CONFERENCIAS

SOBRE

PUENTES MILITARES,

ESPLICADAS EN LA CLASE DE ARTE MILITAR

DE LA ACADEMIA DE ARTILLERIA,

POR

EL PROFESOR DE LA MISMA

D. Francisco de la Piñera y Diaz.

SEGOVIA.
IMPRENTA DE D. PEDRO ONDERO, CALLE REAL, 42.

1874.

Esta obra es propiedad de la Academia de Artillería, en la que sirve de texto segun órden del Excmo. Sr. Director general del Cuerpo de 13 de Junio 1874.

AL EXCMO. SEÑOR

D. MANUEL DE LA SERNA Y HERNANDEZ PINZON,

TENIENTE GENERAL,

DIRECTOR GENERAL DEL CUERPO DE ARTILLERÍA, ETC., ETC.

Ofrece esta débil muestra de respeto y consideracion

El autor.

CAPÍTULO 1.º

CORRIENTES DE AGUA.

SUMARIO.—Definiciones.—Velocidad de una corriente.—Anchura, perfil y aforo de la misma.—Avenidas, régimen y recodos.

1.º A medida que los ejércitos modernos aumentan de dia en dia su contingente, aumenta la importancia de las comunicaciones militares. Entre los obstáculos que pueden entorpecer la marcha de un ejército en campaña, los más frecuentes son sin contradiccion *las corrientes de agua;* y cuando son caudalosas de los más difíciles de vencer; y si bien es cierto que los ejércitos siguen en su marcha, por punto general, caminos en donde se encuentran puentes permanentes, muchas veces estos han sido destruidos por el enemigo, ó no bastan para llevar á cabo el paso con la rapidez necesaria, ó finalmente ocurre, que interesa llevar á cabo un movimiento sin que el enemigo se aperciba de él, y entonces se hace preciso abandonar los caminos y puentes frecuentados.

Ahora bien; el objeto que nos proponemos consiste en examinar, si bien sea ligeramente, los diversos medios de que se puede hacer uso para franquear sin dificultad los obstáculos que las aguas ofrecen á un ejército en operaciones; mas para escoger el medio más adecuado que en cada caso convenga emplear, se hace preciso detenernos en hacer algunas consideraciones generales y á la ligera, relativas á las corrientes de agua.

2.° **Definiciones.**—La vasta superficie de los mares espuesta á los ardores del Sol produce una gran evaporacion y el vapor elevado en la atmósfera, se condensa allí y devuelve á la superficie terrestre el agua que se habia alejado, bien bajo la forma de nieve ó granizo, pero más comunmente en la de lluvia; al caer se divide en tres partes, cuyas proporciones relativas varían notablemente por muchas circunstancias: una parte de esta agua se evapora en el acto, volviendo á la atmósfera; otra parte resbala por la superficie, serpentea segun las pendientes y toma el nombre de *aguas bravas*; la otra se infiltra en las tierras, alimenta las plantas, permaneciendo en su mayor parte en la capa vegetal, y el resto, filtrándose sus hilos, llega á reunirse entre dos capas de terreno, lugar por donde *brotan* ó *manan* y que es generalmente inferior de nivel al punto de partida. Tal es el orígen de los *manantiales*; el agua de estos unida á las *aguas bravas* dá nacimiento á los *arroyos y rios*: á las *corrientes de agua* como generalmente se dice.

3.° Segun Ritter, en su Geografía, querer ordenar

las diferentes denominaciones que en cada parte tienen las *corrientes de agua* es inútil, pues lo que es *arroyo* para unos puede ser *gran rio* para otros; así siguiendo á la generalidad de los geógrafos, las dividiremos, por más que no sea rigorosamente exacta esta clasificacion, en *rios* de primero, segundo y tercer órden, sin contar con los canales que son corrientes de cauce abierto artificialmente. Pertenecen al primer órden, aquellos que desembocando en el mar, tienen mucha longitud, gran caudal, anchura que dificulte los grandes puentes, tienen afluentes caudalosos y son navegables en una gran estension. Son de segundo órden, aquellos afluentes de los de primero, ó que si son independientes, reducen todas las proporciones y circunstancias enumeradas. Rios de tercer órden *(arroyos, riachuelos, torrentes...)* son los afluentes de los de segundo: cortos, estrechos, que pueden vadearse por un tablon ó saltarse; quedando secos ó casi secos en verano. Si la pendiente es fuerte, tiene frecuentes saltos, y solo es alimentado de cuando en cuando por las lluvias ó nieves, toma el nombre de *torrente*.

Sea cualquiera la importancia de un rio, siempre tiene un *orígen* ó sea punto donde nace, *un lecho* ó porcion de terreno que sus aguas bañan habitualmente y *un confluente ó una desembocadura*, pues sus aguas, tendrán por receptor otro rio más caudaloso ó la mar.

4.° Se llama *cuenca ó region hidrográfica* de un rio la porcion de superficie terrestre que vierte en él sus aguas; en los grandes rios son muy estensas por estar

formadas de la reunion de un gran número de particulares de otros rios ó arroyos. Algunas veces los bordes de estas cuencas están trazados por cordilleras, que señalan las *divisorias* de aguas, pero de ningun modo debe concluirse que el terreno ha de estar siempre y forzosamente elevado en el punto de separacion de estas cuencas.

5.° Situado el espectador mirando hácia la desembocadura de un rio, tiene al frente lo que se llama lado de *agua abajo,* vuelve la espalda al de *agua arriba* y su derecha é izquierda dan nombre á las orillas respectivamente.

6.° **Velocidad de una corriente.**—La velocidad de una corriente es la resultante de dos fuerzas: aceleratriz la una, es debida á la gravedad y depende de la pendiente de la superficie de las aguas; retardatriz la otra, tiene por componente principal el rozamiento del líquido sobre las paredes del lecho. En las altas montañas la velocidad aumenta por las grandes pendientes, la corriente se cava un lecho profundo, tanto por su velocidad como por los materiales augulosos que arrastra, que producen en el lecho grandes *erosiones*; y crece la relacion entre la superficie y el perímetro de una seccion del lecho sumergido, que siguiendo á Dubuat llamaremos *rádio medio*: pero como el rozamiento aumenta con la velocidad y aun en mayor razon que esta, poco á poco vienen las aguas á tomar su régimen, cuando la fuerza aceleratriz producida por la gravedad y la retardatriz que origina el rozamiento en primer término se

equilibran; así siguen hasta encontrar alguna llanura, donde escasa ó nula la pendiente, llega á ser muy poca la velocidad, el lecho ensancha, aumenta el perímetro de la seccion, disminuyendo al par su superficie y por consiguiente el rádio medio.

En estos trozos de lecho casi horizontal, las aguas se estancan produciendo *lagos* y *tablas*, observándose que los materiales arrastrados por la corriente son menos voluminosos por haber disminuido la velocidad. En general el efecto de cualquiera disposicion que estreche el cauce ó se oponga á la corriente, es el de aumentar la velocidad, elevándose el nivel del agua antes del obstáculo, para que resulte la presion que ocasiona aquel esceso de velocidad, formando remolinos y corrientes encontradas que originan *ollas* ó cavernas muy peligrosas para la navegacion. Diremos pues, que la *velocidad de una corriente varía en el mismo sentido que la pendiente y que el rádio medio.*

No todos los hilos de agua que pasan por una seccion vertical en un instante dado tienen igual velocidad, pues el rozamiento de las paredes del *lecho* obra desigualmente sobre ellos: en el fondo y paredes de aquel llevan menos velocidad que en el medio y en este, menos que en la superficie; así se vé que ésta presenta cierta convexidad, cuya sagita puede llegar hasta un metro segun Bossut. A la posicion del hilo de agua que lleva mayor velocidad y que generalmente corresponde á la mayor profundidad del lecho, es á lo que se dá el nombre de *thalweg;* dicho hilo de agua no suele coincidir con la

superficie de la corriente sujeta al rozamiento del aire, sino estar un poco inferior á ella.

7.° Hay que considerar en un rio tres velocidades: la de la superficie, la del fondo y la media; á esta última nos referiremos cuando se hable de la velocidad de un rio, y se llama así, la que multiplicada por el área de una seccion perpendicular á la corriente, dá la cantidad de agua que pasa por ella. Prony ha deducido de sus esperiencias, la relacion siguiente entre ellas llamándose v á la velocidad de la superficie en el *thalweg*, v' á la del fondo y V á la media:

$$V = \frac{v(v + 2,73187)}{v + 3,1532} = \frac{1}{2}(v + v').$$

Si se desea hallar el valor de V, y el de v', bastará encontrar la velocidad en el *thalweg*: para hallar esta, se observará á simple vista la posicion de aquel y se determinará el nivel del agua en el momento de la operacion, pues variando la velocidad de la corriente con la altura de sus aguas, para medir aquella, tendrá que hallarse esta con exactitud en aquel momento.

Hecho esto, se clavan en la orilla dos piquetes que marquen una línea proximamente paralela al *thalweg* y se mide la distancia entre ellos: se arroja en el *thalweg* un poco agua arriba del primer piquete un cuerpo ligero, como un corcho y mejor una botella lastrada con un poco de agua y bien tapada, con objeto de que se sumerja algo, tome la velocidad del agua y no ofrezca resistencia al aire: se observa el tiempo que tarda en recorrer el espacio entre ambos piquetes, y dividiendo

este espacio por el tiempo, se tendrá la velocidad en la superficie, cuyo resultado será más exacto, tomando el término medio de muchas observaciones.

Para medir el tiempo se puede valer el observador de un reloj de segundos ó bien, y esto es lo más práctico, de un péndulo construido con un hilo de 1.^{m} de largo y una piedrecilla, que bate sensiblemente segundos.

Si la orilla fuese muy desigual ó el *thalweg* distase mucho de ella, será preciso valerse de dos pontones ó barcas ancladas en él y que sirvan de puntos, fijos midiendo antes con una cuerda la distancia que los separa.

8.° Para tener una idea aunque inexacta de la velocidad de una corriente en un punto dado, basta examinar los materiales contenidos en su fondo. Efectivamente, todo cuerpo en reposo solicitado por una corriente cuyo paso intercepta, recibe un impulso; este varía en el mismo sentido que la velocidad del líquido, densidad del mismo y superficie del cuerpo que lo recibe; y en sentido contrario del volúmen y densidad de este: varía tambien con la forma del cuerpo y con la profundidad de la corriente. Fundada en esto, se halla la construccion de los barcos, balsas, etc., pues las variadas formas que afectan, todas obedecen á la idea de ofrecer menos resistencia á la corriente: habiendo probado además la esperiencia que cualquiera que sea la construccion de un barco, se encuentra en las mejores condiciones para navegar cuando su longitud es poco más ó ménos quíntupla de su anchura.

Ahora bien, las pendientes de los rios desde el nacimiento de estos, van decreciendo insensiblemente hasta su confluencia ó desembocadura, donde llegan más con el impulso adquirido que con velocidad originada por la pendiente que es casi nula. Como consecuencia de este descenso paulatino de la pendiente y de la velocidad de un rio, se puede hacer su estudio, dividiéndolo en tres regiones distintas y observando su lecho con el objeto que nos hemos propuesto: en la primera ó sea de las montañas, la pendiente es fuerte, grande la velocidad, la corriente arranca á los costados de su lecho grandes piedras que trasporta á distancias variables y que sucesivamente vá depositando en su fondo, sirviéndonos de norte para deducir; que la pendiente es siempre mayor que $\frac{1}{1000}$, llegando á veces á $\frac{6}{100}$ é imposibilita la navegacion.

En la segunda ó sea en los grandes valles, el lecho pierde sus irregularidades anteriores, van las aguas más reunidas, la velocidad disminuye y se regulariza; y los materiales que se encuentran en su fondo, son ya cascajo y arena gruesa: la pendiente es menor que $\frac{1}{1000}$ y esta region la mas favorable para la navegacion.

En la tercera, la corriente es muy débil, marchando las aguas más bien por la velocidad adquirida; al disminuir esta, los materiales que lleva en suspension se van depositando en su fondo, constituyendo las *barras, deltas* é islas de légamo ó arena que se encuentran en la

desembocadura de los rios, siendo la profundidad muy variable. La pendiente suele ser inferior á $\frac{6 \text{ á } 8}{100.000}$ y la navegacion difícil; teniendo presente que esta lo será siempre y en cualquiera de las dos últimas regiones, cuando la profundidad no llegue á 1^m en la zona central del rio é imposible cuando sea mucho menor ó se encuentren *saltos ó cataratas.*

Basta, pues, examinar el fondo de un rio para adquirir una idea de su velocidad, por la forma y volúmen de las materias que en él existen. Dubuat con sus esperiencias ha deducido que las materias contenidas en la adjunta tabla son arrastradas por la corriente desde que la velocidad escede por segundo de los números que llevan al frente.

Arena fina.....	$0,^m16$
Idem gruesa.....	0, 21
Grava ó cascajo menudo.....	0, 82
Piedras angulosas del tamaño de un huevo de gallina..... Y Telford en las suyas	0, 96 á 1^m
Guijarros aglomerados ó esquistos blandos	$1,^m52$
Roca en lajas.....	1, 83
Roca dura.....	3, 05

La corriente de un rio, toma diferentes nombres segun su velocidad, siendo la de

$0,^m50$ por $1''$	poca
$0,^m80$ á $1,^m$.....	regular
$1,^m50$ á $2,^m$.....	rápida
de más de $3,^m$.....	impetuosa

y entonces la navegacion es casi imposible.

9.° **Anchura, perfil y aforo de una corriente de agua.**—Ocurre medir la anchura de una corriente en el punto donde se quiere echar un puente, y entonces lo más sencillo es pasar á la orilla opuesta y tender una cuerda; teniendo cuidado de sostenerla en algunos puntos para disminuir la curvatura que toma por efecto de la gravedad. Si no es posible atravesar la corriente, se toma un cordel y se forma con él un triángulo rectángulo; dando á sus catetos é hipotenusa la longitud conveniente, como por ejemplo 6, 8 y 10 metros: dirígese una visual al punto *d* por el cateto menor *ac* (figura 1.ª), asegurando sus estremos con piquetes; estirando la cuerda, el vértice *b* se asegura con otro piquete, dejándolos clavados con el mismo triángulo; se levanta una perpendicular indefinida en *c* y se busca en esta un punto *e*, que esté alineado con los *b* y *d*, midiendo despues *ce*. Los triángulos *abd* y *dce* dan

$$\frac{ac \times ab}{ce - ab} = \frac{6 \times 8}{ce - 8}$$

10. Además de medir la anchura, es necesario para echar un puente, hacer el *sondeo* del rio, para lo cual se tiende una cuerda llamada *sondaleza* de una orilla á otra; lleva aquella marcadas con rosetas, distancias equidistantes y que marcan los puntos donde han de quedar situados los apoyos; por esto no solo se mide la profundidad en dichos puntos, sino que se anota la naturaleza del fondo. Lo primero se hace con perchas ó *bicheros* y lo segundo con la *sonda*, que vá

amarrada al vértice de una plomada cónica, cuya base se ahueca y llena de sebo, para que se adhieran á él partículas del fondo.

11. Conocido el perfil del rio y por consiguiente la superficie S de la seccion transversal, se multiplica esta por la velocidad V media y se tendrá la cantidad C de agua por segundo, que pasa por ella. En la práctica $V = 0,81\,v$ por lo que $C = 0,81 . v . S.$: siendo de advertir que esta fórmula, solo dará errores pequeños cuando se aplique á una corriente rectilínea, de seccion S regular y de pendiente uniforme.

12. **Avenidas.—Régimen.—Recodos.**—De dos clases son las avenidas que esperimentan los rios: *periódicas y estraordinarias.* Las primeras ocurren en una época fija y reconocen por causa el derretimiento de las nieves. El mismo fenómeno ó grandes y persistentes lluvias dan lugar á las estraordinarias, dependiendo la intensidad de ellas de tantos elementos, que solo un detenido y profundo estudio de la metereologia, así como de la constitucion, configuracion, cultivo y poblacion de la region hidrográfica de una corriente, pueden hacer conocer aproximadamente el efecto producido sobre esta por una lluvia de una altura y duracion conocidas; pudiendo comprenderse desde luego la dificultad de que se combinen para producir una avenida máxima dichos elementos, que someramente espuestos son los siguientes: 1.° Estension de la region hidrográfica de la corriente que se considera: 2.° Cantidad de agua que recibe en un tiempo dado: 3.° Aguas bravas

que recibe, que serán en mayor ó menor cantidad segun la evaporacion, la naturaleza y estado de sequedad de las tierras: y 4.° Circunstancias orográficas del terreno, por lo que contribuyen á detener ó hacer resbalar rápidamente las aguas.

13. La acepcion más general de la frase *régimen de una corriente* se aplica á la manera de ser esta: así se dice «tal corriente tiene un régimen regular, torrencial, etc.»

En hidrodinámica se entiende por *régimen* de una corriente, el estado en el cual hay equilibrio entre la accion erosiva de una corriente y la resistencia del lecho que la recibe.

Si el volúmen del agua fuese constante, la corriente tendería por sí misma á este equilibrio, depositando en el fondo de su lecho, á medida que fuese disminuyendo la velocidad, los materiales arrancados; con lo que la pendiente se dulcificaría paulatinamente, cesando entonces la fuerza erosiva y de consiguiente el depósito de materiales. Existen, pues, pero sin que hasta el dia se hayan podido fijar de una manera exacta, relaciones que determinan el régimen de un rio, entre las dimensiones del lecho, la pendiente y el volúmen de sus aguas, y la naturaleza del terreno por donde pasa.

14. Si este ofreciese la misma resistencia en toda la estension de la corriente, el lecho seguiría en línea recta la pendiente natural del terreno y la *curva abc* (figura 2.ª) representaría un corte transversal á la corriente cuyo punto mas bajo *b* estaría en medio.

No siendo homogéneo el terreno del lecho y presentando menos tenacidad por algun punto, la fuerza de la corriente le socavará en aquel sitio, la mayor profundidad se establece allí y el *thalweg* abandonando el medio de la corriente se inclina hácia el mismo punto de la orilla; ésta sometida á la mayor corriente se vé socavada segun una curva cada vez mas marcada: en la marcha del *thalweg* por esta curva, la fuerza centrífuga interviene, la corriente se acelera aproximándose á la orilla atacada, acreciéndose con este doble motivo la erosion; si al fin la corriente encuentra terreno firme, el recodo así formado permanece en el mismo estado; sino se irá agrandando hasta que la velocidad disminuya y no logre ya el thalweg aproximarse á la orilla.

Si al salir la corriente de un recodo la orilla no es paralela á la nueva direccion del thalweg, (figura 2.ª) se repetirá indefinidamente cuanto llevamos espuesto, formándose una série de recodos alternativamente entrantes y salientes, hasta que el thalweg al salir de uno de ellos se encuentre paralelo á la orilla.

Como consecuencia del fenómeno que acabamos de describir, se observa que la orilla socavada queda alta y escarpada y que los materiales que de ella arranca la corriente los deposita poco más abajo y en la orilla opuesta, por la rápida disminucion que hay en la velocidad; siendo esta por consiguiente baja, llana y aun cenagosa.

Los distintos córtes abc, $a'\ b'\ c'$ y $a''\ b''\ c''$ indican claramente que si se sigue por el thalweg la línea $b'\ bb''$,

se encontrarán las mayores profundidades, mientras que marchando por la línea que una los puntos *a* y *c''*, se hallarán las menores y por consiguiente un vado si lo hay en aquel punto.

