiz. Aquí, el hierro encerrado en la hélice entrará en accion, atraerá la pieza de hierro que contiene el movimiento de la rueda de engranaje; esta se pondrá en movimiento; avanzará un diente, y la letra B vendrá á colocarse donde estaba la A.

Este es el caso de indicar como se advertirá al observador de Cádiz que el correspondiente de Madrid tiene que comunicarle algo. Bastará para ello una campanilla colocada en el cuarto del telégrafo en Cádiz, que por medio de una corriente eléctrica se pondrá tambien en movimiento desde Madrid para hacer saber que hay que transmitir algo.

El telégrafo que acabamos de describir, á pesar de lo ingenioso, queda sin embargo muy atrás de los procedimientos actualmen-

te usados. Hemos empleado dos hilos para establecer la comunicacion entre nuestras dos estaciones. Pues bien, ya se ha suprimido completamente uno de los dos hilos, y este perfeccionamiento que reduce el gasto á cerca de la mitad, será aplicado sin duda á todas las líneas que en lo sucesivo se construyan. Sin embargo, para que la electricidad desprendida por la pila produzca el efecto deseado, es menester que se propague en un circuito completamente cerrado. Se llenará esta condicion, rompiendo el hilo en una de las dos estaciones, dejándole la longitud necesaria para que pueda descender á un pozo, y terminándolo con una placa sumergida en el agua del pozo; se dispondrá del mismo modo la otra estremidad del hilo en la segunda estacion. Las dos placas estarán separadas entre sí, por una estension de tierra igual á la distancia de Madrid á Cádiz, la tierra desempeñará el oficio del hilo suprimido, y á pesar de esta supresion, la corriente se establecerá con tanta regularidad como siempre, los signos se transmitirán con la misma fidelidad, con la misma prontitud, y hasta con doble enerjia, como lo atestiguan esperimentos recientes.

Ni aun se necesita el pozo, ni aun las placas; basta poner el hilo en contacto con uno de los carriles de un camino de hierro

y un carril sustituirá al hilo suprimido.

Mas aun; se sospecha que lo mismo ha de establecerse la corriente por medio de un solo hilo y por entre los mares; se hacen experimentos en un rio, luego en otro mas ancho y se ven resultados favorables; se establece una comunicacion eléctrica entre Francia é Inglaterra por el paso de Calais, se piensa últimamente en relacionar por el mismo medio la Irlanda con la Inglaterra, y aun se forman proyectos para enlazar la América á la Europa.

Tal es la serie de beneficios que las comunicaciones eléctricas pueden llegar á producir para los pueblos, que nos tendríamos que ocupar mucho si apuntásemos todas las que se preven. Podrá hacerse circular el tiempo por las casas y poblaciones como se hace circular el agua y el gas en conductos. Un solo reloj podrá poner en movimiento todos los de una poblacion, y por la vez primera señalarán todos rigurosamente la misma hora, y no solo podrá llegar á conducirse el tiempo sino la música. En las operaciones militares deberán tener grande influencia las comunicaciones eléctricas, por la celeridad con que podrá emitirse órdenes á todas las distancias imaginables y saberse todo lo que pasa en una nacion entera, como si se estuviera viendo en el momento mismo.

Una cosa existe quizá ignorada de muchos, y es que el primer telégrafo eléctrico que se ideó en el mundo fué construido en España. En Madrid fué establecido en pequeño por Bétancourt el telégrafo eléctrico ideado por un sábio de Génova llamado Lesage el año de 1774.

El electro motor era una máquina eléctrica; un hilo particular se hallaba destinado á cada letra, y habia 24 de estos; se hicieron ademas tantos electro motores como hilos, y estos estaban envueltos en una materia aislante. Haciendo pasar la descarga de la máquina por tal ó cual hilo, se producía en la otra estremidad el efecto representativo de tal ó cual letra del alfabeto.

Veinte años despues, en 1794, un aleman, llamado Recier, publicó la descripción de un telégrafo que consistía en una máquina eléctrica y una mesa de vidrio en que estaban incrustadas todas las letras del alfabeto. Las letras eran de metal y á cada una de ellas iba á parar un alambre aislado en un tubo de vidrio, y pudiendo estar en relacion por su otra estremidad con la máquina eléctrica; cuando la electricidad se derramaba en uno de los hilos, la chispa brotaba entre este hilo y la letra á que correspondía. Tambien hizo el doctor Salvá en 1798 el ensayo de un telégrafo de esta clase en España.

En 1811, Sæmmering concibió la idea de

hacer un telégrafo eléctrico, valiéndose de la propiedad que tenía el fluido galvánico de descomponer el agua. Dispuso treinta y cinco hilos, á saber, veinticinco para letras y diez para números. Cada hilo estaba sumerjido en un depósito de agua, la cual entraba en descomposicion luego que se establecía la corriente. No podian formarse palabras sino con mucha complicacion.

Cuando Oersted hizo el descubrimiento de que la electricidad influía de un modo muy marcado en la aguja de la brújula haciéndola desviar, ya se empezaron á prever algunos medios de simplificar los mecanismos para las comunicaciones electro-telegráficas. Despues se inventó el multiplicador ó galvanómetro, instrumento que tiene la propiedad de multiplicar las fuerzas eléctricas, y aun las menores huellas del galvanismo. En Rusia se hicieron esperimentos para construir un telégrafo eléctrico sobre estas propiedades. En 1837, Mr. Wheatstone y Cooke establecieron una línea telegráfica eléctrica entre las dos primeras estaciones del ferro-carril de Lóndres á Birmingham. Su telégrafo se componia de cinco hilos conductores que obraban sobre otras tantas agujas de galvanómetros, y cuyos movimientos se combinaban de dos en dos, tres en tres, etc., obteniéndose doscientos signos diferentes, de los cuales se



transmitían treinta por minuto. En cada estremidad de la línea habia un teclado compuesto de tantas teclas como letras hay en el alfabeto: poniendo el dedo en una de las teclas, el carácter correspondiente se designaba en las dos estaciones por los movimientos de las agujas.

Mr. Morse fué el primero que pensó en emplear un solo circuito; se valió del medio que ya hemos descrito y que consistía en hacer trazar signos en un papel, con un lápiz adherido á la pieza de hierro atraída por un electro-iman.

Steinheil avanzó aun mas, pensó en suprimir uno de los hilos conductores; en 1858 estableció en Munich un telégrafo que partiendo de su observatorio pasaba en la atmósfera por encima de las casas hasta la Academia de Ciencias y el observatorio real; la longitud del trayecto era de cerca de dos leguas; para la producción de los signos se emplearon multiplicadores; las agujas de estos podían desviarse á derecha ó izquierda y hacían sonar unas campanillas; además, se marcaban ciertos trazos en unas listas de papel, de manera que los signos eran á la vez gráficos y fónicos. Steinheil logró combinar los signos de manera que le diesen todas las palabras de la lengua alemana y los números.

Mas tarde estableció Wheatstone el telégrafo de cuadrante alfabético, cuya construcción hemos dado ya á conocer, y Vail comenzó á pensar no solo en transmitir comunicaciones sino en hacer que el mismo aparato las imprimiese, perfeccionamiento hoy dia ya ventajosamente resuelto.

El primero que pensó en enterrar los alambres en lugar de dejarlos en el aire fué Jacobi en San Petersburgo; los ensayos que se hicieron tuvieron buen resultado; en el sistema de Jacobi basta tocar una tecla del teclado para que los signos aparezcan á un tiempo en las dos estaciones, trazados con mucha elegancia y una perfecta regularidad en una planchuela de vidrio deslustrado.

Mr. Bain imaginó despues un telégrafo en que suprimió enteramente la pila; no solo se aprovechó de la tierra para suplir uno de los hilos, sino para que hiciera las veces de pila. Sabido es que la tierra puede considerarse como un gran cuerpo magnetizado, en el cual existen corrientes continuas; redúcese, pues, la idea de Mr. Bain á hacer lo contrario de lo que se practicaba antes, es decir, á producir signos, interrumpiendo la corriente natural y continua enjendrada por la tierra, en vez de obtenerlos por medio de una corriente debida á la pila. Los experimentos fueron satisfactorios.

El sistema de Val Bain se compone: 1.º de un aparato que transmite el movimiento á una aguja semejante á la de un reloj que jira sobre un cuadrante en que se hallan señalados diversos caracteres; 2.º de un aparato que hace sonar una campanilla cada vez que se trasmite un signo, 3.º de un aparato que imprime el despacho. El mecanismo que transmite el movimiento á la aguja, es una combinacion de ruedas movidas por pesos. Un resorte lo mantiene en reposo mientras dura la corriente; pero luego que esta se interrumpe, el resorte se desprende, los pesos se mueven, el mecanismo marcha y empieza la transmision del parte. Cuando la aguja llega á un signo que forma parte del despacho, basta restablecer la corriente para que el movimiento cese; en seguida comienza á funcionar el aparato de impulsion, y la huella de la letra en que quedó detenida la aguja, queda marcada en un papel. Cuando la frase está terminada, se imprime un punto.

La impresion se efectúa por medio de tipos ó caracteres encajados en la circunferencia de una rueda que van á encontrarse con el papel que se arrolla al rededor de un tambor.

Mucho es lo que ha adelantado en estos últimos años la construccion de los telégrafos eléctricos. Casi todas las naciones civilizadas

los tienen ya planteados, y en esta parte, la Rusia y la Alemania se han adelantado á los países occidentales y meridionales. Conviene en los reconocimientos militares tener presente cuales son las líneas telegráficas establecidas en el país y el sistema bajo el cual están construidas.

### ARTICULO III.

#### TELEGRAFOS NEUMATICOS.

Pueden establecerse comunicaciones acústicas al aire libre. El doctor Arnold refiere que volviendo de América á Europa, un marino pretendió oír un día el sonido de las campanas de la costa, y sin embargo estaba el buque á cien leguas de tierra; aunque todos se echaron á reír, el doctor creyó la cosa formal; advirtió que la vela estaba cóncava, se colocó en su foco y oyó claramente el mismo sonido. Tomó nota del día y de la hora y al regresar á América supo que efectivamente en dicho día habia habido vuelo general de campanas con motivo de la fiesta de Rio Janeiro.

Otro día, el mismo doctor oyó de un lado á otro de un lago de siete leguas de anchura, los gritos de los vendedores de ostras y el ruido de los remos. De estas observaciones

infrió que se podían entablar comunicaciones á largas distancias con el lenguaje hablado, consistiendo el aparato en una superficie cóncava colocada en una eminencia, en un extremo de la línea, y en el otro, un portavoz parabólico dirigido hácia dicha superficie. A pesar de las grandes ventajas que esto presentaría, no se ha practicado aun experimento alguno.

Otro medio hay de comunicacion acústica, del cual no solo se han hecho ensayos, sino tambien aplicaciones prácticas en algunos casos. Consiste en un tubo por el cual se transmite el sonido. En Inglaterra y en Rusia hay fondas y talleres en que el dueño puede sin salir del gabinete dar órdenes verbales á todos los pisos. El sonido camina 340 metros por segundo, lo cual da 306 leguas por hora. Luego aun sería mas ventajoso establecer telégrafos acústicos por medio de tubos que emplear el sistema ordinario de torres, además de ser tambien menos costoso. Los tubos no tan solo transmiten bien el sonido, sino que aumentan de un modo enorme su poder. Un pistoletazo disparado en una de las estremidades de un tubo parece un cañonazo en la otra. El movimiento de un reloj de bolsillo que no es sensible á la distancia de 50 centímetros, se oye muy bien desde la punta de un tubo de 16 metros,

sin que el reloj toque al metal, y aun estando separado de él algunos pies. Hecho el experimento con 954 metros de tubo aislado del suelo, se oía por la noche de una á otra estremidad, lo que se decía en la voz mas baja posible. Mr. Jobard, hizo pruebas en Bruselas, de las cuales resultó que un tubo de zinc de 600 metros, colocado en un taller formando muchos recodos y siguiendo unas veces la direccien vertical y otras la horizontal, transmitia de una punta á otra lo que se hablaba en voz baja, aun en medio del ruido de los tornos, de las limas y de los martillos del establecimiento. A consecuencia de estos experimentos, dispuso el gobierno belga que se establecieran comunicaciones acústicas en las carreteras.