CAPÍTULO 2.°

SUMARIO. Puentes militares.—Condiciones generales á que ha de satisfacer un tren de puentes.

15. **Puentes militares.**—A causa sin duda del insignificante papel que habian desempeñado las plazas fuertes en las guerras modernas hasta la reciente franco-prusiana, habia nacido la idea contraria á todos los principios del arte militar, de la inutilidad de la fortificacion permanente; queriendo algunos ilusos que la fortificacion de campaña bastase á satisfacer todas las necesidades de una buena defensa. De la misma manera y prescindiendo de la historia, se ha visto combatida la idea de que los ejércitos lleven consigo todos los elementos que les facilitan el paso de las corrientes de agua que puedan encontrar en un teatro de operaciones. Desastres como el que esperimentó el ejército francés en el paso del Beresina y operaciones malogradas por carecer de dichos elementos, probarian, sino fuera evidente, su necesidad: citemos sin embargo el caso ocurrido al ejército aliado en la campaña de 1814 en el que el

2.° ó 3.er cuerpo de ejército destinado á la persecucion despues del combate de Brienne, se vieron obligados á permanecer dos dias delante de Lesmont sur Aube por carecer del material necesario para llegar á la orilla opuesta; perdiendo primero un tiempo precioso en buscar materiales que no encontraron y malogrando por último la operacion por el rodeo que se vieron obligados á dar en busca del puente permanente de Brienne.

Útil será recordar tambien las penalidades que tuvo que sufrir el ejército Español en la campaña de Africa de 1859, sobre todo los cuerpos de ingenieros y artillería, el primero por carecer de su material reglamentario y el segundo por el sin número de obstáculos que á cada paso encontraba en su camino y que solo pudo vencer á fuerza de trabajo.

16. En una Nacion en que la política consistiera como en tiempo de las repúblicas griegas, en evitar todo movimiento ofensivo, sería permitido construir un tren de puentes adaptable á los rios del país para así contribuir á la mejor defensa de este; pero las relaciones que median entre los pueblos modernos, son bien distintas de aquellas que unian á los antiguos pueblos. Hoy existe tal cúmulo de intereses comunes y están todas las potencias tan ligadas é interesadas en el sostenimiento del equilibrio que haga la paz más larga y duradera, que pueblos por ejemplo del sur de Europa, pueden tener su teatro de operaciones en el norte y vice versa, razon por la cual el material de puentes de una nacion determinada, debe construirse bajo la idea de que sir-

va en todas circunstancias y en todos los paises.

Vamos á ver bien pronto que el nuestro reune todas estas propiedades en alto grado.

17. Llámase puente á toda fábrica de piedra, hierro ó madera que se construye y forma sobre los rios, fosos, barrancos y otros sitios para poder pasarlos. Puente militar, el que no siendo permanente, sino de construccion pronta y eventual, lo establece un ejército, bien con el material que conduce, bien con el que se proporciona en el país.

Si se consideran los apoyos, divídense los puentes militares en tres clases, que son: *de apoyos fijos,* como caballetes, pilotes, etc.; *de apoyos flotantes,* como pontones, barcas, etc.; y *suspendidos,* que son de cuerdas por lo general.

Cuando la regularidad de su construccion los asemeja á los permanentes, se llaman *normales;* y *anormales* en el caso contrario. Por último, alguna particularidad de su construccion les dá el nombre de *reforzados, en rampa, de via estrecha, etc.*

Cuando se carece por completo de material ó no basta para establecer un puente en punto determinado de un rio, se echa mano de los recursos que más inmediatos se proporcionen, y á los puentes de esta manera construidos, y cuya importancia es grande tambien, se les dá el nombre de *puentes construidos con los recursos del país.*

Si no constituyen línea contínua entre ambas orillas, como los establecidos con compuertas, almadías, etc.,

sujetas á ir de una orilla á otra, se llaman *puentes volantes; y comunicaciones secundarias* á las que se establecen con ellos.

Finalmente, otros medios de que solo en último estremo echan mano los ejércitos para pasar los rios, constituirán el objeto de nuestro estudio y son los *pasos á nado, sobre el hielo, y por vados.*

18. **Condiciones que ha de reunir un tren de puentes.**—Un tren de puentes, por las distintas necesidades que se ve obligado á satisfacer, ha de reunir condiciones especiales, entre las cuales son las principales, *solidez, estabilidad y ligereza.* Como sería apartarnos del objeto que nos hemos propuesto, el calcular la resistencia de cada una de las piezas que sirven para la construccion de un puente, y esto más bien pertenece al curso superior de Mecánica y resistencia de materiales; solo diremos que nuestro tren satisface á la condicion de resistir el paso de los más pesados carruajes de la Artillería, si bien la infantería acumulada en pequeño espacio, como cuando se retira rota y desordenada, pesa más que aquellos y haría inminente la destruccion de un puente de esta clase. El exámen detenido de cada una de las piezas que componen aquel, y su oportuna reposicion en el acto de ir á prestar servicio, es el complemento de una buena eleccion de materiales y de su esmerada construccion.

La estabilidad es esencialmente necesaria á todo puente. Se logra: haciendo que sienten bien los apoyos fijos y uniendo los unos á los otros, lo que les permite

permanecer rígidos: disminuyendo las oscilaciones tanto longitudinales como laterales; las primeras se amortiguan estableciendo cuerpos muertos en las orillas sólidamente y uniendo los distintos tramos entre sí, lo que contribuye á repartir el peso y por consiguiente á hacer el puente más sólido; con el *anclaje y amarraderos* se evitan en lo posible las segundas.

En cuanto á la ligereza, bien se concibe la poca utilidad que prestaria un tren de puentes que dificultase la marcha de un ejército, haciéndole subordinar los movimientos que emprendiese á su custodia y que al fin llegase tarde en el crítico momento de ser necesario. Seis mulas enganchadas á ligeros carruajes, construidos apropósito para este servicio, una acertada distribucion del material en ellos y una buena eleccion de la madera de este, dotan á nuestro tren de la ligereza necesaria para seguir los movimientos del ejército; bien entendido que carece de objeto el que maniobre á los aires violentos que se exígen á la caballería y artillería.

Finalmente permite nuestro tren, bien en flotilla de pontones, bien en compuertas, trasportar las primeras tropas encargadas de proteger á los pontoneros que se dedican á la construccion; es susceptible de adaptarse á toda clase de corrientes, barrancos, etc., y se fracciona fácilmente cuando el material basta para establecer dos ó más puentes lejos unos de otros.

19. En la composicion de nuestro tren de puentes se han tomado tres cosas principales en consideracion:

1.° La cantidad de material de puentes que debe ser

tomada por unidad. 2.° La relacion en que deben entrar los diversos elementos que lo componen; y 3.° La reparticion del material en los carruajes y número de estos. La naturaleza tan distinta del obstáculo que se quiere vencer, impide establecer reglas generales en cuanto al primer punto; pero puesto que el paso de los rios es el objeto primordial y estos son de tres órdenes, se ha tomado por *unidad de puente* el material necesario en toda circunstancia para construir un puente de 190 piés ó sea 53,^{m} 088 que es la anchura ordinaria de los rios de segundo órden. La descripcion, si bien sea ligera, del material que compone una unidad hará comprender mejor que esplicacion alguna la relacion en que entran sus elementos. En cuanto á los carruajes; de forma larga y carril estrecho, son construidos espresamente para este servicio.

CAPÍTULO 3.°

SUMARIO. Tren de puentes español.—Descripcion del material de una unidad de puentes.—Material de navegacion.—Idem que se emplea en la construccion.—Idem de trasporte.—Personal.

20. **Descripcion del material.**—El tren de puentes español está dividido, para mejor servirse de él, en *unidades* y estas en medias y hasta cuartas partes, propiedad de que ya hemos hecho mencion y que se obtiene por la conveniente distribucion del material en los carros.

Llámase material de puentes al conjunto de todos los objetos que un ejército lleva consigo para pasar los rios; divídese en tres partes: la primera comprende todo el material que sirve para la navegacion, la segunda el que se emplea en la construccion del puente y la tercera el necesario para el trasporte de las anteriores.

21. **Material de navegacion.**—Larga y enojosa sería la enumeracion de los distintos objetos necesarios para la navegacion y que pueden verse en los Manuales; nos ceñiremos pues á la descripcion de los principales.

Proa de ponton. Está formada con plancha de hierro de 0,^{m}0025 de espesor (figura 3.ª y 4.ª) en su fondo F, bandas H, union U, y espolon E. Las curvas *a* que la refuerzan tienen 0,^{m}003 de grueso.

Tiene además de hierro:

Aldavillas de union *e* unidas á las planchas de union *m*.

Pernos de union D con tuerca y chaveta D′ con cadenilla.

Argollas de banda *c* y *d* de proa y de popa K.

Planchas de agujeros de tolete *g*.

De madera de olmo:

Traversa de anclaje B.

Listones *b* sujetos á los refuerzos *b′* de hierro situados en las bandas, con pernos *s*.

Bordas A sujetas á las bandas con pernos *i*.

Zapatas *n* sujetas al fondo F esteriormente con pernos *r*.

Longitud total de la proa..... 4,^{m}226

Anchura esterior en la union sin contar la salida de las bordas..... 1,^{m}870

Altura esterior de la banda..... 0,^{m}737

Idem del espolon sobre el fondo ..... 0,^{m}895

Cuerpo de ponton. (Figura 5.ª) Tiene de hierro:

Fondo F, bandas H, uniones U, curvas *a* del mismo grueso que en la proa.

Aldavillas de union *f* y *e* con sus planchas.

Pernos de union D con tuerca y cadenilla y chavetas D′ con idem.

Argollas de banda *c* y *d* y de union K.

Planchas de agujeros de toleta *g*.

De madera de olmo:

Listones *b* sujetos á las bandas con pernos *s*.

Bordas A sujetas como en la proa con pernos *i*.

Zapatas *n* sujetas esteriormente al fondo con pernos *r*.

Longitud del cuerpo de ponton..... 3,^{m}476

Anchura sin contar la salida de las bordas.... 1,^{m}870

Altura..... ..... 0,^{m}737

Remo. Es de haya, su longitud 3,^{m}343 y consta (figura 6.ª) de puño *c*, prisma *b*, pala *d* y herraje para fincar *a*.

Tolete. Es de hierro (figura 7.ª) y consta de: ramas *a*, espiga *b* y tope *c*.

Bichero. Es de haya, su longitud, 4,^{m}457 y consta de: vara *a* dividida en decímetros *d*, cubo *c*, punta *h* y garfio *n*.

Ancla. (Figura 9.ª) Caña *p*, brazos *a*, uñas *q*, cepo *n*, arganeo *m*, rodaja *g*, argolla de orinque *r* y cruz *b*.

Palanqueta. (Figura 10.) Es de olmo, su longitud es AB=0,^{m}949 y tiene un puño A poco más grueso que el estremo B. Sirve para amarrar el cabo de ancla á la traversa de anclaje; para tesar (figura 11) un cabo sujeto por sus estremos *m* y *n*; para levantar pesos y otros usos.

Se llama *jarcia* á el conjunto de cuerdas de un tren de puentes; y en una unidad van varias de estas y de distintas clases y diámetro, que se conocen con los nombres de fiador, cabo de ancla, amarra, sondaleza y trincas, cuyos nombres indican el uso á que están destinadas.

Van tambien achicadores, hachas de mano con destornillador á el estremo del mango, etc.

22. **Material que se emplea en la construc-**

cion del puente.—Cuerpo muerto.—Es de pino, su longitud es de 4,^{m}169 con dos garras *a* (figura 12) de olmo, su escuadría 0,^{m}118 por 0,^{m}158 y esta cara mas ancha, está dividida con señales para la colocacion de las viguetas, espaciadas entre sí 0,^{m}757.

Cumbrera de caballete. Es de pino (figura 13) su longitud FF, es de 5,^{m}223, su escuadría en el cuerpo C, 0,^{m}224 por 0,^{m}162; tiene la cara mas estrecha de este marcada con señales como el cuerpo muerto; sus cabezas FF un poco más gruesas que el cuerpo C, van reforzadas con tablas de olmo sujetas con abrazaderas *h* de hierro y unas cajas *m* abiertas en ellas con 22° de inclinacion para el paso de los piés; tienen por último dos argollas de suspension *q* con unas clavijas *c*, pendientes de unas cadenillas, que sirven para que pasen por ellas las cadenas de suspension *b*, despues de encapillar las argollas *a* de sus estremos en las cabezas de los piés *n*, sosteniendo así á la altura que se desea la cumbrera FF.

Piés de caballete. Son de pino y de cuatro clases, distinguiéndose con los nombres de piés número 1, 2, 3 y 4 segun su longitud, que varía entre 2,^{m}528 que corresponde al número 1 hasta la del número 4 que es 6,^{m}320.

La escuadría (figura 13) igual en todos, escepto el número 2 que es un poco más grueso en una de las dimensiones, por lo que el *falso pié* D, tiene dos rebajos *x* y *z* que le permiten combinarse con los de cualquier clase.

Constan los piés de cabeza *n* con su cincho de hierro y cuerpo B; este lleva un cincho de hierro y regaton H de lo mismo, con un taladro para introducir el pasador de la zapata. Con estos piés se obtienen para la cumbrera alturas que varían entre 0,^{m}316 y 4,^{m}740.

Zapata. Se compone de dos tablones de olmo superpuestos, de manera que sus fibras queden colocadas en sentido contrario (figura 13); la zapata E está atravesada por dos cajas O y O′ y estas separadas entre sí por una pieza de hierro *p′*; lleva pendiente de una cadenilla *p* un pasador K, que puesta aquella, impide se salga del pié.

Apoyo. (Figura 14.) Es un prisma de madera A, que está atravesado por una espiga de hierro, que por un lado termina en la barquilla S que ha de abrazar la pieza que se desea apoyar y por el otro estremo en un tope *t*, que sirve para introducirlo en un agujero de tolete y colocar así el apoyo.

Vigueta. (Figura 15.) Es de pino, su longitud entre centro y centro de las dos garras *a* es de 6,^{m}636; las garras son de olmo y están sujetas con cinchos de hierro; en ambos estremos *n* lleva una anilla para facilitar su trasporte á brazo.

La vigueta de borda *a a* (figura 25, lámina 4.ª) solo se distingue de la anterior en que la distancia entre los centros de las garras es de 1,^{m}738 y en el uso que de ellas se hace; la vigueta *h* sirve para constituir el piso del puente engarrada á las cumbreras ó cuerpos muertos H y la de borda *a* para servir de apoyo á estos últimos establecida sobre las bordas de un ponton.

Tablones. (Figura 16, lámina 2.ª) Los tablones N son de pino con dos escotes *e* á cada estremo y su longitud ó sea la anchura de los puentes normales es de 3,m 265.

Polea para puentes volantes. (Figura 17, lámina 3.ª) Consta de plancha de hierro *abcd* y tiene de cobre el cilindro grande E, los dos pequeños L por donde resbala el fiador *g* y la polea que gira en el eje *pq* por donde pasa la brida *n* que retiene la compuerta, balsa etc.

Se emplean tambien en la construccion de un puente cuñas de olmo, apoyos de Cric, dos clases de estos, charnelas, faroles, etc.

23. **Material de trasporte.**—Todo el correspondiente á una unidad se conduce en 16 carros, de los cuales son cuatro de caballetes, ocho de viguetas, dos de cajon, uno de bote y uno de fragua; este último y los de cajon, para conducir útiles y repuestos y á todos ellos se les llama carros del tren de puentes. Van además con cada unidad cinco carros, á los que se les dá el nombre de tren de trasporte y cuya aplicacion y ganado puede verse en la adjunta tabla.

Carruajes y ganado de una unidad.

	Carruajes.			Mulas.	Caballos.
Del tren de puentes.	De viguetas	8	16	48	»
	Caballetes	4		24	»
	Cajon	2		12	»
	Fragua	1		6	»
	Bote	1		6	»
Del tren de trasporte.	Carro de oficiales y heridos	1	5	2	»
	Carro de forrajes	2		8	»
	Furgon	1		4	»
	Fragua	1		2	»
De reserva			»	4	»
Para oficiales			»	»	4
	TOTAL		21	116	4

Tabla del material de puentes de una unidad y su reparticion en los carros.

Cantidades.	OBJETOS.	CARROS DE				PESO DE CADA PIEZA EN			
		Viguetas.	Caballetes.	Cajon.	Fragua.	Kilógramos.	Arrobas.	Libras.	Onzas.
12	Cuerpos muertos.	»	3	»	»	49,516	4	7	10
8	Piquetes grandes.	»	2	»	»	5,002	»	10	14
24	Idem pequeños.	»	6	»	»	3,162	»	6	14
8	Mazos.	»	2	»	»	5,062	»	11	»
8	Cumbreras.	»	2	»	»	116,322	10	2	13
8	Piés núm. 1.	»	2	»	»	13,226	1	3	12
12	Id. núm. 2.	»	3	»	»	29,674	2	14	8
16	Id. núm. 3.	1	2	»	»	27,028	2	8	12
8	Id. núm. 4.	1	»	»	»	52,793	4	14	12
16	Falsos piés.	»	4	»	»	5,408	»	11	12
24	Cuñas.	»	6	»	»	0,718	»	1	9
12	Zapatas grandes.	»	3	»	»	20,357	1	19	4
4	pequeñas.	»	1	»	»	11,962	1	1	»
16	Cadenas de suspension. . . .	1	1	1	2	12,508	1	2	3
4	Crics grandes.	1	»	»	»	15,382	1	8	7
4	pequeños.					11,818	1	»	11
4	Apoyos de Cric.	»	1	»	»	30,974	2	17	5
8	Proas de ponton.	1	»	»	»	306,419	26	16	»
7	Cuerpos de ponton.	»	1	1	1	306,419	26	16	»
28	Remos.	2	2	2	»	5,980	»	13	»
45	Toletes.	2	2	2	17	1,035	»	2	4
12	Bicheros.	»	3	»	»	7,820	»	17	»
8	Anclas.	»	1	2	»	74,993	6	13	»
8	Cabos de ancla grandes. . .	»	1	2	»	60,041	5	5	8
4	pequeños. . .	»	1	»	»	32,262	2	20	2
27	Amarras.	1	3	3	1	4,055	»	8	13
2	Fiadores.	»	»	1	»	115,023	10	»	»
16	Palanquetas.	»	4	»	»	1,874	»	4	1
24	Viguetas de borda.	2	2	»	»	21,967	1	22	12
8	Apoyos.	»	2	»	»	3,680	»	8	»
15	Hachas de mano.	1	1	1	1	1,840	»	4	»
15	Achicadores.	1	1	1	1	0,326	»	1	2
40	Viguetas.	5	»	»	»	74,820	6	12	10
184	Tablones.	23	»	»	»	20,883	1	20	6
56	Medios tablones.	7	»	»	»	11,962	1	1	»
180	Trineas.	»	30	30	»	0,288	»	»	10
2	Sondalezas.	»	»	1	»	12,652	1	2	8
1	Polea para puentes volantes.	»	»	»	1	6,095	»	13	4
8	Charnelas.	»	»	»	8	0,259	»	»	9
1	Bocina.	»	»	»	1	0,460	»	1	»

La tabla que precede está copiada del Manual del pontonero escrito por los Sres. Ibañez y Modet.

El tiempo trascurrido desde que dicha obra se escribió, no ha sido bastante para variar sensiblemente la tabla; deben tenerse presentes sin embargo las siguientes observaciones: el peso de las proas y cuerpos de ponton está calculado cuando eran de madera, mientras que hoy son de chapa de hierro: el número de remos se ha aumentado hasta 45 por unidad y la dotacion de toletes tambien ha sufrido aumento, por la facilidad y frecuencia con que se caen al agua: cada unidad lleva un bote de chapa de hierro galvanizada y estriada, teniendo dicho bote su carro especial, cuya dotacion es la siguiente.

EFECTOS.	NÚMERO.
Achicadores	2
Amarras	2
Banderas	2
Bergas	2
Bote de chapa	1
Bicheros	2
Cadenas de rezon	1
Candeleros de hierro	2
Cañas de timon de metal	1
Cañas de timon de madera	1
Cordones pares	1
Empavesada	1
Estrovos	50
Palos para velas	1
Remos	8
Rezones	1
Timones	1
Toldillas	1
Toletes	8
Velas	1

24. **Personal.**—Los pontoneros, que así llaman los soldados encargados del servicio de los puentes, forman parte del cuerpo de Artillería en Francia, Bélgica, Dinamarca, Italia y Holanda; en Inglaterra, Estados-Unidos, Prusia, Rusia, Baviera y Grecia pertenecen al de Ingenieros, y en Austria constituyen uno especial dependiente del Estado Mayor general del ejército. En todas las Naciones se reconoce la necesidad que hay de un cuerpo especial encargado de la construccion de puentes, y de otra para el trasporte. Respecto al primer cometido, suelen estar los Ingenieros encargados de los de circunstancias, mientras la Artillería lo está del tren reglamentario, como sucede en Francia. Relativamente al trasporte del indicado tren y con independencia del Cuerpo que construye los puentes, existe la misma variedad de sistemas: en Francia, Austria y Rusia lo trasportan las tropas encargadas de la construccion; Bélgica, Italia, Dinamarca y Holanda, las baterías de Artillería; y en Prusia, Inglaterra, Estados-Unidos y Grecia el cuerpo llamado de trasportes militares.

En España la construccion de puentes reglamentarios, de circunstancias y trasporte del material de los primeros, todo está encomendado á los Ingenieros militares. Creemos sería más ventajoso y económico que la construccion y conduccion del tren reglamentario estuviese, como sucede en Francia, á cargo del cuerpo de Artillería; al menos hasta que haya cuerpo especial de trasportes militares: pues sería más fácil y menos costoso conservar ganado y personal convenientemente instruidos, en la

organizacion actual del ejército. Por lo demás, hemos presenciado las prácticas en Aranjuez y nos complacemos en reconocer que la instruccion era hace algunos años inmejorable, gracias á la brillante Oficialidad de dicho Cuerpo.

25. El personal correspondiente á una unidad debe ser una compañía de unos 140 hombres, contando 20 obreros que tiene de dotacion por reglamento y cuyos oficios de carpintero, herrero, etc., sean útiles para el servicio que han de desempeñar. Se basta este personal, ya tenga que trabajar aisladamente, ya en union de otras unidades, distribuyéndose esta fuerza en dos mitades próximamente; una que se llama de constructores y la otra de conductores, nombres que indican su mision respectiva.

Si el personal es escaso y tiene que distribuirse, á cada unidad se le asigna como mínimum, lo que se llama un destacamento de maniobra, cuya composicion y cometidos son:

Un Oficial Jefe del destacamento y del puente que se construya.

Un Corneta.

Tres Jefes de Seccion con	24 pontoneros	á situar los apoyos.
Uno idem.....	8	porta caballetes.
Uno idem.....	10	porta viguetas.
»	4	Cubridores.
»	8	Trincadores.
Uno idem.....	6	en reserva.

Un Jefe de Seccion encargado del material.
Uno idem encargado de la direccion.

En total un Oficial, ocho Jefes de seccion, un Corneta y 60 Pontoneros, pudiendo disminuirse algo este personal progresivamente, cuando vayan reunidas varias unidades; pero dejando siempre un Oficial por lo menos en cada una.

26. En la tabla correspondiente al material de una unidad puede verse la distribucion de todos los objetos que lo constituyen, habiendo de cuidar el personal en la carga y descarga, de que las proas y cuerpos de ponton que cubren la parte superior de cada carro, no se golpeen y vayan bien sujetos en las marchas por las anillas de banda; así como de la conveniente distribucion de todo el material en los carros (párrafo 23). Siguiendo un tren por caminos ordinarios á el ejército á que vá anejo, le cuadran las mismas reglas que para la marcha y maniobras de una batería; con la ventaja de no hacerlo á los aires violentos que esta.

Llegado el caso de construir el puente, se descarga el material preciso, dejándolo inmediato á la orilla, en buen órden y de manera que las piezas de más peso y tamaño queden más cerca del eje del puente que las más ligeras y de pequeño volúmen, bajo la inmediata vigilancia del Jefe del material á cuyo cargo quedan. Lo mismo los Oficiales que los Jefes de Seccion deben exigir á los soldados en las marchas la mayor regularidad y órden, marcándoles distintamente la direccion que han de seguir; les prevendrán cómo han de dejar el material,

ya sea al aparcarle, ya al trasportarlo á la construccion; con lo que se logrará mayor rapidez en las operaciones de construir y replegar: que sobre el tablero de la parte ya construida no se aglomeren los hombres, como acontece, obstruyendo el tránsito y golpeándose unos á otros con los efectos que conducen; con lo que suprimiendo la gente innecesaria sobre el puente, evitarán el riesgo de ofrecer un gran blanco á la artillería enemiga: y últimamente que al aparcar el material lo dejen con órden y cuidado, no arrojándole y estropeándolo; efecto del mismo entorpecimiento que por falta de la práctica necesaria tienen los soldados, y otras veces á causa del afan de cumplir con celeridad su cometido. Además del ejercicio de carreteo enseñado á los conductores, se hace preciso para proceder á la construccion de un puente, que la otra parte del personal ó sean los constructores sepan como se hacen los diversos nudos que luego han de emplear, estén sueltos en la escuela de ponton al remo y al bichero, manejó de un bote, natacion y escuela de flotilla; para trasportarse con celeridad á la orilla de llegada y á las tropas que les han de proteger en sus trabajos; todo como se marca en el escelente Manual de nuestros pontoneros.

CAPÍTULO 4.º

SUMARIO. Reconocimientos.—Amarraderos.—Anclaje, uso del fiador y otros medios de suplir las anclas.

27. **Reconocimientos.**—Para todas las operaciones que se basen en un rio debe preceder su reconocimiento; pero es de una importancia capital el hacerlo, cuando se trata de establecer un puente. La estrategia y y la táctica en vista de las noticias contenidas en dicho reconocimiento designan al pontonero el lugar donde se ha de verificar el paso. Otro reconocimiento sobre los lugares mismos permitirá á aquel, fijar el punto preciso y los materiales de que debe valerse para la construccion del puente.

El Oficial encargado de un reconocimiento particular de un rio fijará su atencion en los puntos siguientes.

Indicará el país donde nace, los que riega y su desembocadura ó confluencia; las islas que lo dividen en brazos, los caminos que terminan en sus orillas, la naturaleza del fondo y de aquellas, espresará cuál es la dominante y su escarpado; las posiciones militares que

presentan sus riberas, sus sinuosidades; los parajes favorables para los pasos á viva fuerza; su anchura en estas partes y su profundidad en diversos puntos de su seccion trasversal (para el nivel ordinario y para las aguas bajas); si está sujeto á mareas; la duracion de estas y diferencias de nivel que producen en las aguas; los vados y señales que indiquen su situacion; la velocidad de la corriente en tiempo normal y durante las avenidas; si está sujeto el rio á ellas, espresando si son periódicas ó estraordinarias, y la estension de terreno que inundan; los puentes que existen de piedra, madera, etc.; la carga que pueden soportar, los medios que ofrece para hacer variar su profundidad y dejarlo ó nó vadeable. En qué estension es navegable y para qué clase de embarcaciones; qué plazas fuertes, ciudades, pueblos, molinos de harina, esclusas, diques, etc., hay á lo largo de él é importancia que tengan; material de puentes, ya de navegacion ó de construccion, que pueda reunirse con prontitud; si se hiela, espesor que suele tomar la capa congelada ó si solo arrastra témpanos; y finalmente para que este *reconocimiento particular* sea completo formar una carta del curso del rio.

Estas noticias se completan con un *reconocimiento especial,* ya sea *franco, reservado ú ofensivo*, sobre los lugares mismos; fijándose el Oficial, que ya debe ser de pontoneros, en indicar para un punto que elija, cuál es el perfil del rio, naturaleza de su fondo, velocidad de su corriente; si existe curva, cuál es su forma; si las orillas son bajas, llanas, cenagosas ó bien elevadas, escarpadas

ó con bosques; si hay próximos afluentes ó islas para hacer preparativos secretos; caminos que en dicho punto desembocan ó pasan á su inmediacion.

28. **Amarraderos.**—Llámanse así, puntos fijos en tierra que sirven para sujetar un cabo, pudiendo servir como tales, los picos de rocas, árboles, etc., que se encuentren en las orillas de los rios. En caso que no existan estos objetos, hay que suplirlos con *piquetes* ó *estacones* clavados en tierra (figura 18) con alguna inclinacion y de manera que la cuerda, que ha de estar tangente al suelo, y el piquete *n* se hallen en el mismo plano vertical; si el cabo ó cuerda se sujeta á varios puntos, dos ó tres metros distantes entre sí, se refuerza el amarradero. Poniendo unos tablones *a* como indica la misma figura se logra tambien reforzarlo.

La figura 19 indica como se disponen las anclas para que sirvan de amarraderos; colocando unos maderos y tablas *h* y *e* que sirvan de tope al brazo *d* y reforzando aquellos y el cepo con los piquetes *a* y *l:* la figura 20 los que se preparan con masas de tierra H, siempre que esta sea consistente; cuyo trabajo se reduce á abrir una zanja E circular y prolongarla en el sentido *m* por donde ha de estar tendida la amarra. Haciendo una escavacion, colocando en ella en sentido perpendicular á la direccion en que ha de quedar la cuerda una pieza de madera gruesa á la que se hayan atado uno ó varios cabos; poniendo despues perpendicularmente á la pieza ya colocada otras, luego tablones y rellenando el hueco que quede con piedras y tierra;

los cabos, que se habrá tenido cuidado de dejar bastante largos para que salgan á flor de tierra, proporcionan un buen amarradero que se llama *plataforma*.

29. **Anclaje**.—Dos clases de oscilaciones, digimos al tratar de la estabilidad que debe tener todo puente, hay que evitar: unas que se verifican segun el eje del puente y otras en sentido trasversal. Las primeras se evitan estableciendo muy firmes los cuerpos muertos de los tramos de entrada y salida, y enlazando fuertemente todas las partes que componen el piso, despues de hacer que descansen bien las viguetas en los cuerpos muertos si son flotantes, ó en las cumbreras si son caballetes. Las segundas ó trasversales, debidas al esfuerzo de la corriente y el viento, se evitan ó moderan amarrando los apoyos flotantes á puntos fijos en la orilla, en anclas arrojadas al fondo, ó á fiadores.

Si el fondo del rio es de roca ó muy cenagoso, lo que impide el uso de las anclas; y además su anchura no escede de 100,^{m} se pueden atar los flotantes á amarraderos fijos en la orilla: procurando que los cabos formen el menor ángulo posible con ella, para lo cual se necesita que sean bastante largos y que el que lo sea más, sujete al ponton más separado. Si la longitud delos cabos no lo permitiese, pueden sujetarse como se ha dicho antes el 1.° y 2.° flotantes; y despues amarrar al cabo de este último el del 3.°, al de este el 4.° y así sucesivamente hasta el medio del rio: y desde este punto hasta la orilla de salida, igual disposicion.

30. Puede obviarse el mismo inconveniente usando

de un *fiador*, cabo grueso que vá de una orilla á otra y al cual se sujetan los de ancla que llevan los pontones. Para que el fiador no toque al agua se le sostiene de 60 en 60^{m} con un ponton y aun en las orillas se elevan sus estremos por medio de caballetes ó piés derechos que se mantienen así con vientos.

31. Pero el medio más comunmente usado para evitar las oscilaciones causadas por el viento y la corriente, es un buen sistema de anclas. Si la corriente es de más de 1,^{m} 596 se necesitará una fondeada agua arriba para cada ponton; si menor, una para cada dos ó tres agua arriba; y en general, la mitad para resistir á la fuerza del viento agua abajo, variando segun sea este y la corriente: teniendo en cuenta que estas últimas han de ir amarradas siempre á algun ponton que ya lo esté á un ancla de agua arriba.

Quedan así constituidas tres líneas, que se llaman de anclas de agua arriba, de agua abajo y de pontones que es preciso sean paralelas y se marquen en las orillas con objetos visibles, para que la seccion de anclaje los vea bien distintamente desde el rio; están separadas estas líneas entre sí 30,^{m} cuando la profundidad es menor de 1,^{m} y 3^{m} más por cada uno que aumente esta.

32. Si el ancla es sencilla, un Jefe de seccion y cuatro pontoneros, cinco si es doble y seis si triple ó formando cuatro brazos, arman un ponton de dos y tres piezas respectivamente; sitúan el ancla sobre el espolon con las uñas fuera, verticalmente y la caña sobre el centro de la traversa de anclaje y así navegan hasta fondearla en la

línea que se les haya marcado. Para la operacion preliminar de armar un ponton de una proa y un cuerpo se acercan hasta que se toquen las uniones; un hombre de cada parte, monta sobre las bordas y oprime con ambas rodillas las dos piezas, y en esta disposicion ponen las aldavillas que las unen por abajo y luego los pernos pasantes, colocando las clavijas y apretando las tuercas.

La operacion de tender un ancla es de tanta importancia, que un puente mal anclado está espuesto á romperse en el instante preciso de pasar las tropas, zafándose aquellas ó rompiéndose los cabos cuando no tienen la direccion debida.

Arrojada el ancla, la cruz, como más pesada, llega al fondo primero, cayendo luego sobre uno de los estremos del cepo; si en esta disposicion se tira del cabo que está sujeto al arganeo, hácia arriba ó en direccion de la caña, se levanta ó resbala, sin que muerda en el fondo ninguna de las uñas: pero si el ponton se aleja, el cabo empieza á gravitar sobre el arganeo, y cuando su longitud llega á ser doble de la profundidad, ejerce por su peso tal presion de alto á abajo, que segun demostraron las esperiencias hechas en Strasburgo en 1824, obliga á caer el ancla sobre una de sus uñas, desde el momento en que el pontonero dá un tiron del cabo, sea por no ejercerse esta accion rigorosamente en el plano vertical de la caña y el cepo ó bien por estar batido por el agua. Entonces la uña penetra en el piso quedando sujeta el ancla.

33. Al establecer la línea de anclaje de agua arriba, fijamos la distancia respecto á la de pontones, fundán-

donos en que el ancla y su cabo resisten mejor cuanto más tendido se halle este: las que señalamos, corresponden á ángulos del cabo con la horizontal de 12° para abajo, siendo el mejor el de 5°—45′; con estos no se arranca ni resbala el ancla, y el ponton no cabezea en sentido de su longitud, preservando el cabo del rozamiento que tendria en el caso de que el ángulo fuese mayor y su proa se sumergiese algo.

Si el cabo no quedase tendido en direccion de la corriente, parte de su tension se emplearia en separar al flotante de su sitio, produciéndose gran rozamiento que al fin determinaria la rotura de aquel, con riesgo de inutilizar el puente.

34. Las anclas de agua abajo se fondean en los puntos convenientes para que resulten tendidos los cabos en direccion de la corriente y formando con la horizontal el ángulo indicado como más ventajoso en el párrafo anterior. El bote que ha de ejecutar la operacion, irá provisto de un cabo suficientemente largo, arrollado dentro y colocado á proa, y cuyo estremo se amarra préviamente á un punto fijo que puede ser un ancla ó ponton ya fondeados: y embarca el ancla, colocándola con las uñas fuera, en el ángulo de popa más próximo á la orilla. Dispuesto así, empieza á largar el cabo de proa, dejándose llevar por la corriente hasta llegar al punto donde ha de arrojar el ancla; efectuado lo cual, regresa recogiendo cabo de proa hasta el punto de partida donde amarra el cabo de ancla que ha venido largando por la popa.

Si el mismo bote hubiese de fondear dos anclas, una

arriba y otra abajo, embarca ambas á la vez y en los sitios señalados para cada caso. Fondea primero la de agua arriba, y con su cabo, que en este caso ha de ser muy largo, se deja llevar por la corriente hasta fondear la otra, volviendo despues al puente para amarrar ambos cabos al ponton correspondiente.

35. Si la anchura del rio escede de 100^{m} y el terreno no permite el uso de anclas por ser de roca ó fangoso pueden reemplazarse aquellas con grandes cestones de figura troncónica (figura 21) rellenos de piedras. Se forma su superficie lateral con un tejido fuerte de ramas semejante al de los gaviones comunes, dejando para cargarlo una abertura P; separadamente se construye la base mayor que se liga despues con ramas delgadas y la menor se cubre con piquetes *c*; en ambas se deja un hueco para que las atraviese por el eje del ceston el tronco R. Este se asegura con un piquete *d* ó sus raices á la base menor y en el otro estremo se pone una argolla *a* á donde se ata el cabo procurando que el tronco sea bastante largo para que la argolla quede próxima á la superficie del agua y sea fácil soltar el cabo ó levar el ceston. Se lleva vacío entre dos pontones, sobre viguetas, al sitio donde se ha de fondear y allí se carga y arroja con cuidado en sentido de la corriente.

36. Pueden sustituir ventajosamente al ceston de anclaje, cajas reforzadas de madera rellenas de piedras, ó en último estremo de proyectiles; ó bien rejas de arado en forma de haz, muelas de molino, sillares ú otros pesos considerables que se proporcionen.

CAPÍTULO 5.º

PUENTES NORMALES.

SUMARIO.—Puentes en seco con caballetes.—Puentes en el agua: con caballetes; por pontones sucesivos; por trozos de puente; por conversion; con caballetes sobre pontones.—Puentes mistos.

37. **Puentes normales.**—Pueden echarse para salvar un barranco, foso seco, etc., y entonces se llaman puentes en seco y se construyen con caballetes: y cuando tienen por objeto franquear un rio, se llaman puentes en el agua, construyéndose tambien con caballetes, con pontones ó con unos y otros.

38. **Puentes en seco.**—Elegida la direccion segun la cual se vaya á construir el puente, que será generalmente la distancia menor entre ambas orillas del obstáculo; hecho el sondeo y descargado el material preciso á la inmediacion, el Jefe de la direccion, marca la directriz como le indique el Jefe de puente y establece la sondaleza: despues se procede á establecer sólidamente

el cuerpo muerto de la orilla de partida, asegurándolo con piquetes cuyas cabezas no impidan luego engarrar las viguetas. El Jefe del material, con arreglo á la relacion de sondeo que le ha entregado el Jefe del puente, prepara un caballete con los piés de los números que correspondan, y lo hace llevar desarmado al punto donde se ha de establecer, que será la segunda roseta de la sondaleza tendida ya, y cuya primera coincide con el cuerpo muerto del tramo de entrada: se arma el caballete dejando los regatones á la altura de la roseta y las cabezas hácia la orilla de partida, de modo que al hacerlo girar sobre aquellos y cuando la cumbrera llegue á una altura conveniente, puedan los porta viguetas alargar estas hasta engarrar en ella; con lo que al concluir el giro, quedarán las garras encajadas por un lado en el cuerpo muerto y por el otro en la cumbrera. Si los piés son del número 3 y 4 se auxilian para el giro con bicheros y cabos de ancla atados á sus estremos. El Jefe de la direccion cuida de establecer bien los caballetes y lo estarán cuando sus piés se encuentren en un plano vertical, la cumbrera horizontal y las cadenas bien encapilladas y tesadas, para que soporten el peso; teniendo tambien cuidado de buscar alguna juntura de las piedras para los regatones, cuando el terreno es duro, usar la zapata conveniente si es de regular consistencia y hasta poner un zampeado de tablas inútiles debajo de la zapata, cuando esta no baste por ser el terreno blando en estremo.