Tambien se ha pensado en comunicaciones telegráficas de otra especie: supóngase un conducto de agua cerrado: cualquiera que sea su longitud, si sus extremos están encorvados hácia arriba ó comunican con otros tubos verticales, el agua estará á un mismo nivel en ambos; cualquiera perturbacion introducida en el nivel de un lado, tiene que reproducirse instantáneamente en el nivel del lado opuesto, y sobre este principio se han publicado diferentes sistemas que se proponen como tan rápidos que los eléctricos, puesto que los signos pueden efecti-

vamente seguirse inmediatamente en uno y otro lado. Aunque se han hecho ensayos muy satisfactorios en pequeño, no tenemos noticia de ninguna aplicacion práctica, y es muy posible que en presencia de los telégrafos eléctricos no pueda ya competir ningun otro proyecto.

## CAPITULO VI.

### **De los globos acrostatícos como medio de reconocimiento.**

Desde que los hombres hallaron el medio de elevarse en la atmósfera por medio de un aparato específicamente mas lijero que el aire, pensaron desde luego en perfeccionarlo para navegar en la atmósfera. Las dificultades que para ello hay que vencer son inmensas, mas no se creen invencibles; muchos experimentos se han llevado á cabo, y algunos de ellos bastante felices; pero no lo suficiente aun para poder hacer aplicaciones á la navegacion aérea. De todos los fines que se han propuesto los hombres al elevarse por medio de globos, ninguno ha sido hasta ahora mas fecundo en buenos resultados que el de hacer servir estos aparatos para los reconocimientos militares. En efecto, basta para estos la posibilidad de elevarse; pues desde un punto elevado, fuera del alcance de los

ataques de los enemigos, es muy fácil observar todas las posiciones de estos, sus fuerzas, la colocacion respectiva de los diferentes cuerpos de ejército, los campamentos, los parques, el interior de las plazas fortificadas, etc.

Durante la república francesa se formaron compañías de aeronautas, se crearon manobras especiales para el nuevo instrumento de guerra que se destinaba á los reconocimientos militares; se hicieron muchas ascensiones, y por mas que los aliados trataron de imitar á los franceses en esta parte, no pudieron conseguirlo. Hubo parque aerostático asi como hay parque de artillería, y varios jóvenes se dedicaron á la nueva carrera.

Se dictaron reglas para hacer los reconocimientos, los cuales se facilitaron por esos medios estraordinariamente, pues se podia escojer el punto de observacion que se quisiera; se inventaron instrumentos para trazar cartas geográficas desde la atmósfera; en una palabra, eran tales las ventajas que ofrecia el uso de los globos aerostáticos para los ejércitos, que no comprendemos el abandono en que quedaron despues del feliz ensayo hecho en la batalla de Fleurus. El arte aerostático reúne propiedades tan preciosas como incontestables para las operaciones topográficas y los reconocimientos militares; con su



uso se hubieran perfeccionado estas propiedades, y es muy impolítico descuidar la aplicación de las máquinas mencionadas.

Se dirá que el empleo de globos aerostáticos era muy peligroso para los que se dedicaban á su servicio, y que no siempre eran las circunstancias favorables á las ascensiones; pero ¿es el peligro por ventura causa suficiente para hacer desistir de una empresa de tal naturaleza? ¿En la guerra, no son todo peligros? ¿Es acaso menor el riesgo de los artilleros en el servicio de sus piezas? ¿No van los hombres á una muerte cierta en el asalto de las brechas? Si bien se mira, de todos los cuerpos militares que concurren á la formación de un ejército, el de aeronautas sería el que menos riesgos habia de correr. En cuanto á las circunstancias necesarias para el buen éxito de una ascension, por reducidas que fuesen las veces que pudiera efectuarse, siempre habria un recurso mas para los reconocimientos, que careciendo absolutamente de dicho medio. Además, si lo que no fue mas que una serie de ensayos, produjo un efecto feliz en la batalla de Fleurus, á estas fechas tal vez estarian perfeccionados los medios de ascension, y se hubiera dado algun paso para la navegacion aérea. Puede objetarse que adoptando todas las naciones los mismos medios de reconocimiento, se hubieran nivelado

las ventajas entre los ejércitos beligerantes; pero entonces, como sucede siempre cuando los elementos de poder se equilibran entre dos partidos contrarios, la guerra no habría sido tan sangrienta, porque los globos hubieran sido un elemento mas en mano de los hombres para sustituir los efectos del genio y de la industria á las devastaciones inconsideradas de la fuerza. Para dar una idea de lo que podia hacerse con los globos en los reconocimientos militares y de lo que podia esperarse de ellos, transcribimos la relacion hecha por el coronel Coutelle sobre la aerostática militar en los ejércitos de Sambre y Mosa, y en el Rin.

«El comité de salvacion pública habia reunido junto á sí una comision de sabios, entre los cuales estaban Monge, Berthollet, Guyton de Mervean, Fourcroy, Carnot, etc. Guyton propuso hacer servir los globos aerostáticos para los ejércitos, como medio de observacion. Esta proposicion fue aceptada por el gobierno, con la condicion de no emplear el ácido sulfúrico, por ser el azufre necesario para la fabricacion de la pólvora; la comision acordó entonces valerse de la descomposicion del agua.

«Este experimento hecho por el célebre Lavosier y repetido en nuestros gabinetes, no habia podido dar mas que unos resulta-

dos poco importantes; era necesario un experimento en grande; era menester poder extraer de mil doscientos á mil quinientos pies cúbicos de gas en el mas corto espacio de tiempo posible.

»La experiencia salió bien; obtuvo de quinientos á seiscientos pies cúbicos de gas. Los miembros de la comision que habian sido testigos de la operacion quedaron tan satisfechos, que al dia siguiente recibí ya la orden de marchar en posta á Maubeuge, y proponer al general Jourdan el empleo de un globo aerostático en su ejército.

»Llegué á Beaumont, cubierto de lodo, porque habia tenido que hacer las seis leguas de camino á todo escape, por caminos tan malos, que los equipajes de artillería llevaban barro hasta por encima de los cubos de las ruedas. El representante á quien debia presentar mi orden no comprendió al pronto ni mi mision ni el mandato del comité de salvacion pública, y aun menos un globo aerostático en medio de un campamento: me amenazó con hacerme fusilar, antes de oirme, como sospechoso; acabó sin embargo por calmarse y me dirigió algunas palabras laudatorias sobre mi decision.

»El ejército estaba en Beaumont, seis leguas mas allá de Maubeuge; el enemigo, á una legua de distancia, podia atacar á cada

instante. El general me hizo esta observacion y me recomendó que la llevara al comité. Llegué á París despues de haber pasado dos dias y medio y dos noches en esta espedicion.

»La comision conoció entonces la necesidad de hacer el esperimento por completo con un globo capaz de elevar dos personas, y el ministro puso á mi disposicion el jardin y el pequeño castillo de Meudon.

»Era necesario inventar un hornillo, en el cual creí necesario colocar siete tubos; imaginar aparatos, cubetas transportables á los ejércitos; y una multitud de cosas necesarias que tanto la esperiencia como la teoria debian indicar.

»Propuse á los miembros de la comision que me asociasen á Conté, persona que les hice conocer desde mi primer esperimento. Conté consintió en ir á establecerse conmigo en Meudon, con tal que tuviera yo solo toda la responsabilidad, la correspondencia con la comision y la contabilidad.

»Despues de algunos meses de trabajos, el hornillo quedó construido (en parte por nuestras propias manos), los tubos colocados en su lugar, todos los aparatos dispuestos, y el globo se llenó. Lo comuniqué á la comision y muchos de sus miembros vinieron á presidir el primer esperimento de una ascension

por medio de un globo retenido por dos cuerdas.

» Los de la comision me hicieron poner en la barquilla, y me dieron una série de signos que repetir y de observaciones que hacer. Me hice elevar sucesivamente todo cuanto permitia la longitud de las cuerdas, á saber, doscientas setenta toesas: entonces me hallaba á trescientas cincuenta toesas sobre el nivel del Sena; distinguia perfectamente con un antejo, los siete recodos del rio hasta Meulan. Cuando volví á tierra, recibí parabienes de los miembros de la comision, á los cuales no oculté la impresion que podia experimentar el que por la vez primera se hallase aislado á mayor ó menor distancia de la tierra, y les hice comprender la necesidad de que fuesen dos los que subiesen, es decir, que una persona acompañase á la que dirigiese las operaciones.

» Es un error el haber indicado en varios grabados mas de dos cuerdas para contener el globo; como este está en continuo vaiven, una tercera cuerda hubiera sido unas veces muy larga, otras muy corta, segun el movimiento del aparato, y por consiguiente inútil. Una cuerda para comunicar partes hubiera sido embarazosa. Tenia en mi barquilla unos saquitos con arena, en los cuales colocaba la nota ó carta que deseaba comu-

nicar, y arrojaba el saco, despues de haberlo avisado con una señal convenida.

»Pocos dias despues, el gobierno me dirigió el despacho de capitan gefe de los aeronautas, en el arma de artillería, agregado al estado mayor general.

»Recibí al mismo tiempo la órden de organizar una compañía de treinta hombres, incluso un capitan, un teniente, un subteniente, un sargento primero, con funciones de oficial pagador, sargentos, y de marchar á Maubeuge lo mas pronto posible.

»El octavo dia, parti con un oficial, despues de haber enviado á Maubeuge los pocos soldados que habia podido reunir.

»Cuando llegué á Maubeuge, mi primer cuidado fué el de buscar un lugar á propósito, construir mi hornillo, hacer las provisiones de combustible, y disponerlo todo esperando la llegada del globo y de los aparatos que habian servido para mi primer experimento en Meudon.

»Los diferentes cuerpos del ejército no sabían como mirar á unos soldados que no estaban aun montados militarmente y cuyo servicio les era desconocido. El general que mandaba en Maubeuge dispuso una salida contra los austriacos, atrincherados á un tiro de cañon de la plaza. Le pedí formar parte del ataque con mi gente. Dos de los mios

fueron gravemente heridos y el subteniente recibió una contusion en el pecho. Entramos ya en la plaza como soldados del ejército.

»Pocos dias despues, habiendo llegado mis equipajes, pude encender mi hornillo, y el globo se llenó en menos de cincuenta horas; entonces dos, y con frecuencia tres veces por dia, me elevaba por órden del general, con un oficial de estado mayor, para examinar los trabajos del enemigo, sus posiciones y sus fuerzas.

»Todos los dias hallábamos diferencias sensibles, sea en los trabajos que el enemigo había hecho durante la noche, sea en sus fuerzas aparentes. El quinto dia, una pieza emboscada en un barranco á medio tiro de cañon, disparó sobre el globo, luego que fué visto por encima de las murallas: la bala pasó por encima, se preparó un segundo cañonazo; yo veía cargar y dar fuego á la pieza; esta vez la bala pasó tan cerca que creí traspasado el globo. Al tercer cañonazo, la bala pasó por debajo. Todas atravesaban la poblacion é iban á caer en medio del campo atrincherado, llevaba conmigo un aeronauta que habia servido mucho tiempo de vigia en una atalaya, y que yo habia enganchado para mi compañía. Cuando dí la señal de bajar el globo, mi tropa se dió tal

prisa en hacerme llegar, que la pieza no pudo disparar mas que dos tiros. Al dia siguiente ya no estaba la pieza en posicion.

»Ocupado durante veinte dias en trabajos continuos de dia y de noche, así como en observaciones, nada estaba dispuesto para entrar en campaña, para conducir una vela tendida de veintisiete pies y un globo tan frágil, para salir de una plaza fuerte, atravesar los fosos, pasar por encima de las murallas y de las puertas, cuando recibí á las doce la órden de ir al siguiente dia á Charleroi, que estaba á doce leguas, por las vueltas que me habia de ver precisado á hacer, á fin de evitar las aldeas, cuyas calles eran muy angostas para mi aparato.

»La esperiencia me habia enseñado cuanta fuerza y destreza necesitaba yo tener para resistir al viento y ponerme en guardia contra sus ataques imprevistos: empleé la noche en disponer veinte cuerdas al rededor del ecuador de la red, que solidifiqué con ataduras muy próximas y con nudos corredizos; cada uno de los soldados de mi compañía debia llevar su cuerda, fijarla y soltarla á la primer señal; la barquilla se colgaba y desprendia del mismo modo: pudimos salir de la plaza y pasar bastante cerca de las centinelas enemigas, al amanecer.

»Yo viajaba con el globo á tal elevacion



que la caballería y los equipajes militares pudiesen pasar por debajo de la barquilla, los que tenían las cuerdas agarradas caminaban á los dos bordes del camino.