A medida que se establecen los caballetes, los cubri-

dores van sentando los tablones que les entregan los porta tablones y arreglan la entrada; para esta última operacion toman dos medios tablones, los ponen de canto contra las cabezas de las viguetas y de nivel con ellas, los afirman con tierra y encima, cubriendo á unos y otras, ponen el primer tablon, de manera que rebase de la primera vigueta tanto como el grueso de ella y que quede rasante á la 5.ª; y luego los demás tablones de modo que se toquen.

Al llegar á la otra orilla, las viguetas engarrarán en el último caballete y en el cuerpo muerto de salida, que se establece con las mismas condiciones de solidez que el de partida. Con anticipacion se habrán abierto rampas en el terreno que faciliten la entrada y salida del puente.

Cubierto el piso, se liga este por los trincadores que lo hacen (figura 22) abrazando con la trinca *t* por los escotes de los tablones *a* á estos, á los piés *o'* y falsos piés *i* que se tienden por la orilla encima de los escotes, á la vigueta estrema de cada lado *c* y á un medio tablon *n* que se pone de canto contra los tablones como se representa en la figura 22. Despues se ponen los guardalados, que son unos cabos de ancla que van rodeando las cabezas de todos los caballetes y se sujetan en ambas orillas y á los dos costados á unos piquetes que se clavan hácia los estremos de los cuerpos muertos.

39. Puede empezarse la construccion por ambas orillas á la vez, cuidando que en el espacio *d d'* (figura 23) en que se reunan los constructores, que será en general mayor que un tramo, crucen las viguetas *e* por encima de la

cumbrera inmediata hasta engarrar en la del caballete que la corresponda, cuidando de que los ejes de las dos partes del puente coincidan, que los tableros estén en un mismo plano horizontal y que las cumbreras *r* y *r'* de los caballetes *l* y *l'* que resultan muy inmediatos se unan con cadenas ó cabos de ancla sólidamente.

40. **Repliegue.**—Siguiendo un órden inverso en las operaciones ó sea levantando el cuerpo muerto de salida, destrincando, sentando los caballetes en tierra, desarmándolos, llevándolos así con órden por la derecha, mientras los que van por material entran por la izquierda del puente; todas las secciones llegan al sitio donde están los carros, que ayudan á cargar, bajo la inmediata vigilancia del Jefe del material.

41. **Puentes en el agua.**—Si el puente se ha de construir con caballetes, el procedimiento difiere poco del anterior siendo la variacion dependiente de las dificultades que presenta el nuevo obstáculo. Además del material anteriormente empleado se descargan dos proas y dos cuerpos de ponton para construir con ellas la *compuerta de maniobra* que sirve para el establecimiento de los caballetes: botadas que sean al agua, bien á brazo, bien si la orilla es elevada con dos viguetas que formen plano inclinado, se arman dos á dos á la entrada del puente (figura 24) y los pontones H y P que así resultan se aparean dejando sus ejes paralelos á la orilla; dos amarras *dp* que parten de las traversas de anclaje de las dos proas y otras dos *d' p'* que parten de las argollas estremas de los cuerpos, se atan á piquetes situados en

la orilla á ambos costados del cuerpo muerto y separados entre sí ocho pasos; se engarran dos viguetas *bn* que se llaman de maniobra en la borda esterior del segundo ponton P á contar desde la orilla, atándolas á los listones de la misma con un nudo fácil de desatar, y se separan los pontones hasta que dichas viguetas sobresalgan de la borda inmediata á la orilla del primer ponton H 0,^{m}80, ligándolas aquí tambien en *s* á los listones, pero de manera que puedan girar cuando se las levante por el otro estremo *b*; otras tres viguetas *a* situadas como indica la figura y atadas á los listones establecen la union entre los dos pontones, y dos tablones *m* facilitan el paso y la maniobra. Construida la compuerta se conducen á ella las distintas partes del caballete que se necesitan y se arma con los regatones hácia la orilla de partida, la cumbrera con su cara superior mirando á la orilla opuesta encima de las viguetas de maniobra y á 0,^{m}63 del estremo de esta; se colocan los piés de modo que al levantar el caballete no toquen al agua, y se pone una cuña entre ellos provisionalmente. Se procede luego á levantar el caballete que queda suspendido sobre las dos viguetas de maniobra; desde la entrada ó parte ya construida del puente se engarran en la cumbrera cinco viguetas *f* que han de constituir el tramo y empujando con ellas y arriando cabo desde los piquetes de la orilla se separa la compuerta hasta que caigan las otras garras en el cuerpo muerto ó en la cumbrera del caballete que ya esté sentado, si es desde el segundo en adelante. Al llegar aquí, aguantan los pontoneros que están en los

piquetes la compuerta, se quitan las cuñas de los piés, se hacen resbalar estos hasta quedar establecidos, se sujetan las cadenas de suspension y deshaciendo el nudo de las viguetas de maniobra en el segundo ponton P se zafan de la cumbrera retirando enseguida la compuerta para armar otro.

Desde el segundo caballete la compuerta suele aguantarse amarrada á un ancla que sirve para establecer dos de aquellos y se necesita por consiguiente fondear una mitad de anclas que caballetes se vayan á establecer; con este objeto se tiene marcada con anticipacion la línea de anclas de agua arriba.

Para los dos últimos caballetes, si el puente ha de ser de esta clase de apoyos hasta la orilla opuesta, se invierte la colocacion de las viguetas de maniobra en la compuerta y por consiguiente se arma el caballete con los regatones de los piés hácia el lado en que sobresalen aquellas que será la orilla enemiga y desde la cual se aguanta ahora la compuerta con cabos atados á piquetes como en la construccion de los primeros tramos. Desde el último caballete engarrarán las viguetas en el cuerpo muerto concluyéndose de cubrir y trincar el piso como en los puentes en seco.

42. Pueden tambien construirse estos puentes cuando son de corta estension, sin el auxilio de la compuerta; economizando tiempo, personal y material. Sustitúyese aquella con un ponton de dos piezas y se equipa con tres cuerpos muertos, dos mazos, seis cuñas, dos remos, un bichero, dos amarras y diez trincas.

Dos cuerpos muertos se colocan trasversalmente al eje del ponton sujetándolos á los listones de modo que se apoyen entre los agujeros de tolete; en la parte próxima á la orilla de estos cuerpos, se coloca el tercero ligándolo ligeramente á los estremos de aquellos, en donde descansa. Distribuidos convenientemente los pontoneros, reciben la cumbrera y la sitúan sobre la parte saliente de los cuerpos muertos del lado de la banda esterior, introducen los piés y colocan las zapatas, cuñas y cadenas.

Armado el caballete, para levantarlo, los porta viguetas apoyan la primera y última sobre el tercer cuerpo muerto y las otras tres sobre la banda interior del ponton, cargándose con fuerza en ellas con objeto de equilibrar los esfuerzos al tiempo de levantar el caballete: inmediatamente despues se engarran á la cumbrera la primera y última vigueta debiendo tener el otro estremo lo más bajo posible; enseguida se colocan las otras tres y se continúan como en el método ordinario las operaciones de desatracar, alinear y sentar el caballete.

Establecido este, se destrincan los cuerpos muertos, el de agua abajo se coloca dentro del ponton, los otros dos se arrojan al agua quedando sujetos cada uno por una trinca, enseguida se zafa el ponton y se retira para volver á equiparse de nuevo. Cuando el tramo está cubierto, un segundo ponton repite la operacion. Los pontones se mantienen en su puesto, con amarras á la orilla los próximos á esta, los otros sujetos á anclas que se fondean en número conveniente.

43. **Repliegue.**—Para ejecutarlo, se arma un ponton de tres piezas, se le coloca debajo del tramo que se vá á retirar, interior é inmediato al caballete que se vá á replegar, se quitan los tablones del piso, se levantan las viguetas, se vuelca sobre el ponton el caballete, desarmándolo y dejando las zapatas y cadenas en el ponton; y lo demás de él marcha con las viguetas y tablones á la orilla por encima de la parte que todavía se conserva del puente. El ponton se vá aguantando con anclas que segun dejan de servirle se van retirando por la seccion que las fondeó; y con amarras desde el piso del puente.

44. **Ventajas é inconvenientes de los puentes de caballetes.**—Ciñéndonos á los construidos con el caballete de nuestro tren ó sea Birago, tienen las ventajas siguientes. No ofrecen gran resistencia á la corriente; la disposicion de sus piés les permite amoldarse á todas las desigualdades del terreno; ofrecen pequeño blanco á la artillería enemiga, y sobre todo simplifican mucho el material. En cambio sus piés avanzan mucho sobre el piso, estando por lo mismo espuestos á ser rotos por los carruajes; el caballete no tiene estabilidad propia y exige garras en las viguetas que han de estar construidas con precision y solo se pueden obtener alturas para la cumbrera que varian entre $0,^{m}316$ y $4,^{m}740$.

Por estas razones no se emplean estos puentes en corrientes fuertes ni en rios que tengan gran profundidad.

45. **Puentes por pontones sucesivos.**—Marcada la directriz *gb* que ha de quedar á $0,^{m}632$ agua

arriba de la vigueta estrema (figura 25) y hecho el sondeo, se tiende la sondaleza, se marcan las líneas de anclaje, se arregla la avenida del eje del puente, se establece sólidamente el cuerpo muerto *cd* como en los casos anteriores, y se arman los pontones de dos ó tres piezas, segun las circunstancias y la altura que se quiera obtener del piso sobre el agua, pues la normal es la que se obtiene con uno de dos piezas. Armados que sean los pontones, se equipan para servir de apoyos, engarrando en las bordas entre los dos agujeros de tolete de cada pieza una vigueta de borda *a* y se trincan estas á los listones; e n uno de los agujeros de tolete de las uniones se pone un apoyo *r* y encima, dejando las garras fuera y las señales hácia arriba, un cuerpo muerto *mn* que á su vez se trinca á las viguetas: este ha de quedar perpendicular á la directriz del puente, y como el ponton ha de tener su eje en la direccion de la corriente, habrá que dar á el cuerpo muerto la inclinacion conveniente, pudiendo ser hasta de 30° el ángulo que forme con el eje del ponton; se embarcan, además del material de navegacion correspondiente, los aparejos de anclaje, si el ponton ha de fondear su ancla.

Equipados así en la orilla, agua arriba sino es grande la velocidad de la corriente y si lo es agua abajo, se presenta el primer ponton H frente á el cuerpo muerto de entrada *cd*, se engarran en el suyo cinco viguetas *h* en las señales de agua arriba que lleva; se empuja el ponton, cuyas amarras *f* atadas á piquetes en la orilla irán largando los pontoneros encargados de este come-

tido, hasta que las garras caigan en el cuerpo muerto, atándolas otra vez á los piquetes; se cubre el piso como en los casos anteriores; se trincan los remos, por sus puños y á la vez que el piso, en las garras K de los cuerpos muertos, y por sus estremos superiores, á la altura del pecho de los hombres, se van rodeando los guardalados.

Delante del tramo ya construido y cuyo piso se cubre hasta el cuerpo muerto del ponton, se presenta otro con el que se repite la operacion y lo mismo con los demás; con la diferencia que ya se habrán remontado agua arriba hasta llegar á la línea de anclaje, donde con el mayor cuidado fondearán su ancla, dejándose llevar por la corriente hasta la altura del puente; antes de que el anterior ponton ocupe su puesto y cuando este lo haga, ata á la traversa de anclaje el cabo, entrega una amarra á uno de los que cubren el piso y se aguanta junto al ponton ya colocado hasta que engarradas las viguetas en su cuerpo muerto, desatraque y quede en su puesto. Si un ponton ha de fondear una ancla en cada línea de anclaje, lo hará como se indicó (párrafo 34) y si hubiese de tener ancla agua abajo y estuviese ya sirviendo de apoyo, la fondeará un ponton auxiliar que le entregará el cabo; pudiéndose atar este á proa en la traversa de anclaje despues de hacerlo pasar por un tolete colocado en la popa ó bien disponiendo una traversa de carro á popa, la cual se trinca fuertemente á los listones. Si ambas piezas fuesen proas, se amarran los cabos á las traversas respectivas.

Si el ponton ha de constar de tres piezas, en lugar del cuerpo muerto se coloca una vigueta y si se quiere obtener más altura del piso sobre el agua que la normal, dos cuerpos muertos ó dos viguetas segun las piezas de que conste el ponton, bien ligadas entre sí.

46. **Repliegue.**—Cada ponton despues de levantados los tablones del tramo que en él se apoya, atraca al que le antecede, para lo cual, tiran de las viguetas desde el piso del puente; por este se va retirando el material, y despues marcha á la orilla de partida, levando antes su ancla. Solo el último ponton inmediato á la orilla enemiga, como estará amarrado á esta, luego que se vé libre vá, llevado por las amarras, á la orilla que se abandona, donde se embarcan los que habian quedado para aguantarle desde los piquetes; despues marcha á la otra, donde se desequipan los pontones, se desarman y se carga el material en los carros.

47. **Ventajas é inconvenientes de estos puentes.**—La construccion es fácil y para llevarla á cabo no se necesitan pontoneros muy ejercitados; se emplea poco material relativamente, quedando todas sus partes perfectamente ligadas entre sí y es la maniobra más rápida cuando se hace segun van llegando los carros del material á la orilla.

Tiene el inconveniente de cerrar completamente el rio á la navegacion y estar espuesto por lo mismo á los cuerpos flotantes que lance el enemigo sobre el puente, tardándose mucho en abrirles paso. Son sin embargo los más usados en campaña y así se ha visto en la de

1859 emplearlos en Palestro, Túrbigo, Buffalora, etc.

48. **Puentes por trozos.**—Para construir un puente de esta clase (figura 27) se construyen uno ó dos tramos á la entrada, tales como *dg* ó bien *dg* y *bc*; despues se preparan, agua abajo si la velocidad es mayor de 1,^{m}393, trozos de puente de dos, más generalmente de tres (figura 26) y nunca de cuatro pontones, en la orilla; teniendo cuidado de no cubrir los cuerpos muertos *s* y *r* de los pontones estremos. Cada trozo lleva encima del piso el material *ab* para el tramo de union que le ha enlazar al siguiente, sirviendo entre tanto para ligar los pontones entre sí, lo mismo que las amarras *c* y *h* que van de popa á proa, y recibe las anclas que ha de fondear. Los trozos se presentan en su puesto como en los puentes anteriores lo hicieron los pontones (figura 27) y una vez concluido, resultan los tramos $db = ba = ah = hh = ht = 6,^{m}636$. Las anclas de agua abajo las fondea una seccion auxiliar.

49. **Repliegue.**—Se puede hacer por trozos ó por pontones sucesivos. Esto último es preferible cuando el material ha de permanecer á la inmediacion del puente ó ha de cargarse en los carros; pero si es necesario trasportarlo por agua, se repliega por trozos; estos levan las anclas de agua arriba yendo luego á su destino; pero si la velocidad de la corriente no lo permite, marchan agua abajo y luego á la sirga, dejando las anclas abandonadas y señaladas con una boya para que la seccion de anclaje las recoja.

Disponiendo de bastante gente es breve esta maniobra.

50. **Ventajas é inconvenientes.**—Cuando los preparativos se pueden ocultar en un afluente ó detrás de una isla que estén á la inmediacion del punto donde vaya á construirse el puente, esta maniobra es ventajosa y se lleva á cabo con rapidez. Pero exige pontoneros ejercitados, pues los trozos son de difícil gobierno en los rios de rápida corriente.

51. **Puentes construidos por conversion.**—(Figura 28.) Para echarlos de este modo, se hacen los preparativos agua arriba del emplazamiento que ha de ocupar; allí se construye el puente, adosado á la orilla amiga, por pontones sucesivos, que se van amarrando á piquetes *ghi*: despues se ponen amarras desde las traversas de anclaje á las anillas de banda inmediatas á las uniones como en el puente por trozos y se atan las viguetas estremas á los listones.

Con anticipacion se habrá medido la anchura del rio en el punto donde se le vaya á hacer conversar, teniendo presente, que no ha de esceder de 40 pontones el número de estos que se emplee, disminuyendo del número de 40, á medida que la velocidad que se ha supuesto casi nula, vaya creciendo; siendo solo posible esta maniobra cuando no esceda de 1,^{m}393 por 1″ en cuyo caso el número de pontones no puede esceder de 16.

Llevado agua abajo el puente, se hace alto unos 10^{m} más allá del cuerpo muerto del tramo de entrada *s*; el material del tramo de salida *v* vá encima del puente. Se procede enseguida á atar tres cabos vez y media más largos que el puente, en tres amarraderos *abc* y por el

otro estremo respectivamente á los pontones *def* situa dos á la mitad, cuarta parte y estremo del puente, sosteniéndolos en medio con unos pontones K*lm* si el rio tiene de ancho más de 60^{m}.

Otros dos cabos *nro* y *pœq* se amarran á proa y popa del primer ponton y se destinan para halar desde ellos un número de hombres igual á la mitad de los pontones. Doble número de hombres que pontones haya, halan desde los cabos que van á la orilla opuesta, destinándose mayor número al *c* que al *b* y á este más que al *a*. Las anclas de agua arriba ya fondeadas tendrán los estremos de sus cabos flotando, atados á boyas B.

A la voz de, á conversar el puente, los hombres que van en este quitan las amarras *ghi* que por las popas de los pontones le sujetan á la orilla, los que tienen en la orilla opuesta los cabos *abc* halan marchando agua arriba, de manera que el puente no forme curvas, y mientras aguantan los que tienen los cabos *opq* para que no se separe el ponton eje. Así que el puente ha conversado la mitad de su camino halan tambien los del cabo *n* y todos los de su lado harán entonces el mayor esfuerzo.

Segun haya marchado el puente, los pontoneros situados en las proas, habrán ido cogiendo los cabos de ancla B que flotan en el rio é irán halando hasta oir la voz de alto que se dá al quedar el puente perpendicular á la corriente; desde cuya posicion marcha paralelamente á su eje á ocupar su puesto, halando por los cabos de ancla, que se atan entonces á las traversas.

Resta solo reunir el puente al tramo de entrada y al de salida, si estaba ya construido este y si nó, construirlo y despues unirlo.

52. **Repliegue.**—(Figura 29.) Para replegar un puente por conversion, se amarra un cabo *g* al primer ponton *a*, otro *i* que pasando con media vuelta por las traversas de la tercera parte de los pontones en *d* se amarre en *a*, otro *h* que abrace á la sesta parte en *c* y otro *fol* del mismo modo; hecho esto se retiran el segundo y penúltimo tramo.

A la voz de á conversar, se desamarran y abandonan los cabos de ancla atándoles una boya á su estremo; marcha el puente, y una vez rebasado el tramo de entrada, halan desde el cabo *l* y aun de los *m* y *n* que se ponen si el viento es fuerte y de agua arriba aguantan regularizando el movimiento desde los *ihg*; los que ván en el puente cogen los remos, y ayudan apoyándolos en el fondo á que el puente se conserve en línea recta y no choque contra la orilla. Al llegar á esta se amarra el puente á piquetes *r* y *q* como lo estará el cabo *g* del ponton eje desde que el puente dió la mitad de la conversion.