»La barquilla llevaba las dos cuerdas de ascension, un gran lienzo que servia tambien para contener el globo sobre la tierra durante la noche y para abatirle cuando el viento fuese muy fuerte, estacas, mazas y picos con los sacos y las señales. El globo podia elevar quinientas libras; pero el mas mínimo exceso de lijereza bastaba para elevarle en tiempo de calma: entonces yo llevaba en mi barquilla sacos de arena de diez y de veinte libras, cuyo número disminuía segun la fuerza del viento, ó que vaciaba si me sorprendían golpes de viento. En Maubeuge, un golpe de viento imprevisto me llevaba hacia la punta de un campanario, pero eché bruscamente un saco de veinte libras y me levanté.

»Despues de haber hecho un reconocimiento en el camino, llegamos delante de Charleroi al ponerse el sol. Antes de anochecer tuve tiempo para reconocer la plaza con un oficial general. Al dia siguiente hice un segundo reconocimiento en la llanura de Jumet y al otro dia el globo estuvo en observacion con un oficial general y conmigo durante siete horas.

»A las tres de la tarde (el ataque habia empezado á las tres y media de la mañana) el general Jourdan me mandó elevarme y observar un punto sobre el cual me dió una nota. En tanto que yo estaba de observacion con un oficial de mi compañía (el general no tenia ningun oficial de estado mayor disponible), un batallon que marchaba á otro punto por el camino mas corto pasó por debajo de mis cuerdas; oí muchas voces que repetian con señales de mal humor que los hacian batir en retirada y distinguí perfectamente la voz de uno de ellos que les dijo: «si marchásemos en retirada, no estaria alli el globo.»

»Muchos oficiales austriacos que se hallaban en la batalla de Fleurus me han asegurado, cuando estaban en Francia que habian disparado sobre nosotros muchos tiros. Despues de haber hecho algunos reconocimientos mas, seguimos los movimientos del ejército.

Estábamos cerca de las alturas de Namur, cuando un golpe de viento que no habiamos podido prever, impelió el globo contra un árbol que lo abrió por la parte superior, de modo que en un momento quedó vacio.

»No vacilé en volverme á Maubeuge, de donde nos habíamos alejado doce leguas, y

llegamos al día siguiente por la mañana. El globo que yo había pedido, no había llegado, por lo cual creí que debía tomar la posta para acelerar la expedición; pero tan pronto como lo recibí dispuse todo lo necesario para llenarle.

»Después de haber practicado diferentes reconocimientos por disposición de algunos oficiales generales que mandaban diferentes cuerpos de ejército, pasamos en barcos el Mosa para dirigirnos hacia Bruselas; pero á la puerta de esta ciudad nos esperaba un nuevo incidente.

»Otro golpe de viento llevó el globo contra un gran montón de leña cortándole por la parte inferior. Entré en el parque en donde formé con un simple bramante un grande recinto que respetó la multitud de curiosos de todas clases. No tardé en reparar el accidente y el cuarto día volví á alcanzar el ejército.

»Habiendo llegado á Borcette, cerca de Aquisgran, pude hacer un nuevo establecimiento en algunos meses que permanecí allí, y no bien lo había concluido cuando recibí orden de trasladarme á Paris para formar una segunda compañía, y me encargué de conducirla al ejército del Rin en donde los reconocimientos obtuvieron el mismo resultado.



Los generales austriacos y los oficiales de su ejército se admiraban incesantemente de semejante manera de observarlos, que ellos llamaban tan sagaz como atrevida. Cuantas veces me he encontrado con ellos he recibido los testimonios mas honoríficos de su admiracion: «solo los franceses son capaces de imaginar, y de ejecutar semejante empresa» me repetian cuando les decia que lo mismo podian hacer ellos.

Recibí orden de hacer un reconocimiento sobre Maguncia, me aposté entre nuestras líneas y la plaza á medio tiro de cañon; el viento era fuerte, y para oponerle mas resistencia subí solo aumentando el peso con mas de doscientas libras. Me habia elevado á mas de ciento cincuenta toesas, cuando tres borrascas sucesivas me volvieron á tierra con tanta fuerza que muchos barrotes que sostenian el fondo de la barquilla se rompieron, y se elevaba siempre con tal celeridad que sesenta y cuatro personas, treinta y dos en cada cuerda, eran arrastradas á grande distancia. Si las cuerdas hubiesen estado sujetas á estacas como me habian propuesto, se hubiesen roto, á no dudarlo.

El enemigo no tiró. Cinco generales salieron de la plaza levantando sobre sus sombreros, pañuelos blancos; nuestros generales á quienes hice saber esto, fueron á su presen-

cia y cuando se encontraron, el general que mandaba la plaza dijo al general francés: «Señor general, os pido por favor que mandeis bajar á ese bravo oficial; el viento le va á hacer perecer y no merece ser víctima de un accidente extraño á la guerra: yo fui quien mandé hacer fuego contra él en Maubeuge.»

«El viento se calmó un poco, y con esto pude contar á la simple vista los cañones que habia en las murallas y tambien las personas que andaban por calles y plazas.

»Los soldados enemigos que veian sobre ellos un observador tomando notas, estaban generalmente persuadidos de que no podian moverse sin ser vistos. Nuestros soldados eran de la misma opinion y encontraban en los observadores un nuevo género de bravura que escitaba su admiracion y su confianza. En nuestras marchas siempre trabajosas, como la vigilancia continúa no permitia á ningun aeronauta dejar la cuerda que retenia el globo, nos encontráramos algunas veces en nuestro paso con refrescos que nos habian preparado, y tambien con soldados de tropas ligeras que nos traian vino.

»Estábamos acampados á orillas del Rin delante de Manheim, cuando el general que nos mandaba me envió de parlamentario á la orilla enemiga. Cuando los oficiales austria-

cos supieron que yo mandaba el globo, me abrumaron con preguntas y cumplimientos; un oficial que habia pasado el río conmigo, me hizo observar que si mis cuerdas se rompian podria esponerme á caer en el campo enemigo.» Señor ingeniero aéreo, respondió un oficial superior, los austriacos saben honrar el talento y la bravura: vos seriais tratado con distincion. Yo soy el primero que os vi y que os señalé al príncipe de Coburgo de quien soy ayudante de campo, en la batalla de Fleurus.

»Le dije que no se debia, segun la costumbre establecida, prohibirme la entrada en la plaza, puesto que elevándome en la otra orilla, dominaba la ciudad.

»El general que mandaba envió al dia siguiente la autorizacion para que pudiese verla si nuestro general consentia en ello.

»Si el balance que se sufre y que es mayor ó menor segun la fuerza del viento, es un obstáculo cuando hay que hacer uso del anteojo (escepto en los grandes vientos, en los cuales tambien me he acostumbrado á servirme de ellos) debo advertir que casi siempre se distinguen á la simple vista los diferentes movimientos de los cuerpos de infantería, de caballería, de artilleria y de sus parques: en Maubeuge, delante de Maguncia y en Manheim podia yo contar las piezas de

artillería en los reductos y en las murallas á la simple vista.

»Lo que causa una impresión á la que necesita uno acostumbrarse, es el ruido que hace el globo cuando está comprimido por golpes de viento repetidos; pues se forma en él una concavidad mayor ó menor, segun la fuerza del viento. Cuando el golpe del viento ha pasado, el globo recobra su fuerza por la elasticidad del gas que estaba comprimido con una celeridad tal que el ruido ó latigazo del tafetan se oye á gran distancia, lo cual podria hacer temer la ruptura si no estuviese contenido por la red. Por lo demas, este accidente nunca me ha sobrevenido, á pesar de haberme servido muchas veces de un globo, cuyo tafetan habia perdido casi toda su fuerza.

»En un reconocimiento que hice en las orillas del Rin, cuando me habia elevado á ciento cincuenta toesas, un estremecimiento de frio me obligó á sentarme por la primera vez en mi barquilla y esto me causó una fiebre violenta que me puso en las puertas de la tumba en Frankental en donde habia planteado un establecimiento. Mi teniente tomó el mando de la compañía y pasó el Rin; en la primera noche su globo fué acribillado de postas é inutilizado.

»El que dirijía el capitan L'Homnd, co-

mandante de la primera compañía, al cual no habian podido desmontar ni las bombas ni las balas delante de Erhenbeistein fué igualmente atravesado de muchas balas cerca de Francfort. Esta compañía cayó prisionere de guerra en Wurtzbourg, en Franconia, y formó despues parte de la espedicion de Egipto.

» Obligado á tomar una licencia, apenas estaba convaleciente cuando volví á entrar en Paris, en donde ascendí al grado de comandante, volviendo despues á continuar mis trabajos en Meudon.»

Tal es el relato de los primeros ensayos hechos en los ejércitos. Los signos se hacian desde el globo por medio de banderas y desde la tierra con diferentes paños estendidos en el suelo de varios modos, lo cual constituia un telégrafo fácil de entender. De desear sería que tratándose de perfeccionar la construccion de los globos, hubiera en los ejércitos compañías mandadas por ingenieros aeronautas.



## CAPITULO SUPLEMENTARIO.

**Datos diversos relativos á las construcciones,  
y á las medidas, pesas, monedas etc. (1).**

### ARTICULO I.

#### DEL SISTEMA METRICO DECIMAL.

En el sistema métrico se adoptan unidades fijas que se van multiplicando de diez en diez, lo cual facilita las operaciones aritméticas, permitiendo hacer las multiplicaciones y divisiones con solo mudar de lugar la coma que separa las unidades enunciadas, de las fraccionarias decimales.

El tipo de este sistema es el *metro*, unidad de longitud equivalente á la diez millonésima parte del cuadrante del meridiano terrestre, ó mas bien de la distancia que media entre el polo y el ecuador. Las principales uni-

(1) Aunque Chatelain no trae la mayor parte de estos datos hasta el fin de la obra, nos ha parecido mas oportuno colocarlos en este lugar, despues de hablar de caminos, canales y puentes, por la necesidad que tendrán ya los lectores españoles de saber reducir las medidas decimales á las usuales, lo cual no sucede con el lector francés familiarizado ya con metros, kilogramos, etc. A los datos del Chatelain añadimos algunos otros referentes al mismo asunto.

dades, además del metro son, el *área* para medidas de superficie; el *litro* para líquidos; el *gramo* para pesos; el *estero* para sólidos.

Para espresar las cantidades mas pequeñas que la unidad, se divide esta en 10, 100, 1000, 10000, etc. partes iguales, y se antepone al nombre de la unidad, las palabras *deci*, *centi*, *mili*, etc. De modo que un *decímetro*, es la décima parte de un metro, un *centímetro*, la centésima parte etc.; un *decilitro* es la décima parte de un litro; un *centígramo*, la centésima parte de un gramo.

Para espresar las cantidades mayores que la unidad, se multiplica esta por diez, ciento, mil, diez mil, etc., y se añade al nombre de la unidad las palabras *deca*, *hecto*, *kilo*, *miria*, etc. De modo que un *decámetro* es diez metros; un *hectómetro* cien metros, un *kilómetro*, mil metros, etc.; un *hectólitro* son cien litros; un *kilógramo*; mil gramos. Téngase, pues, presente la siguiente correspondencia de estas palabras con las cantidades numéricas para saber el valor de cualquiera espresion métrica:

Miria	kilo	hecto	deca	la unidad.
10000	1000	100	10	1
deci	centi	mili.		
0,1 ó $\frac{1}{10}$	0,01 ó $\frac{1}{100}$	0,001 ó $\frac{1}{1000}$		

No hay mas que añadir á estas palabras el nombre de la unidad para representar el va-

lor de una medida; supongamos la siguiente:  
 $14567,^m756$

Esta cantidad se lee 14567 metros y 756 milímetros, y equivale leyendo número por número, según el lugar que ocupa, á 1 miriámetro, 4 kilómetros, 5 hectómetros, 6 decámetros, 7 metros, 7 decímetros, 5 centímetros y 6 milímetros.

Es indiferente, pues, según este sistema, leer la siguiente cantidad  $782,^m56$  de los modos siguientes: 782 metros 56 centímetros, ó bien 78 decámetros y 256 centímetros, ó bien 7 kilómetros y 8256 centímetros. Lo mismo es 50 centímetros que 5 decímetros, etc. Esta cantidad 5 kilóm. 7568 puede escribirse sin variar de valor  $5756^m8$ , pudiendo escojerse por unidad cualquiera de las denominaciones kilómetro ó metro, y poniendo la coma en lugar de la unidad enunciada.

*Medidas itinerarias.* Ya hemos dicho que el tipo de la medida de longitud es el metro; cuando se trata de distancias considerables se considera como unidad el *kilómetro*, que tiene mil metros, y á veces el *miriámetro*, que tiene 10 kilómetros ó 10000 metros.

La legua comun de Francia de 25 al grado tiene 2280 toesas 2 pies, y equivale á  $4444^m44$ ; la legua de posta de 2000 toesas equivale á  $5898^m,07$ . La legua marina, de 20 al grado equivale á  $5556^m$ ; la milla mari-

na al tercio de la legua marina. La braza tiene  $1^m,6178$ .

La vara castellana equivale á metros  $0,8336$ , es decir, á  $8339$  diezmilímetros; por consiguiente 10 varas equivalen á  $8^m,339$ , 100 á  $83^m,39$ , y 1000 á  $833,^m9$ . El pie vale  $0,^m2786$ ; la pulgada  $0,0232$ . El pie geométrico vale metros,  $0,2777$ .

Recíprocamente el metro equivale á varas castellanas 1 con 7 pulgadas y 9, 6 puntos.

El estadio vale	$173,^m$	61
La cuerda	$6,^m$	94
El paso	1,	38
La cana	1,	78
El estado	1,	67
El codo	0,	42
El geme	0,	14
El coto	0,	10

La legua española de 20 al grado vale  $5555^m55$ , ó  $5^{\text{kil.}}55$ .

El kilómetro equivale á leguas  $0,18$  ó  $3600$  pies, de modo que 6 kilómetros hacen una legua y 1600 pies.

*Medidas geográficas.*—El radio de la tierra supuesta esférica es de  $6366198$  metros. El aplanamiento del globo hácia los polos es  $\frac{1}{300}$  del radio. El cuarto del meridiano terrestre es rigurosamente igual á  $10000722$  metros.

*Medidas agrarias.* La percha francesa vale  $51^m07$  cuadrados.

La percha de París  $34^m19$  cuadrados.

El *arpent* de montes  $5107^m20$ .

El *arpent* de París  $3418^m87$ .

El área (10 metros de lado) 100 metros cuadrados.

La hectárea (100 metros de lado) 10000 metros cuadrados.

En las medidas superficiales debe tenerse presente que no es lo mismo un miriámetro cuadrado que 10000 metros cuadrados; pues el miriámetro cuadrado procede de un lado de 10000 metros que multiplicados por sí mismos dan 100000000 de metros cuadrados al paso que 10000 metros proceden de una multiplicacion de 100 por 100, es decir, de un espacio de 100 metros ó de un hectómetro de lado. La misma observacion hay que tener presente respecto de los demás casos.

Una fanega de tierra de marco real equivale á áreas 64,595.

Un estadal vale áreas 0,4117.

Una hectárea equivale á 4 fanega, 6 celemines, 50 estadales y 67,6 pies cuadrados.

Debe tenerse presente que no todas las fanegas son de igual medida en España. La de marco real tiene 576 estadales de 4 varas de lado. La de Madrid es de 400 esta-

les de á 10 1/2 pies de lado. Hay tambien estadales de 11 pies de lado y fanegas de 500 estadales.

*Medidas de peso.*—El *gramo* es la unidad de peso; equivale al peso de un volúmen de agua á la temperatura de 4.º que sea igual á un centímetro cúbico. El *kilógramo* tiene mil gramos.

El *kilógramo* equivale á gramos franceses 18827,15 ó á libras franceses comunes 2,04.

El quintal de Castilla equivale á	46,	Kil	009
La arroba á. . . . .	11,		502
La libra á. . . . .	0,		460
El marco tiene.. . . .	0,		230
La libra medicinal. . . . .	0,		345

El *kilógramo* equivale á 2 libras, 2 onzas y 12,4 adarmes.

*Medidas de capacidad.*—El *litro* es la unidad de capacidad; equivale á un cubo cuyo lado es la décima parte del metro, y el estero, que es un metro cubo sirve de medida para las maderas.

El hectolitro vale 100 litros.

El hectolitro vale en setiers antiguos de Paris. . . . .	0,641
El muid antiguo de trigo vale	1872 litros.
El muid de vino vale. . . . .	268

El <i>boisseau</i> antiguo. . . . .	13
La pinta. . . . .	0,951
El litron. . . . .	0,8125
El cahiz de Castilla equivale á	649 <sup>lit.</sup> 427
La fanega á . . . . .	54 119

Recíprocamente un hectolitro equivale á 1 fanega, 10 celemines y 0,693 cuartillos.

La arroba de vino de Castilla vale 15<sup>lit.</sup> 49.

Un hectolitro equivale á 6 arrobas, 3 azumbres y 2,585 cuartillos.

Un litro vale 2 cuartillos y 0,263 copas.

La arroba de aceite de Castilla equivale á 12,10 litros.

Un hectolitro vale arrobas de aceite 8 con 6 libras y 2,541 panillas.

Un litro vale 2 libras y 0,263 panillas de aceite.

*Monedas.* En Francia, la unidad monetaria es el franco. Su peso es de 5 gramos y se divide en diez céntimos ó cien céntimos. Las piezas de moneda que actualmente circulan en Francia son: en oro, la pieza de de 20 francos y la de 40; en plata, las piezas de 5 francos, 2 francos, un franco, medio franco y 20 céntimos.

En España la unidad es el real; este se divide usualmente en 34 maravedis, aunque por real decreto está mandada llevar á cabo la reforma monetaria decimal segun la cual

se divide dicha moneda en 10 décimos. Las monedas actualmente en uso son la onza de oro que vale 320 rs., la media, el doblon de cuatro duros, el de dos y la moneda de un duro. De plata existen el peso duro del valor de 20 rs., el medio duro, la peseta que vale cuatro reales, la media peseta y el real. Otras monedas circulan aun de las que se acuñaban antiguamente, y que ya van retirándose de la circulacion: tal es la peseta columnaria con sus fracciones de media y cuarta parte. Modernamente se han acuñado monedas con arreglo al nuevo sistema monetario, á saber: en oro, del valor de cinco duros y en cobre del valor de cinco décimas y de una.

La moneda francesa se cambia por española á razon de 19 reales por pieza de cinco francos.

*Equivalencia de algunas pesas y medidas españolas con otras de algunos reinos.—*

Equivalen 400 varas á

127,143 ellen de Berlin.

155,094 id. de Copenhague.

150,000 id. de Leipzig.

77,290 varas de Lisboa.

92,746 yardas de Londres.

84,796 ellen de los Países-Bajos.

119,182 arschines de Rusia.

108,830 ellen de Viena.



Equivalen 100 fanegas de capacidad á  
105,981 Scheffel de Berlin.

77,156 de Brema.

41,080 tonas de Dinamarca.

54,255 Scheffel de Hamburgo.

254,571 staja de Liorna.

19,659 quarters de Lóndres.

67,148 sacos de los Países-Bajos.

29,574 tschetwert de Rusia.

54,669 tonas de Suecia.

92,955 metzen de Viena.

Equivalen 100 libras de Castilla á

98,416 libras de Berlin.

92,279 de Brema.

92,125 de Dinamarca.

98,559 de Francfort sobre el Mein.

94,980 de Hamburgo.

98,407 de Leipzig.

100,250 de Lisboa.

101,445 de Lóndres.

125,281 de Troy.

46,009 de los Países-Bajos (kil.)

112,476 de Rusia.

82,142 de Viena.

## MEDIDAS ESTRANJERAS.

*Medidas de longitud, evaluadas en milímetros.*

AMSTERDAM.	}	Ana. . . . .	690.	mm3
		Pie. . . . .	283.	4
ANVERES.	}	Ana grande..	694.	3
		Ana chica..	684.	4
		Pie. . . . .	285.	6
BERLIN.	}	Ana antigua.	667.	7
		Ana moderna.	666.	9
		Pie del Rin..	313.	8
BERNA.	}	Ana. . . . .	542.	5
		Pie. . . . .	293.	3
BOLONIA.		Braza. . . . .	645.	2
BREMA.	}	Ana. . . . .	578.	4
		Pie. . . . .	289.	2
BRUNSWICK.	}	Ana. . . . .	570.	7
		Pie. . . . .	285.	4
CAGLIARI.	}	Raso. . . . .	549.	3
		Palmo del pais	248.	4
		De la ciudad.	202.	6
CALEMBERG.		Pie. . . . .	293.	0
CARLSRUHE..		Pie nuevo..	300.	0
CARRARA.	}	Cana para las maderas..	624.	6
		Braza mer- cante. . .	619.	7
		Palmo para los mármoles	249.	3

CASSEL.. . . . .	}	Pie de cons-	284.	mm9
		truccion. . .		
		Ana. . . . .	569.	4
CHINA. . . . .	}	Pie. . . . .	306.	3
		Ana. . . . .	575.	2
COLONIA. . . . .	}	Gran pick. . .	669.	1
		Pequeño pick		
CONSTANTINOPLA. . . . .	}	ó draa stam-		
		bulin. . . . .	647.	9
	}	Gran medida	669.	1
		Pequeña me-		
COPENHAGUE. . . . .	}	dida. . . . .	647.	9
		Pie. . . . .	313.	6
	}	Ana. . . . .	617.	0
CRACOVIA. . . . .		Pie. . . . .	356.	4
CREMONA. . . . .	}	Braza. . . . .	594.	9
		Pie de cons-		
DARMSTADT. . . . .	}	truccion. . .	300.	0
		Ana. . . . .	566.	5
DRESDE.. . . . .	}	Pie. . . . .	283.	3
		Pie. . . . .	291.	0
DURLACH. . . . .	}	Codo antiguo	525.	9
EGIPTO. . . . .		Braza para la		
	}	seda. . . . .	634.	4
		Braza para el		
FERRARA. . . . .	}	algodon y el		
		lienzo. . . . .	673.	6
FLORENCIA.. . . . .	}	Braza. . . . .	594.	2
		Ana. . . . .	547.	3
FRANCFORT SOBRE EL MEIN	}	Pie. . . . .	286.	5
		Palmo. . . . .	248.	3
GENOVA. . . . .	}	Ana. . . . .	1143.	7
GINEBRA. . . . .		Pie. . . . .	287.	0
GOTA. . . . .				

	}	Ana de Ham-		
		burgo. . .	573.	mm0
HAMBURGO. . . . .	}	Ana de Bra-		
		bante. . . .	691.	4
	}	Pie. . . . .	286.	5
		Ana. . . . .	584.	0
HANOVER. . . . .	}	Pie. . . . .	292.	0
		Ana ordina-		
	}	ria. . . . .	683.	5
HARLEM. . . . .		Ana para el		
	}	lienzo. . . .	742.	6
		Ana. . . . .	683.	1
LEYDE. . . . .	}	Ana. . . . .	565.	3
LEIPSIC. . . . .		Vara. . . . .	1092.	9
	}	Palmo. . . .	218.	6
LISBOA. . . . .		Pie de cons-		
	}	truccion. . .	338.	6
		Furlong (220		
	}	yardas.). . .	201164.	3
		Polo á perch		
	}	(5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> yardas).	5029.	1
		Fathom (2		
	}	yardas.) . . .	1828.	7
INGLATERRA. . . . .		Yarda impe-		
	}	rial (3 pies.)	914.	4
		Pie (12 pul-		
	}	gadas.) . . .	304.	8
		Pulgada. . .	025.	4
	}	Ana. . . . .	577.	0
LUBEC. . . . .		Pie. . . . .	291.	0
	}	Braza. . . .	595.	1
LUCA. . . . .		Braza. . . .	643.	8
MANTUA. . . . .	}	Pie. . . . .	300.	0
MIDELBURGO. . . . .				