Puede replegarse tambien agua arriba, si el viento favorece, de una manera análoga, levando antes las anclas con que pudiera chocar: y aun establecerlo conversando desde agua arriba; pero en esta maniobra hay riesgo de que falten las anclas por la fuerza viva que adquiere el puente desde que forma 45° con la orilla hasta su emplazamiento.

Ventajas é inconvenientes. La gran ventaja de esta maniobra es la brevedad con que se lleva á cabo; pero exige pontoneros muy ejercitados, sobre todo en los rios anchos y rápidos, y un cuidado estremo para evitar que el puente forme una curva peligrosa para su conservacion.

La maniobra de replegar se ha llevado á cabo varias veces desde principios del pasado siglo. La de establecerlo por conversion es más reciente: la noche del 4 de Julio de 1809, víspera de la batalla de Wagran, Napoleon mandó construir un puente detrás de la isla Alejandro, en tres trozos que desfilaron por un canal de 12,^{m} de anchura, enseguida se unieron y conversó el puente quedando establecido en pocos minutos sobre el Danubio.

53. **Puentes de caballetes sobre pontones.**— Si la profundidad del rio exige el empleo de pontones, las orillas son escarpadas y difícil hacer en ellas las rampas, podria emplearse un puente de esta clase todo él; ó bien para unir la parte de puente normal hecha ya, con la orilla elevada. Puede construirse descansando las zapatas de los caballetes en el fondo de los pontones ó por encima de las bordas, segun la altura que se desee para el pavimento, en la que influye tambien la clase de piés que se usen. Con piés de segunda clase apoyados en el fondo, la altura del tablero sobre las aguas es de ocho piés.

Como en la esencia difieren poco los dos medios, nos ocuparemos solo del primero. Se arman pontones de tres piezas: en el fondo de las estremas, se ponen en sentido del eje cuatro tongadas de tablones; las dos que tocan é

las bandas, de dos tablones y las centrales cada una de tres: estas últimas dejan entre ellas el hueco preciso para que pase el regaton del pié, impiden que hiera el fondo y sirven de tope á la zapata, cuando se levanta el caballete: este se conduce en el ponton, sin armar, desde la orilla; una vez en el puesto que ha de ocupar, se arma, se levanta, se le apoya por medio de la cumbrera con un cric colocado en el ponton de enmedio, sus piés se ligan á dos viguetas de borda que van trincadas á los listones y se quiere dar más estabilidad al caballete, se le echan unos vientos á las cabezas de la cumbrera desde las anillas de banda de los pontones colaterales. Además de las viguetas de pavimento que unen á un ponton con los de al lado, se mantiene la distancia entre ellos invariable, por medio de dos viguetas que engarrando en las bordas y atadas á los listones van de proa á proa y de popa á popa. Bien se concibe que todo este lujo de precauciones es conveniente, para evitar, que por consecuencia de un choque ú otro accidente imprevisto, ocurra el inclinarse un caballete y enseguida la destruccion del puente.

54. **Puentes mistos.**—Frecuentemente se construyen con el material del tren, poniendo para los primeros y últimos tramos caballetes y apoyos flotantes en medio, cuando no hay en las orillas bastante profundidad para los pontones: y como veremos más adelante, suelen construirse en las orillas tramos de pilotes, cestones, etc. En la construccion de estos puentes mistos, se siguen las mismas reglas que hemos dado anteriormente.

CAPÍTULO 6.°

PUENTES ANORMALES.

SUMARIO. Puentes reforzados; por compuertas; en rampa; de via estrecha y de varias vias.

55. **Puentes reforzados.**—Se construyen los puentes de esta clase, reforzando el pavimento ó los apoyos. Compuesto el primero de viguetas y tablones pueden ponerse dos tongados de estos últimos ó disminuyendo su tiro por un par de viguetas más que se pongan por tramo, aumentar su resistencia. Respecto á las viguetas, puede aumentarse su fuerza relativa repartiendo el peso entre todas; solidaridad que se obtiene, adosando por debajo de todas ellas un cuerpo muerto que las sea perpendicular en su punto medio y ligado fuertemente por sus estremos al piso: y la absoluta, poniendo en vez de cinco, diez que pueden estar unas al lado de otras, ó en dos tongadas, para lo cual es necesario ligarlas de dos en dos; tambien se refuerzan disminuyendo el tiro ó sea poniéndolas un apoyo en su punto

medio. Los caballetes se refuerzan solo en seco, bien doblando sus piés ó apuntalando la cumbrera.

Con los pontones el medio más sencillo para reforzarlos es aumentar el número de piezas de cada uno, con lo que se sumergirán menos; y se hace así en los puentes largos para disminuir los balances laterales, intercalando algunos de tres piezas con los de dos, y especialmente en la canal de los rios.

Se repliegan como en los normales y la ventaja que ofrecen es prestar más solidez para el paso de la artillería ó de la infantería en masa.

56. **Puentes por compuertas.**—Una parte de puente construida sobre pontones y cubierta ya toda ella con el pavimento se llama *compuerta*, y puente por compuertas al formado por la union de varias de ellas.

Las compuertas se suelen construir de dos pontones, pero más comunmente de tres, y no habiendo más diferencia entre ellas que el mayor número de hombres y de material que se emplea en la construccion de la segunda respecto á la primera, pasaremos á esplicar la construccion de esta.

Se arman dos pontones I y II (figura 30) y se equipan con dos viguetas de borda *b b* cada uno, con las garras hácia arriba y amarradas á los listones y un apoyo en cada una de las cuatro bordas cerca de la union y se aparean sujetándolos con amarras *h* que van á la orilla: sobre las garras *b* de las viguetas de borda se ponen dos cuerpos muertos *a a* correspondiendo encima de las bordas más próxima y más lejana de la orilla, con las garras

hácia dentro y dos cuerpos muertos *a' a'* ó dos piés de caballete de 2.ª ó 3.ª clase sobre las garras que están en las otras dos bordas: ligados á los listones los cuerpos muertos *a'* y *a'* se establecen cinco viguetas engarrando en los que resultan más separados *a* y *a*; se cubre el piso y á un estremo y á otro de este se clava un tablon que lleve unido á él con una charuela medio tablon que caerá cubriendo las cabezas de las viguetas *n*. Un ancla con su cabo que fondeará la misma compuerta antes de marchar á su puesto, si la corriente no es muy rápida, pues en este caso la fondeará la seccion de anclaje; cuatro cadenas de suspension, dos viguetas *p* y *r* para unirla á la siguiente y dos remos para guardalados, completarán el material necesario. Al marchar la compuerta, debe estar construido ya el tramo de union CEHG (figura 31) que la ha de ligar á la parte ABEC, ya construida de un puente; este tramo lo forma el pavimento que une el cuerpo de apoyo último CE con un ponton GH equipado como de compuerta y que se establece por el método normal.

Para unir ahora la compuerta con el tramo de union, viene aquella, bien de la línea de anclaje, bien de agua abajo; se adosa el costado del ponton del tramo de union y se une á este de la manera siguiente: con las cadenas de suspension que tiene el tramo de union se dá vueltas, atravesando luego por el eslabon que convenga un perno, á las garras *a* y *n* de los dos cuerpos muertos de cada lado del puente; por cada lado del mismo, por encima de los escotes de los tablones como

cabeceras, se tienden dos viguetas *p* y *r* cuyos puntos medios correspondan á los G y H de union; se ponen los medios tablones de canto y se trinca el pavimento, que para esta operacion hubiese quedado sin hacerlo en la compuerta y en el tramo de union; y al mismo tiempo se trinca un remo para el guardalado en la garra *a* del cuerpo muerto de la compuerta más próxima al tramo de union, procurando que los nudos que unen los cabos que constituyen el guardalado se correspondan con la union de dos compuertas, para facilitar así la operacion de separarlas.

Resulta con esta construccion.

Tramo normal A C = 6,^{m} 636.
Idem de union G C = 6,^{m} 913.
Longitud de la compuerta P. F de dos pontones = 7,^{m} 189.
Idem de la TF de tres..... idem = 12,^{m} 166.

Para unir la segunda compuerta á la primera se procede de la misma manera que se ha hecho con esta y el tramo de union; así se sigue hasta cerca de la orilla opuesta, donde tendrá que construirse otro tramo de union para ligar el puente, bien sea con un caballete ó ponton establecido por el método normal, bien con el cuerpo muerto de la orilla.

57. Para dar paso á los cuerpos flotantes con que intente el enemigo destruir el puente ó con el objeto de no interrumpir la navegacion, se pone en los puentes normales una compuerta: y bien en este caso, bien en el de ser todo él construido por compuertas, cuando

se quiere dejar el paso libre, se desliga una por medios inversos á los que hemos seguido para unirla; desde el piso del puente se la ayuda á conversar agua abajo hasta dejarla adosada á una ú otra parte de puente, y se refuerzan las anclas de los pontones que forman el paso.

58. **Repliegue.**—Se hace esta operacion desligando las compuertas; despues se levan las anclas de agua arriba y la seccion auxiliar de anclaje las de abajo. Puede replegarse tambien por pontones sucesivos.

59. **Ventajas é inconvenientes.**—Esta maniobra es ventajosa en los pasos de rio ofensivos, porque el establecimiento del puente es muy rápido teniendo construidas las compuertas. Si el enemigo lanza cuerpos flotantes para destruirlo, se puede separar fácilmente, una ó más compuertas para darles paso.

Tiene el puente así construido el inconveniente de que la union entre sus distintos elementos no es tan perfecta como en los normales: se emplean más pontones, pues resultan dos de estos GH y NF muy próximos en las uniones y se necesitan pontoneros muy ejercitados, porque el gobierno de las compuertas se hace difícil en rios de rápida corriente; pudiéndose malograr la maniobra por el choque de una contra el puente en construccion. En las retiradas son útiles estos puentes, permitiendo su construccion el que sean replegados en el último estremo con rapidez.

60. **Puentes en rampa.**—Se pueden establecer en los rios cuyas orillas no están de nivel, siempre que la pendiente no esceda para el paso de la Artillería

de $\frac{1}{18}$ á $\frac{1}{24}$. Hay que hacer el sondeo para el establecimiento de los apoyos con la mayor exactitud y reforzar mucho con piquetes grandes los cuerpos muertos de entrada y salida.

61. **Puentes de via estrecha y de varias vias.**—Siendo en una unidad el número de cuerpos de apoyo mayor que el que corresponde al piso en un puente normal, puede alargarse este, disminuyendo el número de viguetas de cada tramo á tres ó cuatro en vez de las cinco que se ponen en los puentes normales; resultando la anchura del puente de 1,^{m}396 cuando se ponen tres y de 2,^{m}153 cuando se ponen cuatro. En ambos casos, los tablones dejan de ponerse normales á las viguetas, formando con ellas ángulos de 52° y 38° respectivamente; dejan de ponerse los medios tablones de canto para trincar el piso y se arreglan la entrada y salida del puente poniendo en prolongacion de las viguetas, piezas inútiles de madera donde se apoyen los tablones, igualando luego las tierras.

62. Cuando lo permite el material y para facilitar el tránsito, pueden establecerse dos vias contiguas: si los apoyos son flotantes, aumentando el número de piezas de estos; y sin caballetes en las orillas, haciendo que una de las vias siga su curso normal y la de agua abajo oblícuo. Ambas se construyen como en los puentes normales.

CAPÍTULO 7.º

PUENTES CONSTRUIDOS CON LOS RECURSOS DEL PAIS.

SUMARIO. Puentes de caballetes: belga de Pirain y ordinario.

63. Hemos manifestado que el mejor medio para que un ejército pueda maniobrar libremente, habidas en cuenta las corrientes de agua, consiste en que lleve consigo un tren de puentes que sin embarazarle en sus marchas, le facilite el paso de aquellas que á su paso encuentre; pero á veces no basta el material que consigo lleva ó le conviene no desprenderse de él al avanzar, dejando subsistir sin embargo la comunicacion ya establecida; y entonces se echa mano de los recursos del país para que, bien combinados con el material reglamentario, bien empleados esclusivamente, aseguren las comunicaciones del ejército con la base de operaciones de donde partió.

En la construccion de estos puentes de circunstancias, se procurará tener presentes todos los detalles que hemos

apuntado al tratar de los reglamentarios y en su estudio seguiremos el mismo método que nos ha servido para aquellos: así que nos ocuparemos primero de los puentes construidos con apoyos fijos y despues con flotantes, completándolo con los suspendidos, para los que se puede echar mano del material del tren reglamentario.

El Oficial de Artillería debe tener presente que no siempre irá en operaciones á la inmediacion de una compañía de pontoneros que le construya un puente para el paso de sus piezas; antes al contrario, fiando en sus conocimientos y recursos, se le encargará de dirigir el paso de un rio no solo para sus baterías, sino tambien para las tropas á que vaya agregado, y no debe olvidar que mientras la infantería que fácilmente pasa un rio, vea en la Artillería su poderoso auxiliar de los combates, todo será buena armonía; pero desde el momento en que se retrasen las maniobras por su causa, con solo que la construccion del puente que exige su material, se prolongue más allá de algunos minutos, todos fijarán su atencion en él con impaciencia y concluirian por mirar su arma como un estorbo, sobre todo en una retirada. Utilizar, pues, todos los recursos del país construyendo puentes de circunstancias, será la tarea que más á menudo incumba al artillero, mientras la construccion y servicio del tren reglamentario corra á cargo del cuerpo de Ingenieros, como lo está hoy.

64. **Puentes de caballetes.**—De la misma manera que nosotros, casi toda Europa ha introducido en

sus trenes reglamentarios el caballete Birago que ya hemos descrito; solo Bélgica usa uno distinto debido al mayor de Artillería de Thierry: como uno y otro pueden construirse con los recursos del país daremos una ligera descripcion del segundo.

65. **Caballete belga.**—Consta (figura 32) de dos trípodes y cada uno de ellos de dos piernas B, un peon A, la mesilla C, el perno *d*, las hachas clavijas *f* y los tres tirantes de hierro *b* que unen por abajo las piernas al peon A; todas las piezas son de pino escepto la cumbrera M que es de olmo: armado el caballete descansa la cumbrera en dos piezas de madera *n*, que corren con holgura á lo largo de las mesillas C, haciéndolo estas á su vez á lo largo de las piernas B y fijándolas á la altura conveniente, por medio de las hachas clavijas que se introducen en los taladros que á lo largo de las piernas existen á 0,^{m}1 distantes uno de otro. El hacha clavija (figura 33) sirve de hacha, de perno, de martillo y de arma blanca; el cuerpo del hacha A dá más fuerza al perno D y proporciona en *a* un asidero cómodo; su filo A se preserva con una funda de cuero que lleva en su fondo una chapita de hierro.

Las piernas están redondeadas en su parte inferior para ofrecer menos resistencia á la corriente y en la superior tienen cuatro taladros distantes entre sí 0,^{m}25: está calculada esta distancia para que el trípode pueda colocarse á plomo, hasta sobre un fondo que tenga 45° de inclinacion; lo que se logra haciendo que el perno *d* pase por el primer taladro de una pierna y el cuarto de la otra

y el peon segun lo exija el terreno. Desde luego se concibe por el mecanismo antes descrito que siempre es posible situar horizontal la cumbrera cualquiera que sea la inclinacion del fondo donde se hayan de establecer los caballetes, como asimismo dar la altura que se desee á las mesillas y con ellas á la cumbrera.

66. Construccion.—Para construir un puente con estos caballetes, se hace de una manera análoga á la que esplicamos para los de reglamento ó de Birago: constrúyese una compuerta de maniobra á la cual se trasportan todos los materiales de un caballete; anclada que esté, se presenta en frente de la parte construida del puente; se trinca la cumbrera á las viguetas de maniobra y con ellas se desatraca y empuja á la compuerta hasta que esté á la distancia conveniente ó sea á la longitud de las viguetas próximamente; una vez aquí se establece el trípode de agua abajo, luego el de agua arriba, se establecen las mesillas á la altura conveniente con las hachas clavijas, dejando ya caer sobre ellas la cumbrera, que arrastrará consigo las viguetas; estas se aseguran á la cumbrera trincándolas á unas muletillas de hierro *a* que tiene en una de sus caras. Mientras se establecen los trípodes, otras secciones de pontoneros cubren el piso con tablones y lo trincan.

67. **Ventajas é inconvenientes.**—Como en nuestro país solo ligeramente se ha ensayado este sistema de caballetes, nos ha parecido conveniente trascribir la defensa que de él hace el Capitan de pontoneros belga Ruydts, al verlo atacado por M. H. Meurdra, que dice

ser el caballete Belga menos sencillo y rígido que el de Birago, á más de ser más pesado y difícil de establecer.

«Presenta dice, Ruydts más superficie á la accion del agua, es verdad; pero esto no obsta para establecerlo en corrientes bastante rápidas.

En 1851 se construyeron puentes con el caballete Belga sobre el Mosa, en Jupille por bajo de Lieja, en un punto en que el rio tenia de 1,^{m} á 1,^{m}50 de profundidad y de 2,^{m}50 á 3,^{m} de velocidad por segundo. Se construyeron con regularidad y resistieron á la corriente. Se habia tomado la precaucion de cargar ligeramente cada tramo.

Se pueden establecer los caballetes á alturas variables entre límites más grandes que con el caballete Birago. Ofreciendo cada trípode tres puntos de apoyo, tiene más estabilidad que el pié único del caballete Birago.

Se adapta bien á las desigualdades del terreno, por la facilidad con que se pueden alargar ó encoger sus piernas y peon.

La pequeña zapata del caballete Birago no permite establecerlo en terrenos fangosos.

El caballete Belga por su sistema de zapatas cruzadas bajo sus piés, puede establecerse aun en los fondos más fangosos. En 1860 se han hecho esperiencias en Amberes con este objeto. Un puente de caballetes se construyó á la izquierda de la puerta de Béguines sobre el foso de las antiguas fortificaciones. El fondo tenia de 1,^{m} á 1,^{m}50 de fango. Se abrió el puente á la circulacion durante bastantes semanas y no obstante haber pasado piezas

de artillería de sitio, no esperimentó el menor daño.

Es muy estable por sí mismo: las viguetas son sencillísimas; toda pieza de madera que tenga las dimensiones reglamentarias puede ser empleada como tal.

Levantando los tramos de entrada y de salida no sufre el resto del puente, pudiéndose hacer en él cuantas cortaduras se deseen.

Los tramos pueden alargarse ó acortarse á voluntad.

Se puede empezar la construccion del puente por ambas orillas á la vez ó construir desde luego el tramo de salida.

En fin, el piso del puente se halla desahogado, pues los piés caen fuera de él, y no entorpecen el tránsito.

Añadamos que el caballete Belga permite bajar ó subir el tablero en toda la longitud de sus piernas, mientras que el de Birago, estando establecido, no lo puede hacer sino en pequeña cantidad; pues al bajarlo más, concluyen sus piés por cruzarse sobre el tablero, esponiéndolos á ser rotos por los carruajes que transiten, y la manera de entrar sus piés en las cajas de la cumbrera, hace que se aumente el rozamiento é impide la bajada de esta. Sea como quiera, esta maniobra se hace difícilmente con el caballete Birago, mientras que tres hombres en el Belga la ejecutan con facilidad, aun durante el paso de tropas por el puente, lo que es una gran ventaja.

El caballete Belga se presta á multitud de aplicaciones, ventaja que no tiene el Birago. Se le puede equipar para servir como cábria, cabrestante, para clavar pilotes, etc.