MILAN. . . . .	Braza. . . . .	594.	mm9
MÓDENA. . . . .	Braza. . . . .	648.	1
MUNICH. . . . .	Ana. . . . .	833.	0
	Pie. . . . .	291.	8
NAPOLES. . . . .	Cana (8 pal- mos) . . . . .	2096.	1
	Palino. . . . .	262.	0
NEUCHATEL. . . . .	Ana. . . . .	1111.	1
	Pie. . . . .	300.	0
NUREMBERG. . . . .	Ana. . . . .	656.	4
	Pie. . . . .	303.	8
OLDENBURGO. . . . .	Pie. . . . .	296.	4
OSTENDE. . . . .	Ana. . . . .	699.	3
PADUA.. . . . .	Braza para el pañó. . . . .	681.	0
	Braza para la seda. . . . .	637.	5
PALERMO. . . . .	Caña dividi- da en 8 pal- mos. . . . .	1942.	3
	Braza para la lana, el al- godon y el lienzo. . . . .	643.	8
PARMA.. . . . .	Braza para la seda. . . . .	594.	4
	Braza. . . . .	594.	9
PAVIA. . . . .	Archina. . . . .	711.	5
	Sagana.. . . .	2133.	5
PETERSBURGO (SAN).. . . . .	Pie. . . . .	304.	8
	Pie ruso. . . . .	538.	1
RAGUSA. . . . .	Ana. . . . .	513.	2
RIGA. . . . .	Ana. . . . .	518.	2

	Cana de los mercaderes (8 palmos.)	1992.	mm0
	Braza de los mercaderes (4 palmos.)	848.	2
ROMA	Braza de los tejedores (3 palmos.)	636.	1
	Palmo de los arquitectos	223.	4
	Pie. . . . .	294.	6
	Ana. . . . .	575.	2
ROSTOK.	Pie. . . . .	291.	0
	Ana de Suecia. . . . .	593.	7
STOCOLMO..	Pie. . . . .	296.	8
	Ana de Wurtemberg. . . . .	614.	3
STUTGARD..	Pie. . . . .	286.	5
	Raso. . . . .	599.	4
TURIN. . . . .	Pie Liprando. . . . .	513.	7
	Ana. . . . .	584.	6
VARSOVIA. . . . .	Pie. . . . .	297.	8
	Gran braza.	649.	0
VERONA. . . . .	Pequeña braza. . . . .	642.	4
	Braza de lana	683.	4
VENEZIA. . . . .	Braza de seda. . . . .	638.	7
	Pie. . . . .	347.	8

	} Ana de Viena. . . . .	779. mm <sup>2</sup>
VIENA. . . . .	} Ana de la Alta Austria. . . . .	799. 7
	} Toesa. . . . .	1896. 6
	} Pie. . . . .	316. 1
WEIMAR. . . . .	} Ana. . . . .	564. 0
	} Pie. . . . .	281. 8
WISBADEN. . . . .	} Pie. . . . .	287. 8
ZANTE. . . . .	} Pie. . . . .	347. 3
ZURICH. . . . .	} Ana. . . . .	600. 1
	} Pie. . . . .	301. 3

*Medidas itinerarias en metros.*

**ARABIA.**

Milla árabe. . . . . 1942. m642

**AUSTRIA.**

Milla=4000 toesas.=24000 pies. . . . . 7586. 472

Milla marina. . . . . 1851. 986

**BADEN.**

Milla=29629,671 pies. . . . . 8888. 900

**BAVIERA.**

Milla=23660 pies del Rin. . . . . 7425. 786

BELGICA.

Milla métrica . . . . .	1000.m072
Legua del Brabante . . . . .	5555. 556
Legua de Flandes=20000 pies del Rin. . . . .	6277. 080

BOHEMIA.

Milla=22017 pies del Rin. . . . .	6910. 124
-----------------------------------	-----------

BRUNSWIK.

Milla=34424 pies del Rin. . . . .	10804. 110
-----------------------------------	------------

CALCUTA.

Cosson, milla de Bengala=4000 co- vid de 0,4472. . . . .	4788. 800
---	-----------

CERDEÑA.

Milla de 1300 toesas francesas. . . . .	2533. 748
---	-----------

CHINA.

Li. . . . .	577. 000
-------------	----------

DINAMARCA.

Milla=2460 perchas=24000 pies da- neses. . . . .	7531. 704
---	-----------



**HAMBURGO.**

Milla de 24000 pies del Rin. . . . . 7532. m 496

**HANOVER.**

Milla=2274 perchas=36384 pies. . 10623. 946

**HOLANDA.**

Milla holandesa=20692 pies. . . . . 5856. 995

Milla marina de 20 al grado. . . . . 5555. 957

**HUNGRIA.**

Milla de Hungría. . . . . 8343. 750

**INGLATERRA.**

Milla=8 furlong=1760 yardas.=5280

pies. . . . . 1609. 345

Milla geográfica de 60 al grado. . . . . 1851. 986

Legua de 20 al grado medio. . . . . 5555. 958

**LUBEK.**

Milla geográfica. . . . . 1851. 986

**MILAN.**

Milla geográfica. . . . . 1851. 986

**NAPOLIS Y SICILIA.**

Milla geográfica. . . . . 1851. 986

**PERSIA.**

Parasange.=30 estadios persas. . . . 5000. 000

**POLONIA.**

Milla de 20 al grado. . . . . 5555. 957

**PORTUGAL.**

Legua de 18 al grado. . . . . 6173. 286

Legua marina de 20 al grado. . . . 5555. 957

Milla marina. . . . . 1851. 986

**PRUSIA.**

Legua de 15 al grado. . . . . 7407. 943

Milla=24801 pies del Rin. . . . . 7783. 893

Milla de Silesia de 20877 pies del Rin. 6552. 330

**ROMA.**

Milla romana de 75 al grado . . . . 1481. 588

**RUSIA.**

Verste=500 sagenas.=1500 archi-  
nas=3500 pies ingleses. . . . . 1066. 784

Milla de Lituania de 28530 pies del  
Rin. . . . . 8954. 255

SAJONIA.

Milla de policía=32000 pies de Dresde. 9074. m320

SAJONIA WEIMAR.

Milla. . . . . 6798. 240

SIAM.

Legua ó roe-ning=2000 vuah=  
(2000×1,92197). . . . . 3843. 940

SUECIA.

Milla=2250 perchas=36000 pies de  
Suecia. . . . . 10686. 168  
Milla de Noruega=35494 pies del Rin. 11138. 992

TOSCANA.

Milla toscana=2833,33 brazas. . . 4651. 912

TURQUIA.

Berri. . . . . 1669. 670  
Milla marina. . . . . 1479. 293

VENECIA.

Milla. . . . . 1834. 118

WUTEMBERG.

Milla de 45 al grado. . . . . 7407. 943



*Pesos evaluados en kilogramos.*

AUSTRIA. . . . .	Libra. . . . .	0, 5600
BADEN. . . . .	Libra. . . . .	0, 5000
BAVIERA. . . . .	Libra. . . . .	0, 5611
BERLIN. . . . .	Libra. . . . .	0, 4685
BERNA. . . . .	Libra del comercio.	0, 5201
COLONIA. . . . .	Libra. . . . .	0, 4674
CONSTANTINOPLA.	Rottel. . . . .	0, 6378
GENOVA. . . . .	{ Libra de gran peso.	0, 4797
	{ Libra de pequeño peso. . . . .	0, 4344
HANOVER. . . . .	Libra. . . . .	0, 4895
HOLANDA. . . . .	Libra del comercio.	0, 4939
INGLATERRA. . . . .	{ Libra Troy=42 onzas=240 pennyweight=5760 granos. . . . .	0, 3731
	{ Libra haber del peso=46 onzas=236 drams. . . . .	0, 4535
	{ Tonelada (20 quintales de 112 libras).	1045, 6500
MILAN. . . . .	Libra de 42 onzas.	0, 3218
NAPOLES. . . . .	Rotolo. . . . .	0, 8910
PORTUGAL. . . . .	Libra. . . . .	0, 4590
ROMA. . . . .	Libra. . . . .	0, 3392
RUSIA. . . . .	{ Benkobezt (10 poud).	163, 7200
	{ Poud (40 libras). . . . .	16, 3720
	{ Libra (96 zolotnik 9216 doleis). . . . .	0, 4093
	{ Doleis. . . . .	0, 0005

SUECIA. . . . .	Libra Schalewicht. . . . .	0.k4251
TURIN. . . . .	Libra. . . . .	0. 3690
VARSOVIA. . . . .	Libra. . . . .	0. 4050
WURTEMBERG. . . . .	Libra nueva. . . . .	0. 4676

*Medidas de capacidad evaluadas en litros.*

AUSTRIA.

<i>Granos.</i> —Metzen. . . . .	64. 1. 4995
Arhtel= $\frac{1}{8}$ metzen=4 grandes mass.	7. 6875
Gran mass=2 mass chicos=4 becher.	
<i>Liquidos.</i> —Eymmer=40 mass=88 canetas=120 steil=240 pliff.	

BERLIN.

<i>Granos.</i> —Last.=4 winspel.=8 maller=96 Scheffel. Scheffel.= 4 viertel=96 metzen=344 masgen. Scheffel. . . . .	54. 8445
<i>Liquidos.</i> —Fudre=5 oxhoff=1 ohm=12 eymer = 24 auker = 768 quarts.=Quart. . . . .	4. 1505

BERNA.

<i>Granos.</i> —Mutt=48 jemmi=96 achserti=192 Sechzehnerli. . . . .	158. 3836
<i>Liquidos.</i> —Landfass= $\frac{1}{8}$ gemeiffass =6 raum=24 eymer=600 mass ó pintas=Piata. . . . .	1. 6497

CONSTANTINOPLA.

<i>Granos.</i> —Fortin. . . . .	35. l.	1106
<i>Liquidos.</i> —Alma. . . . .	5.	2368

GENOVA.

<i>Granos.</i> —M na=8 cuartas. . . . .	116.	7372
<i>Liquidos.</i> —Mezzarola=2 barili=200 pintas. . . . .	64.	6666

HAMBURGO.

<i>Granos.</i> —Last=8 Spuil=32 grosse =64 klein, mass. . . . .	105.	3709
<i>Liquidos.</i> —Fudre=7 ahm=30 ey- mer=480 kannen=960 cuarteras. Cuartera. . . . .	0,	9050

HANOVER.

<i>Granos.</i> —Last=2 wispel=96 Snin- ten. Sninten. . . . .	31.	1034
<i>Liquidos.</i> —Fudre=Oechol=6 ahm =15 eymer 180 mas=960 cuar- teras. Cuartera. . . . .	0,	9732

INGLATERRA.

<i>Granos.</i> —Last.=2 weys=10 quar- ters=20 combs=40 Strikes=80 bushels. Bushel. . . . .	36.	3477
--	-----	------

*Liquidos.*—Tonelada=2 pipas=4  
hogsheads=8 barrels=252 gal-  
lones=504 bottles=2016 pin-  
tas. Galon imperial. . . . . 4. l. 5435

LEIPSICK.

*Granos.*—Wispel = malter. = 24  
Scheffel=96 viertes. Scheffel. . . 106. 6801

*Liquidos.*—Fudre = 2  $\frac{3}{4}$  fass=12  
eymer=756 kannen. Kanne. . . . 4. 2044

NAPOLES.

*Granos.*—Carro.=36 tomoli. To-  
molo. . . . . 51. 4580

*Liquidos.*—Barril de vino. . . . . 42. 3600  
Salma de aceite. . . . . 164. 3300

PORTUGAL.

*Granos.*—Moyo=15 fanegas=900  
alquieras. Alquiera. . . . . 13. 5086

*Liquidos.*—Tonelada=2 pipas=52  
almadas.=104 alquieras=624  
canhados. Canhado. . . . . 4. 3952

ROMA.

*Grano.*—Rubbio=22 scorri. . . . . 267. 2367

*Liquidos.*—Barril=4  $\frac{1}{2}$  rubbi=32  
boccali.=128 foglietti=412 car-  
toni. . . . . 45. 5146

RUSIA.

Last. . . . .	3355.	1.	5200
Tonelada. . . . .	471.		5600
Tchetvert. . . . .	209.		7200
Osmina. . . . .	104.		8600
Tschetverik. . . . .	26.		2150
Vedro. . . . .	12.		2890
Garnetz. . . . .	3.		2770
Kruska. . . . .	1.		2290

SUECIA.

<i>Granos.</i> —Tonelada = 2 spann = 8 viertel = 32 kapper. . . . .	146.		5115
<i>Liquidos.</i> —Fudre. = 2 pipas = 4 oxhooff = 6 alm = 12 eymer = 360 kannes. Kanne. . . . .	2.		6184

TURIN.

<i>Granos.</i> —Sacco. = 3 staja = 6 minas	114.		9518
<i>Liquidos.</i> —Rubbo de vino. . . . .	8.		2100
Rubbo de aceite . . . . .	40.		1000



*Monedas extranjeras en reales vn. y décimas.*

ARGEL.

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
Oro.—Cequí Sultany.	30,8	} Medio, cuarto de cequí.
Plata.—Zoudi boudjou. . . . .	14,4	
		Real boudjou $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{4}$ .

AUSTRIA.

Oro.—Ducado antiguo <i>ad legem imperii</i> , de Austria, de Hungría, de Tremimtz, de Bohemia, de Transilvania. . . . .	45,0	
Ducado imperial, desde José II. . . . .	44,9	
Soberano, 1749. . . . .	133,6	} Medio, cuarto de Soberano.
Plata. — Risdale de convencion, desde 1753. . . . .	19,7	
		Medio risdale ó florin.
Pieza de 20 kreutzers.	3,3	} Pieza de 10 kreutzers.

**BADEN.**

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
<i>Oro.</i> —Ducado, <i>ad legem imperii</i> . . . . .	45,0	
Pieza de 10 florines, desde 1819. . . . .	81,2	Pieza de 5 florines.
<i>Plata.</i> —Pieza de 2 florines antiguos. . . . .	15,9	Pieza de un florin.
Pieza de 3 florines nuevos. . . . .	24,1	} Pieza de 2, 1, $\frac{1}{2}$ florin.

**BAVIERA.**

<i>Oro.</i> —Ducado de 1764 á 1800. . . . .	45,0	
Carolino de 3 florines. . . . .	97,5	
Maximiliano de 2 florines. . . . .	65,3	
<i>Plata.</i> —Escudo ó corona. . . . .	21,7	
Kopfstuck ó 24 kreutzers de 1800. . . . .	3,3	} Pieza de 6 kreutzers.
Risdale corriente (moneda de cuenta). . . . .	12,3	
Florin. . . . .	8,2	

**BELGICA.**

<i>Oro.</i> —Doble Soberano de Flandes y de los Países Bajos 1790. . . . .	134,0
--	-------

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
Leon de 14 florines. . . . .	99,4	
Pieza de 40 francos, 1832. . . . .	152,0	Pieza de 20 francos.
Plata.—Leon. . . . .	24,2	
Florin corriente (antigua moneda de cuenta). . . . .	6,9	
Pieza de 5 francos. :	19,0	Pieza de 2 fr., 1 fr. 50 c., 25 c.

**CERDEÑA.**

*Saboya, Piamonte, Cerdeña.*

Oro. — Cequí de la anunciada. . . . .	45,0	4 cequíes, $\frac{1}{2}$ cequí.
Pistola nueva doble, 1755 . . . . .	114,1	
Carlino desde 1755. . . . .	570,3	
Carlino nuevo de 5 pistolas. 1785. . . . .	540,5	
Pistola, 1785. . . . .	108,1	
Carlino de Cerdeña, 1768. . . . .	186,6	
Pieza de 20 francos, Marengo. . . . .	76,0	
Cuádrupla de 80 libras, 1816. . . . .	304,0	Pistolas de 40 y de 20 libras.
Plata.—Escudo, antes de 1816. . . . .	26,9	$\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{4}$ , $\frac{1}{8}$ de escudo.

Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.

Rs. Ds.

Escudo de Cerdeña, 4768. . . . .	17,9	} $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}$ de escudo.
Lira (antigua moneda de cuenta). . . . .	4,4	
Escudo de 5 libras (Galicia Subalpina). . . . .	19,0	

*Génova*

Oro.—Genovina de 100 libras. . . . .	335,9	} $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$ de genovina.
Genovina de 96 libras. . . . .	300,2	
Cequí. . . . .	45,6	} Idem.
Plata.—Cruzado ó viejo escudo. . . . .	31,0	
Escudo de banco. . . . .	16,0	
Doble madonina. . . . .	6,3	
Escudo de la república liguriana. . . . .	25,0	

**DINAMARCA.**

Oro.—Ducado fino, de 1791 á 1802. . . . .	45,0
Ducado corriente de corona, desde 1767. . . . .	36,0
Cristiano de oro, 1773. . . . .	79,6

Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.

Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.

	Rs	Ds.
<i>Plata.</i> —Risdale ó doble escudo de 6 marcos ó 96 chelines daneses, desde 1776.	21,5	
Risdale corriente de 1749 (moneda de cuenta).		28,8

EGIPTO.

<i>Oro.</i> —Cequí. . . . .	25,5	
<i>Plata.</i> —Gruch, piastra de 40 paras. . . . .	4,4	} Piezas de 10 y 5 paras.

ESTADOS UNIDOS DE AMERICA.

Escudo ó corona (moneda de cuenta).	20,4	
<i>Oro</i> —Doble águila, de 10 dollars, 1810. . . . .	209,3	} Águila, media águila.
<i>Plata.</i> —Dollar (moneda de cuenta real).	16,8	

ESTADOS ROMANOS.

<i>Oro.</i> —Pistola de Pio VI y Pio VII. . . . .	65,7	Media pistola.
Cequí, 1769. Clemente XIV y sus sucesores. . . . .	44,8	Medio cequí.

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
<i>Plata.</i> —Escudo de 10 paolos ó 100 bayocos. . . . .	20,5	Teston, $\frac{3}{10}$ de escudo, 30 bayocos. Papeto, $\frac{1}{8}$ de escudo, 20 bayocos. Paolo, $\frac{1}{10}$ de escudo, 4 bayocos.
Escudo ó corona (moneda de cuenta). . . . .	20,6	

**FRANCFORT.**

<i>Oro.</i> —Ducado ad legem imperii. . . . .	45,0	
<i>Plata.</i> —Risdale ó taller de 90 kreutzers. . . . .	14,8	} Florin de 60 kreutzers.

**GRECIA.**

<i>Plata.</i> —Fenix (cabo de Istria). . . . .	3,4	
5 dracmas (Oton). . . . .	17,0	} Dracma, media dracma.

**HAMBURGO.**

<i>Oro.</i> —Ducado ad legem imperii. . . . .	45,0	
Ducado nuevo de la ciudad. . . . .	44,7	
<i>Plata.</i> —Marco banco (moneda de cuenta). . . . .	7,4	

Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.

Risda'le antiguo de constitucion. . . . . 22,0

**HANOVER.**

Oro.—Ducado de Jorge I, 1724. . . . . 45,2

Ducado ad legem imperii . . . . . 45,0

4 florines de Jorge II. 132,8 } Dos Florines, florin,  $\frac{1}{2}$  florin.

Plata.—Escudo ó florin de 24 mariengroschen.. . . . 7,9 Medio,  $\frac{1}{4}$  de escudo.

Escudo de Hanover. . . . . 21,7

**INGLATERRA.**

Oro.—Guinea de 21 chelines. . . . . 100,6

Soberano de 20 chelines, desde 1818. . . . . 95,8

Plata.—Corona de 5 chelines, antigua. 23,4 Chelin, ó  $\frac{1}{5}$  corona.

Corona desde 1818. . . . . 22,1 } Chelin, ó  $\frac{1}{5}$  de corona.

Libra esterlina (moneda de cuenta). . . . . 95,8

**JAPON.**

Oro.—Kobang viejo de 100 mas. . . . . 194,7

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
—nuevo. . . . .	150,8	
<i>Plata.</i> —Tigo-gin, de		
40 mas. . . . .	54,4	

**LOMBARDIA Y VENECIA.**

<i>Oro.</i> —Soberano, desde 1823. . . . .	95,5	} Medio soberano ó 20 libras de Austria.
<i>Plata.</i> —Escudo de 6 libras de Austria. . . . .	49,8	
		} Medio escudo ó florin, libra de Austria.

**XOGOL.**

<i>Oro.</i> —Rupia, con los signos del zodiaco.	142,5	
Rupia de Schah-Alens.	158,3	
Pagoda de las Indias con media luna. . . . .	35,9	
Id. con estrella. . . . .	35,5	
Ducado de la compañía holandesa. . . . .	44,4	
<i>Plata.</i> —Rupia del Mogol y de Pondicheri.	9,2	
Rupia de Madrás. . . . .	9,4	
Rupia de Arcate. . . . .	9,0	
Doble fanon de las Indias. . . . .	2,4	Fanon.
Pieza de la compañía holandesa. . . . .	9,1	



NAPOLÉS Y SICILIA.

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
<i>Oro.</i> —Onza de 3 ducados, desde 1818.	47,6	} Quintupla de 15 ducados, décupla de 30 ducados.
<i>Plata.</i> —Pieza de 12 carlinos de 120 granos desde 1804. . .	19,4	

PAISES-BAJOS.

<i>Oro.</i> —Ducado de Holanda. . . . .	44,8	
Ducado de Guillermo. . . . .	45,0	
Ryders. . . . .	119,3	
<i>Plata.</i> —3 florines, desde 1818. . . . .	24,3	} Piezas de 1, $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{4}$ , $\frac{1}{10}$ , $\frac{1}{20}$ de florin.

PERSIA.

<i>Oro.</i> —Rupia de oro. . . . .	139,7	Media rupia.
Toman (moneda de cuenta. . . . .	102,6	
<i>Plata.</i> —Doble rupia de 5 abasis. . . . .	18,6	
Larino. . . . .	3,9	

\* PORTUGAL Y BRASIL.

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
<i>Oro</i> .—Lisbonina de 4000 reis. . . . .	125,8	} Meia moneda ó $\frac{1}{2}$ de lisbonina. Quartinho ó $\frac{1}{4}$ de lib. $\frac{1}{2}$ portuguesa, piezas de 16 testones ó 1600 reis, de 12, de 8 testones.
Meia dobra, portuguesa de 6400 reis. . . . .	172,0	
Cruzado nuevo de 480 reis . . . . .	42,7	
<i>Plata</i> .—Cruzado nuevo de 480 reis. . . . .	11,2	
Cruzado de 1000 reis. . . . .	23,3	
1000 reis (moneda de cuenta. . . . .	26,9	

PRUSIA.

<i>Oro</i> —Ducado fino. . . . .	45,0	} Doble y medio Federico.
Federico, desde 1752. . . . .	79,9	
<i>Plata</i> .—Escudo, rissdale ó taler de 30 silbergros. . . . .	14,4	$\frac{1}{6}$ $\frac{1}{30}$ de escudo.

RUSIA.

<i>Oro</i> .—Ducado de 1755 á 1763. . . . .	44,8
---	------

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
Imperial, 10 rublos id.	199,0	} Medio imperial 5 rublos.
Ducado, desde 1763. . .	44,0	
Imperial, 10 rublos id.	156,9	} Medio Imperial 5 rublos.
Platino.—Pieza de 12 rublos . . . . .	182,4	
Plata.—Rublo, de 1750 1763. . . . .	17,5	} Piezas de 6 y de 3 rublos.
Rublo, desde 1763. . .	15,2	
		100 copeckr.

SAJONIA.

Oro.—Ducado (Federico Augusto II) edicto de 1763. . . . .	45,0	
Augusto ó 5 thalers. . .	78,8	
Plata.—Risdale ó escudo de convencion ó florin. . . . .	19,7	Medio florin.
Thaler de 24 gros. . .	14,8	

SUECIA.

Oro.—Ducado. . . . .	44,5	$\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{4}$ de ducado.
Plata.—Risdale de 48 chelines, de 1720 á 1802. . . . .	21,8	} Pieza de $\frac{2}{3}$ , $\frac{1}{3}$ de risdale.

SUIZA.

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
<i>Oro.</i> — Pieza de 32 francken de Suiza, de 1799 á 1804. . . . .	181,0	Pieza de 16 francken. Piezas de 2, 4 francken, de 40, 20, 10 batz.
<i>Plata.</i> — Pieza de 4 franken. . . . .	22,8	
Escudo de Basilea, 30 batz ó 2 florines. . . . .	17,3	florin ó ½ escudo.
Escudo de Basilea, de Soleura y de Berna, 40 batz, 1798. . . . .	22,4	

TOSCANA.

<i>Oro.</i> — Ruspone de lis ó 3 cequies. . . . .	136,9	Cequí ó ½ de ruspone; ½ cequí.
<i>Pistola</i> de Florencia, de doppia. . . . .	80,1	
<i>Plata.</i> — Francescone, liornina, piastra de la rosa, talaro, leopoldino, escudo de 10 paolos. . . . .	21,3	Piezas de . . . , 5, 2, 1 paolos.
<i>Libra</i> (moneda de cuenta). . . . .	3,2	

TURQUIA.

	Rs. Ds.	Múltiplos y sub-múltiplos de las monedas principales.
<i>Oro.</i> —Cequí zermahboud, 1774. . . . .	33,4	} $\frac{1}{2}$ cequí; roubich ó $\frac{1}{4}$ Medio y cuarto de cequí.
Cequí de Selim III. . . . .	27,7	
<i>Plata.</i> —Altmichlec, de 60 paras, 1774. . . . .	13,4	} Rub, de 10 paras, y de 30 aspros.
Yaremlec, de 20 paras, 1757. . . . .	3,8	
Piastra de 40 paras, 1730. . . . .	7,6	
Pieza de 5 piastras, 1811. . . . .	15,7	

WURTEMBERG.

<i>Oro.</i> —Ducado, 1744. . . . .	45,0
Florin ó carolino. . . . .	98,3
<i>Plata.</i> —Risdale ó escudo de convencion.. . . .	19,7
Kronenthaler, grueso escudo. . . . .	21,7



PESOS ESPECIFICOS.