Se ha reprochado comunmente al caballete Belga la desventaja de ofrecer gran blanco á los tiros de la Artillería. Este defecto parece más grande de lo que es en realidad; porque una pierna y aunque sean ambas y el peon pueden ser rotas por encima de la cumbrera, sin que por esto padezca la estabilidad del puente. Se ha demostrado repetidas veces este hecho, quitando despues de construido el puente los pernos que unen las cabezas de las piernas y el peon, en cada trípode.»

Haremos, pues, constar que efectivamente nos parece bueno el caballete Belga y que sería de desear se repitiesen los ensayos en nuestro país, publicándose los resultados que se obtuviesen, comparándolo sobre todo con el Birago.

68. La construccion del caballete Belga con los recursos del país, es fácil, exige poco tiempo y no es necesario obrero alguno especial. La (figura 34) dá una idea de él y la (figura 35) del que se ha empleado en Bélgica para terrenos muy fangosos.

69. De la misma manera se puede improvisar el de Birago (figura 36.) Escogido que sea un tronco H de suficiente grueso para que pueda servir de cumbrera, se procede á abrirle las dos cajas M y N distanciadas convenientemente. El sondeo dará la longitud que han de tener los piés por bajo de la cumbrera y se construyen escuadrando un tronco T lo suficiente para que la parte no trabajada sirva de tope, cuando se hace entrar por la caja M la parte labrada T; ó bien introduciendo las dos piezas de madera S ligadas

por la cabeza, y clavando dos zoquetes de madera P que sirvan de tope á la cumbrera, despues de presentada en la posicion en que ha de quedar. Las viguetas se dotan de garras, abriendo estas en el macizo de los estremos del tronco que se haya elegido como en A; clavando dos zoquetes de madera que formen la garra B, á la distancia que sea necesaria para que abrace la cara superior de la cumbrera M N, que de antemano se labra; ó finalmente preparando aparte la garra y luego sujetándola á la vigueta, como en C. Estas viguetas con garras se colocan preferentemente á los estremos como en *a* y *e* sujetando las otras *b c d* á la cumbrera con amarras, grapas, etc.

70. **Puentes de caballetes de Pirain.**—Cuando un ejército solo dispone de gran cantidad de tablas, le es fácil improvisar maderos que desempeñen el papel de viguetas, cumbreras, etc.; basta para lograr una pieza de una longitud y escuadría dada, coser con tornillos de hierro ó de madera *a*, un número conveniente de tablas (figura 37) que estén en contacto de estremo á estremo y en opuesto sentido las fibras: la pieza así obtenida, es poco inferior en resistencia á los maderos ordinarios. Puesta de canto una de estas y encima otra de la misma manera se logra obtener con ambas así colocadas la resistencia que se desea. En sentido longitudinal, sino basta la de las tablas, se hace coincidir la union *b* de dos de ellas con el punto medio de la que le está inmediamente adosada.

Como la resistencia de estas piezas es funcion del cuadrado de la dimension vertical *cn*, con objeto de

economizar tablas, aumentando al mismo tiempo esta dimension y facilitando su colocacion, se suele adoptar la disposicion A. En general siempre que la resistencia se quiera obtener á la compresion en sentido de su longitud, como en el caso de que la pieza haya de servir para pié de caballetes, se logra el objeto por medio de tablones; cuya flexion se impide, colocando por ejemplo dos H y M frente el uno del otro, distanciados una cantidad doble de su grueso y clavándolos en sus estremos y en medio sobre zoquetes de madera *m* con tornillos ó pernos. De esta suerte la flexion de los tablones es imposible al esterior y al interior, si son fuertes los tornillos; y la pieza en conjunto, así obtenida, tendrá la misma resistencia á la compresion que otra de madera llena, cuya seccion fuese igual al doble de la de un tablon y su altura la distancia máxima que separa á dos zoquetes próximos. Multiplicando estos convenientemente, puede la pieza antes obtenida soportar 30 kilógramos por centímetro cuadrado de su seccion trasversal.

71. M. Blumensthil Capitan de Artillería (1) ha propuesto en 1854 construir con tablones ó tablas ordinarias cosidas por los procedimientos más sencillos y espeditos, viguetas de gran longitud, bastante resistentes para soportar los mayores pesos que consigo lleva un ejército, fáciles de manejar y de 20,^{m} de largo, pero como la descripcion de ellas y su construccion, así como las modificaciones que han sufrido; la disposicion adoptada

(1) Meurdra.

con el mismo resultado y objeto por el Comandante de Ingenieros M. Fabré, y finalmente cuatro líneas que dedicásemos á la construccion de puentes Americanos ó á la Town nos apartarian del objeto que nos hemos propuesto, nos ceñiremos á la descripcion de un puente que por el sistema de M. Pirain construyeron nuestros pontoneros en Africa en 1860 sobre el rio Samsa, copiando la de la memoria que sobre los trabajos allí llevados á cabo escribió el distinguido Jefe que los dirigió D. Mariano García.

«Estos puentes se construyen con tablas ordinarias de 4 metros de longitud próximamente, 0,^{m}25 de anchura y 0,^{m}027 de grueso: el caballete (figura 38) está formado por dos piés y una cumbrera.

Cada pié consiste en un sistema de dos tablas paralelas separadas entre sí de 0,^{m}06 á 0,^{m}08 (figura 40) por medio de tacos de madera *c* y *n* colocados en la parte interior, cuya separacion se mantiene fija por medio de pernos que atraviesan y sujetan ambas tablas en la parte superior é inferior del pié. En el intérvalo de las dos tablas entra la cumbrera D (figuras 38 y 39) que se compone de otras dos ó tres tablas cosidas por medio de tornillos; la cumbrera lleva en cada estremo en sus caras laterales dos orejas de madera *a* y *b* fuertemente sujetas á ellas por medio de pernos y con la inclinacion necesaria con respecto á la vertical, para que cogiendo el pié entre las dos pueda la cumbrera resbalar á lo largo del mismo: los piés están atravesados á diferentes alturas por agujeros, en los cuales entran las clavijas ó pernos de hierro

ó de madera B (figura 40) que sirven para sostener la cumbrera.

Las viguetas de pavimento se reemplazan por bastidores (figura 41) de cuatro metros de longitud, articulados con una cumbrera sujeta por dos pernos y que están destinados á sostener el tablero de un tramo. Cada bastidor consiste en un cierto número de medias tablas puestas de canto, en sentido de la longitud del puente, unidas entre sí por dos travesaños horizontales *a* y *b*, uno á cada estremo del bastidor, y clavados el uno por encima y el otro por debajo; el número de medias tablas *t* que hacen de viguetas, varía segun el ancho y la fuerza que se quiere dar al puente. Las viguetas del primero y último tramo están cubiertas por medias tablas puestas de plano y que llevan en sus estremos unas argollas que sirven para unir entre sí unos bastidores á otros.

El puente que se construyó bajo este sistema, tenia 2,^{m}50 de anchura y 8^{m} de longitud, propio para el paso de la artillería de campaña si era preciso; el bastidor se hizo con quince tablas de 0,^{m}15 de altura y la cumbrera de caballete con tres; cada tramo de 4,^{m} de longitud, pesaba próximamente unos 560 kilógramos.

Este sistema presenta una gran ligereza y mucha facilidad en la maniobra de su construccion y repliegue: cuatro carpinteros construyeron un tramo en cuatro horas y se estableció todo el puente en media; resistió el paso de la infantería á cuatro de frente y el de las acémilas del ejército en los dias 23, 24 y 25 de Marzo.»

72. Otro puente sobre el mismo arroyo de Samsa se estableció en dicho dia, que tenia siete metros de longitud, compuesto de dos tramos con un caballete construido con tablas unidas y el pavimento lo constituian cinco viguetas, formadas cada una con dos medias tablas cosidas y despues cubiertas por tablones trincados á las viguetas, cumbrera y cuerpos muertos.

73. **Caballete ordinario.**—Este es el que ordinariamente se usa por su pronta construccion, su sencillez y la facilidad de darle la resistencia necesaria para el paso de la Artillería. Los prontuarios marcan las dimensiones que han de tener segun el arma que ha de pasar por ellos. Describiremos ligeramente el que se construye en nuestro país cuyas dimensiones le hacen suficientemente resistente para todo el material que de ordinario lleva consigo un ejército.

Se compone (figura 42) de una cumbrera A, de cuatro piés ó montantes B, de dos travesaños inferiores D, dos sopandas T y cuatro tornapuntas C. En la cumbrera van abiertas cuatro entalladuras *r* con la misma inclinacion que han de tener los piés con respecto al terreno, que varía de $\frac{1}{10}$ á $\frac{1}{16}$ y en las cuales entran los piés que se clavan á ella, cortándoles la parte que sobresalga de la cara superior de la cumbrera, donde van marcados además los trazos *h* que indican la posicion que luego han de tener las viguetas.

Los travesaños superiores T se clavan adosados á la cumbrera A y los inferiores D y tornapuntas C, se clavan

y ensamblan á media cola de milano, achaflanando las aristas de todas las piezas.

Sin embargo que todas las maderas se pueden utilizar para la construccion de estos caballetes, es preferible el pino; porque resistiendo bien, pesa poco. Un taller de diez hombres puede al mando de un Sargento construir un caballete en dos horas, siendo conveniente numerar las distintas partes de cada uno que se construya, para poder armarlos pronto y sin confusion.

74. Pueden construirse otra clase de caballetes, que se utilizan en los tramos de entrada y salida, cuando los apoyos inmediatos son flotantes; son de cumbrera movible que resbala entre dos montantes que forman á manera de una *escaleta* y se sostiene por unos pernos de hierro que atraviesan los montantes.

75. **Construccion.**—(Figura 43.) Establecido que sea el cuerpo muerto N, se procede á la colocacion del primer caballete C, sentándolo y fijando á él con grapas las viguetas; se cubre despues el piso M hasta 0,^{m}50 de su cumbrera y se procede del mismo modo con el segundo: pero si ya la profundidad es mayor de 1^{m} ó la estacion no permite que se metan sin gran riesgo los pontoneros en el agua, se fondean los caballetes por uno de los medios que indicamos á continuacion.

Puede hacerse uso de dos largas viguetas de maniobra D cuya longitud sea de 9^{m} á 12^{m}; en uno de sus estremos llevan una fuerte grapa de hierro *a* y algunos travesaños *s* en el otro; se las dispone simétricas respecto al eje del puente, de modo que su separacion por

delante sea de 3,^{m} y 1,^{m} por detras y sobre un gran rodillo *r*. El caballete A que se quiere colocar se sitúa al estremo de aquellas en sentido perpendicular, atada su cumbrera con los cabos que llevan las grapas *a* y los piés hácia abajo; despues se le empuja hasta el sitio conveniente y allí se le establece levantando rápidamente los estremos *s* de las viguetas, rectificando con estas su posicion si fuese necesario.

Se hacen resbalar por las viguetas de maniobra las que han de formar el piso del tramo, y dos hombres que pasan por ellas las fijan á la cumbrera con grapas, desatando los cabos y terminando el tablero como de ordinario. Si no hubiese las grapas *a*, puede ligarse bien la cumbrera al estremo de las viguetas y servirse para la maniobra de los estremos *b* de los cabos.

Se colocan tambien los caballetes, estableciendo dos viguetas formando plano inclinado, de manera que sus estremos que quedan elevados, se apoyen en la parte de puente ya construida y los otros en el fondo; la longitud de este plano inclinado ha de ser tal, que el caballete resbalando por encima, los piés adelante, llegue exactamente á su puesto; se le endereza tirando de los cabos que llevará atados á sus piés y empujándole con bicheros por la cumbrera.

Se facilita mucho la misma operacion, valiéndose de una balsa que lleve dos montantes con agujeros por los que pasan pernos de hierro en los que se apoyan las viguetas de maniobra y luego por estas se hace resbalar el caballete con cabos hasta su puesto, donde quitados

los pernos baja, y se le coloca ayudándose de bicheros.

Puede acelerarse la maniobra si se tiene una barca, y si son dos, entre ambas se tienden dos viguetas que llevan suspendido el caballete hasta su puesto; quitadas aquí las viguetas se establece como antes con los bicheros. Todos estos medios se emplean en las escuelas prácticas, pero repetiremos que lo ordinario es meterse los pontoneros en el agua siempre que la temperatura y la profundidad lo permitan.

76. **Repliegue.**—Se verifica en órden inverso; quitando el piso de un tramo, amarrando antes dos cabos á los estremos de la cumbrera de caballete y tirando de este, se le vuelca y conduce agua abajo hasta la orilla, siguiendo así con todos ellos.

77. **Ventajas é inconvenientes.**—Los caballetes son fáciles de construir, no necesitándose obreros especiales para esto; un taller de diez hombres dirigido por un Sargento, recibiendo la madera sin escuadrear, construye un caballete en dos horas; pueden hacerse de cualquiera madera; pero no pueden emplearse en rios que tengan profundidad que esceda de 2,^{m}50 y velocidad mayor 1,^{m}50 por segundo.

Uno de los pasos de rio más notables verificados por puentes de caballetes, es el del Berecina llevado á cabo en circunstancias escepcionales por el ejército Francés en Noviembre de 1812. M. Correard ha publicado en París la siguiente relacion histórica acerca de él, que copiamos de las conferencias del Capitan de pontoneros belga Ruydts.

Durante la retirada de Rusia, los pontoneros reparaban los puentes de todas clases, que se encontraban en muy mal estado, en el camino que recorria el ejército. Se construyeron en Smolensk dos puentes de caballetes sobre el Duieper y otros dos de igual sistema en Orcha, sobre el mismo rio. Las barcas dejadas en Witespk, se habian trasportado á Orcha, destruyéndolas para que no cayesen en poder de los Rusos.

El enemigo habia cortado el gran puente de Borisow y esperaba al Ejército Francés delante de aquella Villa, en la orilla derecha del Berecina, con fuerzas considerables; fué preciso intentar el paso de dicho rio por otro punto y se le atravesó por Wesolowo, unas cuatro leguas más arriba de Borisow donde su anchura es de 54 toesas y su profundidad de 6 á 7 piés.

El General de Artillería Eblé y el General de Ingenieros Chasseloup, llegaron al anochecer con las tropas de su mando á Waselow el 25 de Noviembre, para reunir sus esfuerzos á fin de establecer los puentes necesarios al ejército. Los pontoneros carecian de toda clase de embarcacion.

El 26 al amanecer pasó la Infantería sobre débiles balsas construidas al efecto; un regimiento de Caballería ligera atravesó el rio á nado, y protegió á la Infantería y el establecimiento de los puentes.

Habia en Orcha seis dias antes de llegar al Berecina un tren de puentes de 60 barcas provisto de todo. Se le destruyó por órden del Emperador el 20 de Noviembre, apesar de la proposicion que habia hecho el General

Eblé de trasportar una parte de aquel tren, quemando las barcas al salir de Orcha detrás de un gran bosque, para que los Rusos no pudieran apercibirse de ello, ni impedirlo.

Al llegar al Berecina el General Eblé solo contaba por todo material, seis cajas de herramientas, dos fraguas y dos carros de carbon. Las barcas y lanchas que le faltaban así como los demás aparejos, los sustituyó con materiales tomados sobre el terreno y viendo el resultado de las disposiciones adoptadas por el General Eblé para el establecimiento de los dos puentes de caballetes, sobre los que efectuó el paso el ejército, declaró el General Chasseloup que le era imposible construir un tercer puente con los Ingenieros y puso á disposicion del General Eblé los zapadores así como los caballetes que habian construido, diciendo al Jefe de Estado mayor del Conde Eblé (Coronel de Artillería Baron Chapelle) en el momento en que se principiaban á construir los puentes.

«Reconozco que la Artillería es la que en la guerra debe estar encargada de los puentes, porque tiene por su personal, su ganado y material grandes recursos que le sobran, aun cuando los de otros cuerpos están agotados.»

«Los Ingenieros y el Batallon del Danubio (obreros militares de Marina) han entrado en campaña con un parque considerable de herramientas de toda especie; sin embargo hemos llegado aquí sin una fragua, sin un clavo ni un martillo. El éxito de la operacion se le deberá al General Eblé porque él solo tenia los medios de em-

prenderla. Se lo he dicho y os lo digo tambien para que se lo repitais, suceda lo que quiera.»

Los pontoneros y los zapadores trabajaron en la construccion de los puentes con un celo y un valor digno de los mayores elogios.

Aunque fatigados por largas marchas y privados de subsistencias, en una sola noche derribaron casas, reunieron y eligieron maderas y construyeron los caballetes; despues el mismo personal construyó los puentes, los mantuvo y reparó durante tres dias y tres noches.

Los pontoneros solos trabajaron dentro y fuera del agua para reparar los puentes que se rompieron varias veces. Apesar de los hielos que arrastraba el rio se metieron á menudo en el agua hasta el pecho para colocar los caballetes. De más de cien pontoneros que entraron en el agua, ya para construir los puentes, ya para repararlos, solo un pequeño número volvió con el ejército; los demás quedaron á orillas del Berecina ó no seguian dos dias despues del paso. No se les ha vuelto á ver más.

El General Eblé que tenia la construccion de los puentes del Berecina, como el más importante y mejor de los servicios que habia prestado en su larga y gloriosa carrera, sucumbió el 30 de Diciembre de 1812, por las inauditas fatigas de aquella desastrosa campaña, un mes despues de aquel memorable paso.

Los pontoneros no abandonaron los puentes hasta el 30 de Noviembre á las cuatro de la mañana, despues de haberlos destruido á presencia del General Eblé, en disposicion de que no pudieron repararlos los Rusos.

CAPÍTULO 8.º

PUENTES CONSTRUIDOS CON LOS RECURSOS DEL PAÍS.

SUMARIO. Puentes de pilotes.—Idem de cestones y ramaje.—Idem de flejes de hierro.—Idem de carros.—Idem de barcas.—Idem de balsas.

78. **Puentes de pilotes.**—No se construyen estos á presencia del enemigo por el mucho tiempo y materiales que se invierten en ellos; pero sí, cuando un ejército que necesita sus trenes para operaciones ulteriores, quiere dejar aseguradas sus comunicaciones á retaguardia; sobre todo si teme avenidas ó cuerpos flotantes que lance el enemigo para destruirlo ó ha de durar mucho por prolongarse la campaña, pues son los puentes que ofrecen más solidez y estabilidad, estando bien construidos.

Los apoyos de estos puentes (figura 44) se componen de una fila de pilotes *b* de encina, roble ó pino, cuya longitud sea tal que clavados con una machina hasta

que rehusen entrar más, no haya recelo de que la corriente llegue al tablero. Debe procurarse que todos ellos queden colocados en un mismo plano vertical y paralelo á la corriente; si el terreno es blando, basta endurecer los estremos *h* al fuego, si no lo es, se les pone un regaton de hierro; cuando todos ellos estén bien clavados, operacion que por lo larga debe hacerse simultáneamente en varios estribos, se les cortan las cabezas á una misma altura y se les une por medio de un travesaño horizontal *c* que se procura quede á la altura de las aguas del estiage y por otros oblícuos *d* clavados todos á los pilotes. La operacion de clavarlos é igualarlos se hace con auxilio de una balsa.

Descansando sobre las cabezas de los pilotes se sujeta con grapas la cumbrera *o;* sobre ella descansan las viguetas y sobre estas se ponen los tablones: de dos en dos metros se coloca, desbastándolo en la parte que toca á las viguetas, un tablon *a* más grueso, de modo que no sobresalga del piso más que los demás y en él se clavan unos piés derechos *n* en los que se van apoyando los guardalados.