SÓLIDOS.—*La unidad es el peso del agua destilada, á 4.º*

Platino laminado. . . . .	22	069
—Pasado por hilera. . . . .	21	039
—Forjado. . . . .	20	337
Oro fundido. . . . .	49	258
Mercurio á 0º. . . . .	13	598
Plomo fundido. . . . .	41	352
Plata fundida. . . . .	40	474
Cobre pasado por hilera. . . . .	8	878
—puro fundido. . . . .	8	850
Bronce. . . . .	8	700
Acero no templado. . . . .	7	810
Hierro en barra. . . . .	7	788
—fundido. . . . .	7	200
Estaño fundido. . . . .	7	224
Zinc fundido. . . . .	6	864
Antimonio fundido. . . . .	6	742
Azufre. . . . .	4	990
Salitre. . . . .	2	090
Tierra comun. . . . .	1	450
Arena fuerte. . . . .	1	800
Arena húmeda. . . . .	4	850
Tierra mezclada de piedras. . . . .	4	900
Arcilla. . . . .	4	930
Arcilla mezclada con toba. . . . .	4	950
Tierra crasa mezclada de piedras. . . . .	2	250
Cieno. . . . .	4	642
Marna. . . . .	4	606
Casquijo. . . . .	4	428
Piedra pomez. . . . .	0	742

Cal viva. . . . .	0	804
—Apagada. . . . .	1	378
Mortero de cal y arena. . . . .	4	999
Ladrillo de. . . . .	1 410 á	4 857
Piedra sillería de. . . . .	1 660 á	2 624
Mármol de. . . . .	2 686 á	2 837
Creta de. . . . .	1 214 á	1 285
Yeso cocido batido de. . . . .	1 499 á	1 228
Yeso tamizado de. . . . .	1 242 á	1 257
Cuarzo de. . . . .	1 242 á	2 927
Jaspe de. . . . .	2 356 á	2 843
Serpentina de. . . . .	2 770 á	2 856
Granito de. . . . .	2 356 á	2 956
Esquisto grosero de. . . . .	4 843 á	2 784
—Tegular ó pizarra de. . . . .	2 742 á	2 856
Tobas volcánicas de. . . . .	1 214 á	4 385
Escerrias volcánicas de. . . . .	0 785 á	0 885
Hulla de. . . . .	0 942 á	1 328
Madera de olivo. . . . .	0	921
—de encina. . . . .	0	857
—de haya. . . . .	0	852
—de tejo. . . . .	0	814
—de fresno. . . . .	0	845
de albaricoque. . . . .	0	771
—de olmo blanco. . . . .	0	600
—de moral. . . . .	0	890
—de olmo rojo. . . . .	0	760
—de manzano. . . . .	0	733
—de arce. . . . .	0	755
—de naranjo. . . . .	0	700
—de acebo. . . . .	0	709
—de pino. . . . .	0	554
—de ciprés piramidal. . . . .	0	628

—de tilo. . . . .	0	604
—de nogal. . . . .	0	600
—de castaño.. . . .	0	589
—de sauce. . . . .	0	578
—de aliso. . . . .	0	530
—de álamo comun. . . . .	0	383
—de álamo blanco. . . . .	0	529
Corcho. . . . .	0	240

LIQUIDOS.—*La unidad es el peso del agua destilada.*

Acido sulfúrico. . . . .	4	841
Acido nitroso. . . . .	4	550
Agua del mar Muerto. . . . .	4	240
Acido nítrico. . . . .	1	217
Agua del mar. . . . .	4	026
Leche. . . . .	4	030
Vinos (término medio). . . . .	0	992
Aceite de oliva. . . . .	0	915
Aceite esencial de trementina. . . . .	0	870
Nafta. . . . .	0	847
Alcool. . . . .	0	798
Eter sulfúrico. . . . .	0	715

Para saber el peso de un cuerpo sólido ó líquido se multiplica su volúmen espresado en metros por su peso específico y por mil kilogramos, peso de un metro cúbico de agua destilada.

FLUIDOS ELASTICOS.—*La unidad es el peso del aire.*

Vapor de esencia de trementina.. . . .	5	013
--	---	-----



Gas coro carbónico. . . . .	3 389
Vapor de éter sulfúrico.. . . .	2 586
Cloro. . . . .	2 470
Gas sulfuroso.. . . .	2 120
Acido carbónico. . . . .	1 529
Gas hidro-clórico. . . . .	1 247
Oxígeno. . . . .	1 104
Azoe. . . . .	0 976
Hidrógeno fosforado. . . . .	1 214
Vapor de agua. . . . .	0 623
Gas amoniacal. . . . .	0 597
Hidrógeno carbonado. . . . .	0 555
Hidrógeno.. . . . .	0 069

A cero, y bajo la presión de 0<sup>m</sup>,76, el peso del aire atmosférico seco es á volúmen igual  $\frac{1}{7,07}$  del del agua destilada, y el peso de 1 centímetro cúbico de agua destilada es=0gr,9998948

Peso de una atmósfera por centímetro cuadrado de superficie. . . . .	1, Kil0390
Idem por metro cuadrado . . . . .	10,330 0000

*Comparacion de los termómetros mas usados.—*

El intervalo entre el término fijo del hielo al derretirse y el del agua hirviendo, está dividido del modo siguiente:

100 partes iguales, de 0° á 100° para el termómetro	centígrado.
80 id. de 0° á 80 para	id. Reaumur.
180 id. de 32 á 212	id. Farenheit.

De aqui se sigue que:

Un grado centígrado vale $\frac{4}{5}$ de grado de Reaumur.	
id. vale $\frac{9}{5}$ id. Farenheit.	

Un grado de Reaumur vale $\frac{5}{4}$	id.	centígrado.
id. vale $\frac{9}{4}$	id.	Farenheit.
Un grado Farenheit vale $\frac{5}{9}$	id.	centígrado.
id. vale $\frac{4}{9}$	id.	Reaumur.

*Declinacion de la aguja de la brújula.*—En 1850 en nuestro hemisferio la aguja se apartaba del Norte hácia el Este: Su declinacion era de: 11° 29'  
 En 1666, marcó el Norte verdadero.  
 Desde 1666, se ha acercado al Oeste.  
 En 1819 en París se ha detenido á. . . 21° 29'  
 Desde 1819 ha retrogradado hácia el Norte haciendo oscilaciones irregulares.  
 Estaba hace pocos años á. . . . . 21° 30'

*Alturas de las principales montañas del globo sobre el nivel del Océano.*

**EUROPA.**

	metros
Monte Blanco (Alpes). . . . .	4810
Monte Rosa (Alpes). . . . .	4636
Fisterahorn (Suiza). . . . .	4362
Yung-fraun (Suiza). . . . .	4180
Ortler (Tirol). . . . .	3908
Mulahazen (Granada).. . . . .	3555
Cuello del Gigante (Alpes). . . . .	3426
Malahita ó Netu (Pirineos). . . . .	3404
Monte Perdido (Pirineos). . . . .	3351
El Cilindro (Pirineos). . . . .	3322
Maladeta (Pirineos). . . . .	3342
Vignemal (Pirineos). . . . .	3298
Etna (Sicilia).. . . . .	3237

	metros.
Pico del Mediodia (Pirineos). . . . .	2877
Badosch (Transilvania) . . . . .	2924
Surul (idem). . . . .	2924
Legnone. . . . .	2806
Canigu (Pirineos). . . . .	2785
Punta Lomnis (Carpatos). . . . .	2704
Monte-Rotondo (Córcega). . . . .	2672
Monte Doro (idem). . . . .	2652
Lipsze (Carpatos). . . . .	5334
Snechaten (Noruega). . . . .	2500
Monte-Vellino (Apeninos). . . . .	2393
Monte Atos (Grecia). . . . .	2066
Monte Ventone (Alpes). . . . .	1959
Monte de Oro (Francia). . . . .	1886
Cantal (Francia). . . . .	1857
La Mezen (Cevenas). . . . .	1766
Sierra de Estre (Portugal). . . . .	1700
Puyo Mary (Francia). . . . .	1658
Husoko (Moravia). . . . .	1624
Schneckoppe (Bohemia). . . . .	1608
Adelat (Suecia). . . . .	1578
Monte de los Gigantes (Bohemia). . . . .	1512
Puyo de Dome (Francia). . . . .	1465
El Ballon (Vosges). . . . .	1429
Punta negra (Spitzberg). . . . .	1372
Ben-Nevis (Invernshire). . . . .	1325
Frichtelberg (Sajonia). . . . .	1212
Vesubio (Nápoles). . . . .	1198
Monte Erix (Sicilia). . . . .	1187
Broken (Hartz-Sajonia). . . . .	1140
Sierra de Foca (Algarbes). . . . .	1100
Snowden (País de Galles). . . . .	1089

	metros.
Shehalien (Escocia). . . . .	1039
Hecla (Islandia). . . . .	1043

AMERICA.

Nevado de Sorata. . . . .	7696
Nevado de Ilimani. . . . .	7315
Chimborazo (Perú). . . . .	6530
Cayambo (idem). . . . .	5954
Antisana (volcan del Perú). . . . .	5883
Chipicani . . . . .	5760
Cotopaxi (volcan del Perú). . . . .	5753
Montaña de Pichupichu. . . . .	5670
Volcan de Arequipa. . . . .	5600
Monte San Elías (costa N. de América). . . . .	5413
Popocatepec (volcan de Méjico). . . . .	5400
Pico de Orizaba. . . . .	5295
Montaña de Inchocaio. . . . .	5240
Cerro de Potosí. . . . .	4888
Sierra Nevada (Méjico). . . . .	4786
Montaña de Otaiti (mar del Sur). . . . .	3323
Montañas azules (Jamáica). . . . .	2218
Volcan de Solfatara (Guadelupe). . . . .	1557

ASIA.

*Picos mas elevados del Himalaya.*

El 14. . . . .	7821
El 12. . . . .	7088
El 3. . . . .	6989
El 23. . . . .	6825

	metros.
El bruco (Cáucaso). . . . .	5009
Pico fronterizo de la China y de la Rusia.	5135
Ohir (isla de Sumatra). . . . .	3950
Monte Líbano. . . . .	2906
Pequeño Altai . . . . .	2702

**AFRICA.**

Pico de Tenerife. . . . .	3710
Montaña de Ambotismena (Madagascar).	3557
Montaña del Pico (Azores). . . . .	3412
Piton de las Nieves (isla de Borbon) .	3067
Montaña de la Mesa (C. de Buena Esperanza) . . . . .	1163

*Fuerzas de tirantex instantaneas por centímetro cuadrado de seccion.*

**METALES.**

	<u>Kil,</u>
Hierro forjado en barra, el mas grueso.	2500
— el mediano. . . . .	4000
— el mas delgado. . . . .	6000
Hierro laminado, en el sentido de la longitud. . . . .	1100
en el de la latitud..	3600
Alambre de hierro de 0,23 milímetros de diámetro. . . . .	9000
— de 0,5 á 1,0 milímetro. . . . .	8000
— el mediano de 1 á 3	

metros.

milímetros. . . . .	6000
— el mas grueso. . . . .	5000
Alambres en haces ó cable. . . . .	3000
Cadenas de hierro dulce de eslabones oblongos. . . . .	2400
Hierro colado gris vaciado verticalmente. . . . .	1350
— vaciado horizontalmente. . . . .	1250
Acero de cementacion estirado al martinete. . . . .	10000
— en barras, mal templado. . . . .	3600
— mediano. . . . .	7500
Bronce de cañon. . . . .	2300
Cobre rojo laminado en el sentido de la longitud. . . . .	2100
Bronce de cañon de calidad superior. . . . .	2600
Cobre rojo batido. . . . .	2500
Cobre rojo fundido. . . . .	1340
Cobre amarillo ó laton fino. . . . .	1260
Cobre rojo en hilos de menos de 1 milimetro de diámetro. . . . .	7000
— mediano de 1 á 2 milímetros. . . . .	5000
— el peor. . . . .	4000
Cobre amarillo en hilos el de menos de 1 milimetro. . . . .	8500
— el de mas de 1 milimetro. . . . .	5000
Hilo de platina, diámetro de 0,127. . . . .	11606
Estaño fundido. . . . .	300

	Kil.
Zinc fundido. . . . .	600
Zinc laminado.. . . .	500
Plomo fundido. . . . .	428
Plomo laminado. . . . .	435
Hilo de plomo de copela, fundido y despues pasado por la hilera, con 4 milímetros de diámetro. . . . .	436

*Fuerzas instantáneas de sostenimiento, por centímetros ó cuadrado de seccion (1).*

Basaltos de Suecia. . . . .	2000
Lava dura del Vesuvio. . . . .	590
Lava tierna. . . . .	210
Pórfido. . . . .	2470
Granito, segun sus cualidades. . . . .	870
Mármol segun sus cualidades. . . . .	790
Piedra calcárea de testura arenácea. . . . .	94
Giedra calcárea de testura oolítica. . . . .	106
Piedra calcárea de testura compacta (piedra litográfica.) . . . . .	285
Ladrillo duro muy cocido. . . . .	150
Ladrillo rojo. . . . .	60
Ladrillo rojo claro mal cocido. . . . .	40
Adobe. . . . .	33

(1) Por fuerzas instantáneas se entienden aquellas que no pueden ser permanentes, es decir, que determinan en pocos momentos la ruptura de los materiales sometidos á la presion espresada en la tabla. La fuerza que se puede aplicar á un cuerpo con seguridad de que no se rompa, es la décima parte de la instántanea.