Sin embargo de que el cálculo de la resistencia que ofrece un pilote de 7,^{m}20 de largo y 0,^{m}30 de escuadría, en sentido vertical y sometido á un esfuerzo pasajero, dá 13.500 kilógramos ó sea un peso mayor que un tramo y el más pesado carruaje de Artillería encima de él; teniendo en cuenta que durante una circulacion activa, el puente está sometido á oscilaciones que tienden á desunir sus distintos elementos y á inclinar los pilotes, con-

tribuyendo tambien la corriente segun sea esta más rápida y el pilote más largo á producir el mismo efecto, no se debe caer en el error de suponer que bastan pocos y delgados pilotes para construir un estribo, antes al contrario, la esperiencia, teniendo en cuenta la desviacion de la vertical que pueden sufrir los pilotes y las alternativas de humedad y sequedad á que están sujetos y que son causa de su constante deterioro, aconseja que los de cada estribo, sean segun las circunstancias de tres á seis, su longitud ordinaria 7,^{m} y su escuadría de 0,^{m}27 á 0,^{m}40. Como tiene más estabilidad el puente cuanto mayor es el peso del tablero, no se deben desbastar los troncos que sirvan de viguetas, más que en las partes que estén en contacto con otras piezas.

Los estribos se suelen resguardar del choque de cualquiera especie de cuerpos flotantes, con unas estacadas aisladas del estribo y compuestas de pilotes *p* cuyas cabezas encastran en una cumbrera inclinada A; revistiendo su arista labrada al frente, de una chapa de hierro que á su vez se sujeta á los pilotes con bridas del mismo metal.

80. **Ventajas é inconvenientes.**—Son más estables que los demás puentes, resisten á corrientes muy rápidas y su uso es preferible, cuando la profundidad del rio sea de tres metros ó tres y medio el máximum y su fondo sólido y penetrable á la vez.

Tienen el inconveniente de no ser aplicables en un paso ofensivo; pues además del tiempo y materiales que se necesitan, no suministran medios de desembarcar

tropas en la orilla enemiga. Un fondo de roca ó una profundidad escesiva impiden tambien establecerlos.

81. **Puentes de cestones y ramaje.**—Entra como elemento principal de construccion en estos puentes el ramaje y bien se comprende que su uso está aconsejado en el caso de tener á la inmediacion algun gran bosque. Sírvense de ellos los pontoneros para atravesar terrenos pantanosos ó pequeñas corrientes de poca profundidad, orillas bajas y fondo de arena movediza ó fango.

Para construirlo se disponen de pié, en el fondo del rio, filas de cestones en sentido de la corriente, espaciadas segun la longitud que tengan los troncos que han de servir de viguetas; se les rellena de piedras y arena gruesa y despues se apoya en los de cada fila una cumbrera, de modo que quede bien sujeta á los cestones y horizontal. Respecto á el diámetro de los cestones, el del ordinario que usa la Artillería ó sea 0,^{m}56 basta para el paso de la Infantería; para el de gruesa Artillería se emplearán de 1,^{m}50 á 2,^{m} de diámetro.

Para construir el piso se tiende una capa de faginas en sentido perpendicular á las viguetas y encima uno ó dos zarzos; estos se cubren á su vez, para facilitar el paso, con una capa de arena que regularice su superficie.

Si el ramaje de que se dispone es menudo y no hay troncos de que echar mano para viguetas, y la profundidad es de dos á 3^{m} ó más, bien se concibe que el método anterior no es aplicable: pero se puede construir el puente con *tubos de cestones* de la manera siguiente: reunidos 4, 5 ó más cestones de 1^{m} de longitud por sus

estremos y enlazados á una pértiga, constituyendo así sólidamente unidos un tubo, se arroja este al rio en sentido de la corriente, manteniéndole en esta posicion por medio de dos cuerdas atadas á sus estremos y se les obliga cuando hay varios á ir al fondo cargándolos con piedras ó sacos de tierra que se les echan encima; continuando así por capas resulta un dique de tubos por los que pasa la corriente. Cuando sobresalgan estos del agua en todo el ancho del rio se iguala su superficie con faginas clavadas á ellos con piquetes, perfeccionando el piso con zarzos y una capa de arena.

Interiormente se suelen reforzar los cestones con unas crucetas de madera, impidiendo así que se aplasten.

Este método es lento, pero el puente que así resulta, soporta el paso de la Artillería. Aunque no ofrecería tanta resistencia, podria construirse el puente con tubos de cubas grandes desfondadas.

82. Finalmente, diremos que por terrenos fangosos puede la Artillería construirse un paso con solo ramaje; lechos de faginas arrojados en el terreno, teniendo cuidado de que alterne la direccion de las de cada lecho y que el superior lo constituyan faginas colocadas en sentido perpendicular al eje del camino que se vá á construir; cubiertas, despues de clavadas con piquetes, con uno ó dos zarzos y luego arena, proporcionan un camino sólido aunque de pesada construccion.

83. **Puentes de cestones de hierro.**—En la guerra de Crimea, efecto del mucho fuego que hacian las baterías de sitio, se incendiaron las caras de algunas

cañoneras que eran de las ordinarias de ramaje; los Ingleses que tanto usan flejes ó cintas de hierro para ligar las pacas de heno y otras materias prensadas, los utilizaron para construir con ellos cestones. Flejes A C de 2,^{m} de largo por 0,^{m} 07 de ancho (figura 45) que llevan un boton *a* en un estremo y un hojal *r* en el otro, se arrollan como el ramaje alrededor de ocho ó diez piquetes tambien de hierro, de forma prismática para que el fleje se ajuste mejor á ellos y despues se abrochan sus estremos. Estos cestones se llenan de piedras ó cascajo, pues la tierra se escaparía por los intersticios.

Para crecido número, como necesita la construccion de un puente, tendria que llevar consigo el ejército que quisiera valerse de los flejes un gran número de ellos y piquetes, que aunque empacados, aumentarian considerablemente los carros del tren de trasporte, embarazando mucho. Por esta razon, solo en un caso escepcional como en el que se encontraron los Ingleses en Crimea, podrian usarse de la misma manera que los de ramaje y construirse el puente bajo las mismas reglas que aquellos.

84. **Puentes de carros.**—Otro de los medios que se ponen en práctica para construir un puente de circunstancias, es reunir todos los carruajes de una localidad determinada, buscar entre ellos los más fuertes, de llanta más ancha y de más largo y resistente eje, siendo tambien preferibles los de cuatro ruedas y disponerlos del modo siguiente.

Suponiendo que sean de cuatro ruedas y de estos los

mejores son de la Artillería por su esmerada construccion y mayor solidez, se les prepara convenientemente antes de emplearlos, sujetando el juego delantero de modo, que las cuatro ruedas no tengan otro movimiento que en línea recta, bien sea hácia adelante ó hácia atrás; enseguida se afirmarán sobre los ejes y junto á las ruedas unos piés derechos ó montantes bien fuertes y en posicion vertical, colocando despues sobre sus cabezas una cumbrera dispuesta de tal modo, que quede á la altura necesaria para que despues de sumergir el carro en el agua, sobresalga de esta una media vara. Si los ejes no ofreciesen garantías de solidez, se les sustituye con unas vigas á cuyos estremos se ponen las ruedas.

Para colocarlos, se introduce el primero en el agua en direccion perpendicular á la corriente rodando hasta cerca de la orilla opuesta, bien empujado por pontoneros que entran en el agua, bien tirando de él hombres ó caballerías situadas en dicha orilla y allí se establece en su puesto, señalado por las viguetas que desde el cuerpo muerto de salida vendrán á descansar en la cumbrera del cuerpo delantero; se sigue colocando los demás del mismo modo hasta la orilla de partida, procurando que queden perfectamente alineados y todas las cumbreras á la misma altura.

Si el puente ha de estar construido con carruajes de dos ruedas y solo ha de pasar Infantería por él, se colocan aquellos perpendicularmente á la corriente, cruzándose las viguetas de dos tramos contiguos encima de sus ejes y haciendo que los brancales queden horizontales

por medio de fuertes piquetes que sustituyen á los tentemozos.

Sean de cuatro ó de dos ruedas pueden colocarse los carros en sentido de la corriente, pero este sistema es desventajoso respecto al anterior, pues por la inclinacion natural del lecho del rio, uno de los costados del carruaje se encontraría más bajo que el otro, siendo fácil un vuelco; con esta disposicion que está representada en la (figura 46), se necesita doble número de carruajes que con la anterior; C es un travesaño que descansa sobre los varales y sobre el cual y otro situado en el carruaje opuesto agua abajo, descansa la cumbrera *m*: á esta deben atarse fuertemente las viguetas *n* y á ellas el piso *p*.

En la última invasion francesa en 1823, el ejército francés pasó el Fluviá cerca de Crespía por un puente de carretas y otro de caballetes resistiendo el primero lo mismo que el segundo.

85. **Ventajas é inconvenientes.**—Los carruajes de un determinado país están construidos para ir por los caminos que haya en él, sean buenos ó malos; pueden por consiguiente llevar ellos mismos sin molestar á las tropas los demás materiales, como viguetas, tablones, cuerdas, clavazon, etc., que en union con ellos han de servir para construir el puente, pero su uso está limitado á corrientes cuya profundidad no esceda de 1,^{m}50, pues aun metiéndose los pontoneros en el agua, la colocacion de los carros sería difícil y los travesaños tendrian que quedar muy elevados para que pudieran sobresalir por

encima del agua, perdiendo la estabilidad del puente.

86. **Puentes de barcas.**—Si un ejército encuentra en su marcha un rio por cuyas aguas naveguen los productos del país que recorre, puede apoderarse de los barcos que en él existan y con ellos construir un puente; bien por carecer de material reglamentario, bien por querer marchar adelante con él, si lo tiene, y convenirle dejar aseguradas sus comunicaciones á retaguardia; hay tambien ocasiones en que conviene efectuar el paso con rapidez y pueden construirse varios puentes que uno de ellos sea de barcas; finalmente se emplean estos flotantes de comercio cuando se desea construir un puente más sólido y resistente que los que se construyen con el material reglamentario.

Siendo en general las barcas, gabarras, lanchas, etc. del comercio de bastante capacidad, las compuertas y partes de puente con ellas construidas, resultan difíciles de manejar aun en rios de corriente regular; por lo que no suelen echarse los puentes con ellas, y sí solo por barcas sucesivas.

Reunidas que sean todas las que se encuentren en las inmediaciones, se procede á hacer de ellas una primera clasificacion; serán apropósito para servir de apoyo si ha de transitar Artillería todas las barcas en que el producto de sus tres dimensiones dividido por 3,2 arroje un número mayor de $12^{m.o}$, capacidad que se juzga necesaria para resistir sin sumergirse un peso de 7 á 8000 kilógramos; el resto que no reuna esta condicion servirá para auxiliarla construccion del puente y su custodia.

Entre las que sirvan para apoyos, todavía se procurará escoger aquellas que tengan próximamente las mismas dimensiones para evitar los resaltos que se ocasionarian en el piso del puente con el tránsito, en un tramo compuesto de dos barcas de capacidad muy diferente.

Se colocarán dos barcas bastante sólidas en los tramos de entrada y de salida, por ser los puntos donde más sufren con el choque de los carruajes. Sin perjuicio de estar colocadas por órden de magnitud para evitar los resaltos en el piso, se colocarán en el thalweg las barcas que tengan más capacidad, para que entre ellas queden grandes intérvalos por donde puedan pasar las aguas y aun los cuerpos flotantes; y se las buscará de la forma que ofrezca menos resistencia á la corriente, esto es largas y estrechas.

Si las bandas de las barcas son bajas se dispone dentro de ellas un caballete en cuya cumbrera descansen las viguetas; si son altas y resistentes se abren en ellas muescas donde las viguetas se apoyen ó bien se lastran las barcas; si fueran endebles y bajas se disponen en su interior caballetes que repartan el peso en su fondo ó bien se ponen unos travesaños con muescas en sus estremos, para que engarrando en las bordas, den más solidez á la barca y sirvan de apoyo á unos largueros que en sentido del eje de ella se clavan y donde vienen á descansar las viguetas.

Si las barcas son endebles pueden rodearse á proa y popa con grandes bragas que abracen la quilla, evitando

de este modo que se descuadernen. Si son fuertes lanchones, se hace sufrir todo el peso al fondo, disponiendo en ellos un caballete cualquiera. Si escasean las barcas y las que haya son de grandes dimensiones, se calculará si serrándolas por la mitad, cada una de las dos partes que resultan puede servir de apoyo; si así es, se clavan enmedio de ellas y junto á dos curvas, desde el fondo hasta las bordas, fuertes tablones, calafateando las juntas; la operacion de serrarlas luego, se hace en el agua. Este medio ha sido empleado varias veces por los pontoneros franceses, especialmente en las campañas de 1809 á 1813.

87. Equipadas que estén las barcas y amarradas agua abajo del eje del puente, van colocándose en sus puestos, bajo las mismas reglas que digimos para la construccion por pontones sucesivos; las viguetas se apoyan sobre las cuatro bordas de las barcas que forman el tramo; si son anchas, queda poco claro para el paso del agua, lo que es un inconveniente en corrientes rápidas, pero se evita algo alargando el tiro de las viguetas, haciendo que cada una de ellas se apoye solo en tres bordas. Si las barcas son estables y muy sólidas todavía los claros se obtienen mayores haciendo que las viguetas descansen en una sola borda de cada barca, en cuyo caso hay que colocar en cada una pequeñas viguetas, que engarren en las dos bordas, sujetándolas con fuertes grapas á las viguetas largas, despues de apareadas. Todavía en rios anchos y rápidos se puede aumentar la longitud de los tramos haciendo lo que los Ingleses en 1814 en el Adour; que

fué sustituir las viguetas con cinco fuertes cables de 230^{m} de longitud bien tesados, fuertemente amarrados y descansando de largo en largo trecho en quechemarines de 20 á 40 toneladas. Si bien esta disposicion proporcionó en aquella ocasion con los cables, proteccion contra los brulotes lanzados desde Bayona á los buques anclados más abajo del puente, en general tiene este medio el inconveniente, de que no pudiendo colocar compuertas como siempre debe hacerse, interrumpe por completo la navegacion.

88. Si los rios donde se establecen puentes de barcas están sujetos á mareas ó hay poco fondo en las orillas, suelen construirse en estas, partes fijas que ordinariamente son de caballetes, facilitando así la disposicion en rampa que une á los flotantes con las orillas. Las anclas se reparten segun su resistencia y magnitud de las barcas, procurando reforzarlas si hay necesidad ó sustituyéndolas si fuese necesario por los medios que ya conocemos (párrafo 35 y 36.)

Si el rio es rápido, como las proas están sujetas á los esfuerzos de los cabos de ancla, debe dirigirse el eje del puente agua abajo de los centros de gravedad de las barcas, para que el tablero quede horizontal. Si es profundo y sus orillas escarpadas, pueden usarse los caballetes belgas sobre barcas; la misma disposicion es conveniente, por la facilidad que hay en dichos caballetes de levantar el piso, cuando el rio está sujeto á mareas ó hay un desnivel considerable entre sus orillas. Ya hemos dicho (párrafo 53) como pueden usarse los caballetes

reglamentarios sobre pontones con el mismo objeto. Entre los varios puentes de barcas que se han construido, merecen especial mencion: por las dificultades que hubo que vencer, el establecido por D. Luis Gautier pontonero Español en la desembocadura del Urumea en 1836 bajo el fuego del enemigo que bloqueaba á San Sebastian; y por la magnitud de la empresa, el construido sobre el Escalda en el sitio de Amberes en 1585 tambien por los Españoles.

89. **Puentes de balsas.**—Cuando se carece de material reglamentario ó barcas del comercio, pueden usarse para la construccion de los puentes las balsas, que se forman con materiales más ligeros que el agua, sujetos por medio de armazones ó bastidores de madera.

Las formadas con troncos de árboles, ó *almadías*, son las empleadas generalmente. Sirven para el trasporte de tropas, para desembarcos y baterías flotantes, á más del uso que de ellas se hace como apoyos de puente, limitado á rios cuya velocidad no esceda de 1,^{m}50 por segundo.

Las balsas de troncos de árboles se construyen en el agua, por ser así el trabajo más fácil y porque de hacerlo en tierra, se deteriorarian al botarlas al agua y una vez en ella todos los troncos tenderian á tomar su posicion de equilibrio y dislocarian la balsa.

La fuerza de flotacion de estas es variable, dependiendo del número de árboles, su densidad, estado y tiempo que han de permanecer en el agua. El estado de los árboles es preciso tenerlo presente, pues variará

segun la edad, época de corta y sequedad de ellos, circunstancias que hacen no se tome como rigorosamente exacta la siguiente tabla, que se refiere á su densidad.

MADERAS.		Peso del metro cúbico en kilógramos.	Fuerza de flotacion en kilógramos.
Alcornoque		240	760
Alamo..	ordinario	387	613
	blanco	511	489
Abeto..	blanco	529	471
	amarillo rojo	657	343
Cedro		575	425
Alerce		543	457
Pino...	blanco	553	447
	rojo	657	343
Alamo negro		553	447
Tilo		604	396
Nogal		685	315
Peral y manzano		734	266
Abedul		738	262
Fresno		845	155
Haya		852	148
Encina seca		732	268
Idem verde		1170	< 0

Esta tabla puede servir como útil indicacion para la eleccion de las especies de árboles que conviene apear.

90. Si prácticamente se quisiese encontrar, en un caso dado, la densidad de un árbol, se corta un prisma rectangular y se sumerge en el agua poco á poco, hasta que su peso equilibre al del volúmen de agua que desaloja; suponiendo que de su altura total a se haya sumergido la parte b, partiendo de que 1^{mc} de agua pesa 1000^k y representando por p el peso del metro cúbico de madera, será $\frac{p}{1000} = \frac{b}{a}$ y $p = \frac{b}{a} 1000^k$

Siendo $a = 1^m$ y $b = 0,^m5$; será $p = 500^k$ y 1^{mc} de aquella madera que dé este resultado, necesitará para sumergirse $1000^k - p = 500^k$. Debe hacerse la esperiencia con varios prismas, cortados inmediatos al tocon unos, y otros de la parte más alta, por ser la densidad distinta; luego se toma el término medio.

Considerando al árbol como un cono truncado, será su volúmen $V = \frac{\pi}{3}(R^2 + r^2 + Rr)l$; y considerándole como un cilindro cuya base sea la seccion media del árbol $V = \pi r^2 l = \frac{c^2 l}{4\pi}$; en que r y c son el rádio y circunferencia de la seccion media y l la altura del árbol. Hallado que sea el volúmen medio v del número n de árboles y el peso medio p de un metro cúbico de su madera, se tendrá el peso P que pueden sostener dentro del agua por la fórmula

$$P = nv(1000 - p) \text{ kilógramos.}$$

Si la balsa ha de estar en el agua más de diez dias

se sustituirá $p + \frac{1}{10} p$ en lugar de p y $p + \frac{1}{4} p$ si los dias esceden de 45. La misma fórmula dá el valor de n sabiendo el peso P que ha de soportar la balsa que se quiera construir.

91. Elegidas que sean las maderas más resinosas, porque embeben menos agua, y menos densas; se apean estas, procurando que los árboles sean los más gruesos, rectos y de más de 12 metros de longitud, para que la balsa no resulte con claros entre árbol y árbol, ni carezca de estabilidad; despues se botan al agua untándoles antes los estremos con alquitran, para evitar en lo posible la absorcion del agua.