	Ki.
Yeso amasapo con agua. . . . .	50
Id. con leche de cal. . . . .	73
Id. amasado fuerte. . . . .	90
Mortero ordinario de cal y arena. . . . .	35
Mortero de cal hidráulica ordinaria. . . . .	74
Mortero de cal eminentemente hidraú- lica. . . . .	144
Madera de encina. . . . .	463
Pino. . . . .	538
Olmo. . . . .	90

FIN DEL TOMO TERCERO.



### ERRATA IMPORTANTE.

En la página 195, antepenúltima línea de la nota, donde dice *extremo del tablado*, léase *tramo del tablado*.



# INDICE

de las materias que contiene este tercer tomo.

## LIBRO TERCERO.

### DE LAS VIAS DE COMUNICACION.

	pág.
Consideraciones generales. . . . .	7

### CAPITULO I.—DE LAS VIAS TERRESTRES.

Art. I.—Diferentes modos de establecer caminos. . . . .	12
§. I.—De la clasificacion de los caminos. . . . .	id.
§. II.—Del perfil de los caminos. . . . .	14
§. III.—Del trazado de las carreteras. . . . .	22

	<u>pág.</u>
Art. II.— De la construccion y conserva- cion de los caminos. . . . .	30
§. I. — Caminos afirmados con capas de piedras. . . . .	id.
§. II.—Conservacion de los ca- minos afirmados con capas de piedras. . . . .	39
§. III.—De los caminos empedra- dos. . . . .	45
§. IV.—De los caminos de faginas.	50
§. V.—De las calzadas de rodillos.	id.
§. VI.—De las calzadas sobre el hielo. . . . .	51
§. VII.—De los indicadores en los caminos. . . . .	52
Art. III.—Destruccion de las carreteras. . .	53
Art. IV.—De los carruajes y del transporte.	54
Art. V.—De los caminos de tierra. . . . .	57

## CAPITULO II.—DE LOS FERRO-CARRILES.

Art. I. — Nociones preliminares. . . . .	60
Art. II. — De los ferro-carriles de locomo- tivas. . . . .	69
§. I.—Pormenores sobre el traza- do del camino. . . . .	71
§. II.—De los planos inclinados.	77
§. III.—De la carga de los car- ruajes . . . . .	79
Art. III. — Del trazado de los ferro-carriles.	81

	pág.
Art. IV.—De los ferro-carriles atmosféricos.	83
Art. V. — De la explotación de los ferro-carriles. . . . .	90
Art. VI.—Gastos de construcción y de conservación de los ferro-carriles.	94

### CAPITULO III.—DE LAS VIAS NAVEGABLES.

#### SECCION I.—*De los rios navegables.*

Art. I. — De los medios de hacer navegables los rios. . . . .	93
Art. II.—Del transporte de las maderas por agua. . . . .	99
Art. III.—De los barcos de rios. . . . .	100
Art. IV.—De los caminos de sirga . . . . .	id.
Art. V.—De los barcos de vapor en rio. . . . .	101

#### SECCION II.—*De los canales.*

Art. I.—De los canales navegables.. . . .	103
Perfil de los canales. . . . .	104
Art. II.—De los canales de punto divisorio.	107
Alimentación de los canales. . . . .	108
Art. III.—De los canales laterales. . . . .	111
Art. IV.—De los barcos en los canales. . . . .	112
Art. V.—De los canales no navegables. . . . .	114
Canales de riego. . . . .	id.
Canales de derivación. . . . .	115

SECCION III.—*Objetos diversos concernientes á la navegacion fluvial.*

Art. I. — De la actividad de la navegacion.	115
Art. II.—De los gastos que exigen los canales. . . . .	116
Gastos de primer establecimiento.	id.
Gastos de conservacion y explotacion. . . . .	117
Tarifas. . . . .	id.

SECCION IV.—*Del mar como via de comunicacion.*

§. I.—De la navegacion marítima.	119
§. II.—De la importancia estratégica de los puentes. .	120
§. III.—De los buques dependientes de un puerto. . .	123
§. IV.—Del personal marítimo de un puerto. . . . .	id.

CAPITULO IV.—DE LOS PUENTES, BARCAS Y OTROS MEDIOS DE PASO POR LOS RIOS.

Consideraciones generales. . . . .	124
Art. I. — De los puentes permanentes. . . . .	126
Puentes de piedra. . . . .	129
Puentes de madera. . . . .	139

	Puentes de hierro . . . . .	140
	Puentes entramados ó americanos	158
	Puentes colgantes. . . . .	159
Art. II.—	De los puentes militares. . . . .	162
	De la situacion de los puentes militares. . . . .	164
Art. III.—	De los puentes de barcos. . . . .	173
	§. I.—De los diferentes modos de echar un puente. . . . .	174
	§. II.—De los equipajes de los puentes. . . . .	178
	§. III.—Detalles sobre los barcos de equipaje de puente. . . . .	182
Art. IV.—	De los pasos de rios en barcos.	185
Art. V.—	De los puentes volantes.	
	§. I.—De los puentes conocidos con el nombre de puen tes volantes. . . . .	187
	§. II.—De las barcas. . . . .	190
	§. III.—De la tralla. . . . .	192
Art. VI.—	De los puentes de almadías. . . . .	193
Art. VII.—	De los puentes de caballetes. . . . .	199
Art. VIII.—	De los puentes sobre estacas y otras especies. . . . .	201
Art. IX.—	De la destruccion de los puentes.	202
Art. X.—	De la reparacion de los puentes.	204
	Puentes sobre estacas. . . . .	203
	Puentes de mamposteria. . . . .	206
Art. XI.—	De los vados. . . . .	id.

CAPITULO V.—DE LOS TELEGRAFOS.

	Pág.
Art. I.—Telegrafía aérea. . . . .	212
Art. II.—Telegrafía eléctrica. . . . .	221
Art. III.—Telégrafos neumáticos. . . . .	236

CAPITULO VI.—DE LOS GLOBOS AEROS-  
TATICOS COMO MEDIO DE  
RECONOCIMIENTO. 259

CAPITULO SUPLEMENTARIO.—DATOS DIVERSOS  
ACERCA DE MEDIDAS, PESAS, MONEDAS, ETC.

Art. I.—Del sistema métrico decimal. . . . .	257
Medidas itinerarias. . . . .	259
—geográficas. . . . .	260
—agrarias. . . . .	261
—de peso. . . . .	262
—de capacidad. . . . .	id.
Monedas. . . . .	263
Equivalencia de algunas pesas y medidas españolas con otras de algunos reinos. . . . .	264
MEDIDAS ESTRANJERAS.—Medidas de longitud evaluadas en milímetros. . . . .	266
Itinerarias en metros. . . . .	271
Pesos evaluados en kilogramos. . . . .	276
Medidas de capacidad evaluadas en li- tros. . . . .	277
Monedas extranjeras en reales vn. y dé- cimas. . . . .	284

	Pág.
<b>PESOS ESPECIFICOS.</b> . . . . .	297
Comparacion de los termómetros usados	id.
Declinacion de la aguja de la brújula. .	298
Alturas de las principales montañas del globo sobre el nivel del Océano. . . . .	id.
Fuerzas de tirantez instantáneas por centí- metro cuadrado de seccion. . . . .	301
Fuerzas instantáneas de sostenimiento, por centímetros ó cuadrado de seccion. . .	303

FIN DEL INDICE.

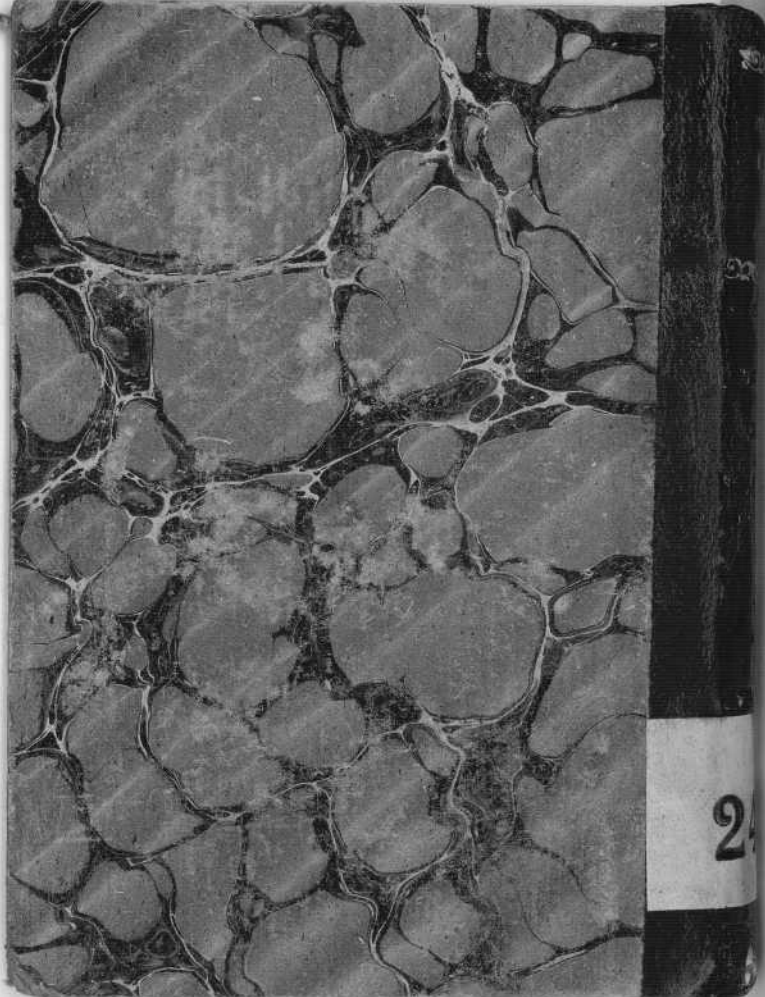
307	CONTENTS
308	CONTENTS
309	CONTENTS
310	CONTENTS
311	CONTENTS
312	CONTENTS
313	CONTENTS
314	CONTENTS
315	CONTENTS
316	CONTENTS
317	CONTENTS
318	CONTENTS
319	CONTENTS
320	CONTENTS
321	CONTENTS
322	CONTENTS
323	CONTENTS
324	CONTENTS
325	CONTENTS
326	CONTENTS
327	CONTENTS
328	CONTENTS
329	CONTENTS
330	CONTENTS
331	CONTENTS
332	CONTENTS
333	CONTENTS
334	CONTENTS
335	CONTENTS
336	CONTENTS
337	CONTENTS
338	CONTENTS
339	CONTENTS
340	CONTENTS
341	CONTENTS
342	CONTENTS
343	CONTENTS
344	CONTENTS
345	CONTENTS
346	CONTENTS
347	CONTENTS
348	CONTENTS
349	CONTENTS
350	CONTENTS
351	CONTENTS
352	CONTENTS
353	CONTENTS
354	CONTENTS
355	CONTENTS
356	CONTENTS
357	CONTENTS
358	CONTENTS
359	CONTENTS
360	CONTENTS
361	CONTENTS
362	CONTENTS
363	CONTENTS
364	CONTENTS
365	CONTENTS
366	CONTENTS
367	CONTENTS
368	CONTENTS
369	CONTENTS
370	CONTENTS
371	CONTENTS
372	CONTENTS
373	CONTENTS
374	CONTENTS
375	CONTENTS
376	CONTENTS
377	CONTENTS
378	CONTENTS
379	CONTENTS
380	CONTENTS
381	CONTENTS
382	CONTENTS
383	CONTENTS
384	CONTENTS
385	CONTENTS
386	CONTENTS
387	CONTENTS
388	CONTENTS
389	CONTENTS
390	CONTENTS
391	CONTENTS
392	CONTENTS
393	CONTENTS
394	CONTENTS
395	CONTENTS
396	CONTENTS
397	CONTENTS
398	CONTENTS
399	CONTENTS
400	CONTENTS











2



BIBLIOTHECA  
MILITAR

15



CHATELAIN

ARMES

MILITAIRES



2421