Si la balsa ha de construirse con árboles que tengan más de 12^m de largo, se unen unos á otros en toda la longitud, alternando los estremos más gruesos con los más delgados, de modo que el que esté en medio, tenga su estremo mayor agua arriba, con objeto de que la anchura de la balsa sea igual en toda su longitud y el centro de gravedad coincida en lo posible con el de figura para evitar accidentes. Si los árboles no tienen 12^m (figura 47), se unen dos á dos por sus estremos más gruesos con grapas c y los árboles de doble longitud que así resultan $a\,h$, se unen entre sí; con la diferencia que ahora resultan los estremos más gruesos en el centro de la balsa. En uno y otro caso se labran los estremos a de los árboles de agua arriba en bisel, no se les quita la corteza y sí solo los nudos y ramas que impidan su union íntima.

92. Reunidos los árboles en la orilla, se clava en el bisel *n* del que ha de quedar en el centro, el punto medio de una cuerda cuyas puntas vayan á terminar en los estremos *b* del travesaño de agua arriba; este debe estar clavado al árbol del centro de modo, que siendo su longitud la anchura de la balsa, resulte recto el ángulo *b n b*; á derecha é izquierda del árbol *n* se van colocando los demás; cuando están bien unidos y su bisel enrasa con la cuerda, se clavan al travesaño *b* y así se continúa; de aquí resulta que si los troncos son iguales en longitud se forma en la cola de la balsa un ángulo entrante igual al saliente de proa; rasante al vértice de este ángulo se clava el travesaño de agua abajo *d*; si el número de troncos fuese par, el vértice *n* del saliente lo formarian dos troncos.

A un fuerte piquete *f* se sujeta el cabo de ancla que ha de aguantar la balsa y el travesaño *t* sirve para evitar se enrede el cabo en los troncos; si ha de emplearse como apoyo en un puente, se ponen los travesaños *g*, y sobre estos y los listones *p s* y *o q* tres largueros *p o*, *q s* y *k*, sobre los que descansan las viguetas *v*; tocando al liston *d* se colocan dos toletes *x*, entre los que se arma el timon. Si ha de navegar para trasportar hombres, se cubre de tablones la pequeña parte que ha de estar ocupada por ellos; pues bien se concibe, que para llevar tanta gente, ganado ó material como cabe en su estensa superficie, sería necesario construirla con varias tongadas de troncos superpuestos y cruzados en sentido perpendicular los de cada una con la superior é inferior

á ella. Cárlos XII de Suecia en 1718 pasó el Sund en balsas de esta clase que se componian de seis tongadas de troncos; llevaba cada una dos piezas de á 18 y 500 hombres, rodeándolas parapetos de tablas con aspilleras.

Los detalles de construccion relativos al piso, colocacion del timon y cabo de ancla, son aplicables á las balsas que se construyen con troncos, de más de 12^{m} de longitud ó de menos; en ambas se hace que coincida el eje del puente, al cual van á servir de cuerpos de apoyo, con una línea *m l*, que esté distante hácia la cola 0,^{m}40 del centro de gravedad *r*, para contrabalancear así el esfuerzo de los cabos de ancla.

93. Para que un puente de esta clase esté sólidamente construido, es necesario: 1.° Que las balsas estén fuertemente ancladas ó amarradas á las orillas. 2.° Que sean estrechas, largas, distantes entre sí lo posible y aguanten sin sumergirse el piso de un tramo y la mayor carga que deba atravesar el puente. 3.° Que el tablero resulte elevado sobre las balsas 0,^{m}30 y esté compuesto de piezas cuya escuadría sea la suficiente ó muy poco más, para no sobrecargar las balsas sin necesidad; y 4.° Que haya una sólida union entre el tablero y las balsas.

La construccion del puente se hará por balsas sucesivas.

94. **Ventajas é inconvenientes.**—Las almadías pueden construirse rápida y sencillamente; no puede el cañon enemigo echarlas á pique; su conservacion y entretenimiento respecto á flotacion es fácil; empleadas para el trasporte de tropas, ofrecen mucha comodidad

para el embarco y desembarco, presentan más superficie y encallan difícilmente; son aplicables á la mayor parte de las corrientes y soportan grandes cargas.

En cambio exigen gran cantidad de madera para su construccion; ofrecen mucha resistencia á la corriente; navegan con mucha lentitud y quedando el tablero del puente con poca elevacion sobre el agua, está muy espuesto al choque de cualquier cuerpo flotante.

El repliegue se hace por almadías sucesivas que se llevan á la orilla, á la sirga y ayudándose con bicheros, amarrándolas allí.

95. **Balsas de toneles.**—Se construyen estas, cuando no hay maderas para construir almadías y no hay otro recurso, pero siempre lejos del enemigo. Siendo la fuerza de flotacion de un tonel en general, igual al peso de agua que puede contener, la de una balsa construida con ellos, se calcula fácilmente; por precaucion deben ponerse toneles demás en ellas, pues algunos pudieran llenarse de agua por causa del fuego del enemigo ó por cualquier accidente.

Los toneles se mantienen en dos filas (figura 48) por medio de un marco formado por cuatro travesaños C y cuatro maderos *a*; estos últimos tienen labradas por abajo unas muescas, para que encajen en ellas los toneles; estos se tocan por los fondos y los que están á los estremos se atan para que no se escapen en los balances. El espacio A se deja para mayor estabilidad de la balsa; con el mismo objeto se la dá una longitud mayor de 6^m.

Si se carece de madera para el marco ó bien los

toneles son muy grandes, se les puede disponer en dos filas juntas; cada par va unido por un travesaño y sobre todos estos descansa en sentido perpendicular el madero que ha de hacer de cumbrera; á popa y proa de la balsa, se coloca atado un tonel en sentido perpendicular al eje de la balsa; resulta así esta con poca estabilidad y es imposible vaciar un tonel que por un accidente cualquiera se llene de agua. Si bien sirven para apoyos de puente con esta última disposicion, no sirven para trasportar gente.

96. Se han empleado algunas veces flotantes de guttapercha llenos de aire; pero en las repetidas esperiencias hechas con ellos en Aranjuez, han dado resultados poco satisfactorios, por lo que no los describiremos.

Balsas construidas con cajas de madera calafateadas, con odres, pieles de buey, etc., se han empleado tambien; pero solo la carencia absoluta de otros recursos autorizará su construccion, pues siendo fácil al enemigo el destruirlas por muchas precauciones que se tomen, es aventurado su uso. Todos estos medios empleados con discernimiento y sin exigir de ellos otro carácter en su servicio que el momentáneo y accidental, pueden ser de gran utilidad en ocasiones dadas.

97. Finalmente puede ocurrir que solo se trate de facilitar el paso de un riachuelo ó torrente á un destacamento, y entonces hay ocasiones en que un solo árbol tendido en sentido perpendicular á la corriente, improvisa una comunicacion por la cual se desfila uno á uno. Derribado que sea el árbol, se le echa al cauce de modo

que presente sus ramas agua arriba (figura 49), reteniendo su pié en tierra con un fuerte piquete *h*: el esfuerzo mismo de la corriente empujará la copa á apoyarse en la orilla opuesta.

Si no alcanzase un árbol, por ser pequeño, se tenderán dos ó tres como están representados en la misma figura, sujetando el primero *m* por medio del tronco *p* en el que apoyará el *n*.

Si es un obstáculo en cuyos bordes se encuentre algun árbol de longitud mayor que la anchura de aquel, puede servir de puente, cortándolo de manera (figura 50) que venga á caer del lado del torrente ó riachuelo sobre el que se trata de establecer la comunicacion; para lograr esto basta hacer á el árbol el corte *m* hasta un poco más allá del eje y despues á pequeños golpes el corte *n*; para que no se desvie de la direccion que se desea, conviene sostenerlo á ambos lados con vientos, atados con anticipacion en la copa.

98. Tratándose de una comunicacion del mismo género de las que nos ocupan, puede suceder que al querer establecer un caballete ordinario que sirva de apoyo en medio del obstáculo, este sea tan profundo que no permita su uso, y entonces puede establecerse un puente con troncos como indica la (figura 51). Como el sostenerlos hasta que se crucen sus estremos y descansen sobre los travesaños *a*, presenta grandes dificultades, pueden obviarse estas algun tanto, con el uso de una polea *d* colocada á la cabeza de un tronco enterrado en *h* por su otro estremo y por la cual pasa una cuerda que

mantiene los troncos hasta fijarlos en la posicion oblícua conveniente; una fuerte tijera A sirve de apoyo á el tronco *h*.

El uso de una pieza de madera H que por un estremo termine en una rueda de carro que se asienta de plano en el fondo del rio y por el otro en una fuerte cruz *c*, facilita la instalacion de los troncos permitiéndoles apoyarse en esta por el estremo que avanza sobre el obstáculo.

Concluido así el esqueleto del puente solo falta establecer el piso *p* de cualquiera de las maneras que ya hemos indicado.

CAPÍTULO 9.°

SUMARIO. Puentes de cuerdas.—Idem de cintas flejes de Jones's

99. **Puentes de cuerdas.**—La historia presenta pocos ejemplos del empleo de estos puentes; pero hay circunstancias en la guerra en que su construccion es indispensable por no ser aplicables ninguno de los sistemas ya estudiados; se construyen para habilitar el paso de un torrente, rio estrecho, barranco profundo, así como para el restablecimiento de arcos rotos en los puentes de mampostería; su uso está limitado á salvar distancias que no escedan de 30^{m} á 40^{m} y aun estos casos escepcionales deberá estudiarse si es posible sustituirlos con otras disposiciones, como altos caballetes sobre pontones ó escombros del arco roto y otros medios de que ya nos ocuparemos al tratar del restablecimiento de los puentes.

Dos sistemas existen para establecer estos puentes: 1.° *Sostenido* el tablero del puente por dos cables gruesos, en los cuales descansa directamente. 2.° *Suspendido* de los mismos cables.

100. Si el obstáculo que se trata de salvar presenta una anchura de 12^{m} á 14^{m}, se amarran sólidamente á ambas orillas dos ó tres cables, de modo que entre los que estén á los estremos haya dos metros de distancia por lo menos; se tesan bien, procurando que todos presenten la misma curvatura. Despues se procede á colocar de pié sobre los cables y atravesado á ellos en su punto medio, un caballete cuya altura sea igual ó poco mayor que lo que disten las cuerdas en sus puntos medios del piso del puente; la cumbrera de caballete ha de ser mayor que la anchura que se ha de dar al piso del puente y los cuatro piés del mismo estarán invariablemente unidos por fuertes travesaños, que descansarán sobre todos los cables, lo que se facilita abriendo en aquellos unas ranuras por donde resbalen estos; á el caballete se le mantiene en su sitio, evitando que oscile durante la construccion, por medio de vientos que van á parar desde él á las orillas. Luego que esté colocado y trincado á los cables se colocan desde la orilla á su cumbrera las viguetas y se cubre el piso. Si la distancia que hay que salvar tuviese 10 metros ó menos, podrian tenderse cinco cables y despues de bien amarrados á las orillas y tesados, sentar directamente los tablones sobre ellos; pero teniendo cuidado de trincarlos bien á los cables para que no se puedan separar unos de otros por el tránsito que se establezca por el puente.

101. Si careciendo de puentes de la necesaria solidez para soportar Artillería, se tuviesen dos fuertes cables, se podrian utilizar para el paso de sus carruajes

del modo siguiente: amarrados á la orilla y tesados igualmente, se coloca sobre ellos una plataforma de bastante superficie, que tenga por ruedas cuatro poleas de garganta profunda, que abracen los cables y rueden sobre ellos como si fueran carriles, disposicion que tiende á evitar un vuelco; encima de aquella se coloca el material y desde la orilla opuesta se verifica la traccion. Un bastidor con las mismas poleas y en el cual se coloca ó suspende la carga puede sustituir á la plataforma si no hay madera con que construir esta. Si el obstáculo que hay que vencer no pasa de 15 á 20 metros, puede usarse el método que dejamos espuesto, de sostener los cables directamente el piso del puente; pero no es prudente emplearlo escediendo de esta distancia.

Un ejemplo notable nos ofrecieron los Ingleses en 1810 en la habilitacion del puente de Alcántara, cortado por los Franceses y cuya cortadura escedia el límite generalmente admitido; pues tenia 30^{m} de longitud el puente. Pasaron por él las tres armas, aunque la Artillería de campaña tuvo que hacerlo al galope por el mucho pandeo que habia cuando llegaba á la mitad; se armaba en 15 minutos y estuvo establecido más de dos meses.

Encastraron en la mampostería del piso del puente un cuerpo muerto en cada orilla; tendieron de uno á otro tres cables de 0,^{m}1 de diámetro próximamente que sostuvieron el piso; sobre ellos descansaba una red de cuerdas que terminaba por ambos costados en unos travesaños, á los que se aplicaban unos aparejos que servian para tesarla en sentido del eje del puente y la sujetaban

á los mismos cuerpos muertos á que estaban atados los cables, marchando por unas zanjitas que luego se cubrian con tablones. Otros travesaños paralelos á las orillas y distanciados 3,^{m}3 entre sí, tenian unas muescas donde se alojaban las cuerdas de la red y servian, para tener estirada esta en sentido de la corriente y de apoyo á las viguetas que eran sencillas y dobles; estas tenian en sus estremos unos taladros por donde se introducian los pernos que unian unas á otras y que permitian que se alargaran ó acortaran segun lo que diesen de sí los cables; los tablones tenian un agujero por donde pasaban las trincas que los sujetaban.

102. Si la distancia que hay que salvar escede de 20^{m} resulta el puente construido como acabamos de indicar, con el tablero cóncavo é incómodo para la circulacion; pues si para disminuir estos inconvenientes se tesan mucho los cables, no disminuye la flecha de estos en proporcion del riesgo que se corre de que se rompan.

Se emplea, pues, el segundo medio, que es suspender el puente de la manera siguiente (figura 52): se tienden entre ambas orillas dos fuertes cables *a b* asegurándolos en aquellas á buenos amarraderos que generalmente son plataformas. Estos cables antes de amarrarse pasan por unas poleas *r* situadas en unas potencias ó caballetes M colocados en las orillas y bastante altos, para que el punto más bajo de la catenaria que forman los cables no toque al agua; de ellos se suspenden amarras C que sirven de péndolas para sostener unos travesaños *g* en que se apoyan las viguetas *d* del tablero.

103. Numerosas esperiencias hechas en Strasburgo por la Artillería Francesa han hecho adoptar como el medio mejor para distancias mayores de 20^m, el que acabamos de indicar combinado con el anterior, ó sea colocando debajo del puente suspendido dos cables *h* amarrados á las mismas plataformas que los *ab*; unos y otros se tesan con aparejos. Entre los dos travesaños de enmedio, pues se hace que sean estos en número par, se forma un marco con los travesaños *mn* y en estos se colocan cuatro poleas O por donde pasan dos fuertes tirantes *pp* y *qq* que se amarran á las orillas para evitar las grandes oscilaciones que sufren estos puentes.

Las cuerdas que se emplean en las construcciones indicadas son siempre de cáñamo, por su poco precio, fácil adquisicion y gran resistencia; han de tener un color plateado para ser de primera clase, verdoso ó amarillento para serlo de segunda y siempre un olor fuerte, desechándose las que huelen á enmohecidas ó tienen un color moreno oscuro ó presentan moteada su superficie de manchas oscuras. Deben ser las cuerdas flexibles, duras y de grueso y torcido constante.

Por las muchas aplicaciones que tienen en las construcciones deben tenerse presentes siempre las anteriores advertencias; en particular para los puentes suspendidos, se debe recordar que de nuevas se alargan antes de su ruptura $\frac{1}{6}$ de su longitud y con la mitad del peso necesario para romperse lo hacen $\frac{1}{10}$ próximamente. La

siguiente tabla, da una idea aproximada del grueso que han de tener segun el peso que han de soportar con seguridad y siendo por supuesto nuevas y de buena calidad.

Centímetros.	Kilógramos.
1	250 de carga.
2	850
3	1700
4	3000
5	4500
6	6400
7	8600
8	13000
9	15000
10	17500

104. **Ventajas é inconvenientes.**—Estos puentes deben ser considerados como de circunstancias, estando su uso restringido á los casos ya espresados, pues resultan poco seguros y durables porque las cuerdas se deterioran con rapidez; y de ningun modo sirven en un paso de rio ofensivo.

105. **Puentes formados con cintas flejes para cestones de Jones's.**—Las cintas flejes empleadas para la construccion de puentes por los Ingenieros Ingleses de Chatam (figura 53) tenian de anchura $cd = 0,^{m}082$, de longitud $cg = 1,^{m}955$ y el ciento pesaba $113,^{k}25$; dos botones a á un estremo y dos ojales n al otro, facilitaban por la union de varias en sentido de su

longitud, el construir los tirantes de suspension *a* (figura 55) que se emplearon en la construccion de los puentes. El grueso de dichos tirantes, varió en las distintas esperiencias verificadas, de una cinta hasta cuatro. Para darles la longitud y resistencia que se deseaba despues de construidos, se superponian las cintas, de modo que los agujeros pequeños *m* de ellas se correspondiesen y á través de todas ellas se pasaban los tornillos *r* (figura 54) con sus tuercas *s* resultando así formado el tirante con dos, tres ó cuatro cintas de grueso.

Los tirantes *a* (figura 55) se unian á las orillas por medio de gruesas piezas de madera B que se introducian por los anillos formados doblando los estremos de aquellos sobre sí mismos y sujetando la union con tornillos y tuercas. Las piezas de madera HA y B, se apoyaron en el terreno natural fijándolas en su puesto con fuertes estacones EL y D; en la orilla de partida se pusieron además unos zoquetes de madera C y unos aparejos T para poder tesar los tirantes.

El número de estos varió en las distintas esperiencias de cuatro á veintiseis. Uno de los puentes que resistió el paso de las tres armas, tenia 30,^{m}48 de luz por 2,^{m}43 de anchura; se emplearon en él 8 tirantes formados con 672 cintas flejes, dándoles cuatro de estas de grueso. Para prevenir las oscilaciones se sujetaban por la parte inferior de los tirantes y en su parte media unos travesaños, desde los cuales iban á las orillas vientos hechos con cintas flejes; el piso se cubrió con tablones en la forma ordinaria.

CAPÍTULO 10.

PASOS DE RIOS SOBRE CUERPOS FLOTANTES.

SUMARIO. Compuertas de embarque.—Puentes volantes.—Flotilla de pontones ó embarcaciones.—Balsas.—Barcas.—Carro-wagones de M. Francis.

106. De todos los medios que se emplean para pasar un rio, ya hemos dicho que los puentes construidos con el material reglamentario son los que responden mejor al objeto, estableciendo un medio de comunicacion contínuo de una á otra orilla en el más breve tiempo; siguen á estos en importancia los construidos con los recursos del país, con los que se logra el mismo resultado aunque á costa de mayor trabajo y tiempo, influyendo las circunstancias respecto á la clase de materiales que se han de emplear. Ahora bien, suponiendo que el paso del rio sea ofensivo; que tenga que hacerlo solo un destacamento considerable; que no haya interés en dejar aseguradas las comunicaciones á retaguardia; que se desee lanzar á toda prisa algunas tropas á la orilla enemiga para proteger la construccion de un puente; y en todos los

casos análogos, se emplearán como medio más espedito para el paso los cuerpos flotantes, del modo que vamos á indicar: estableciendo con ellos lo que se llaman *comunicaciones secundarias.*

107. **Compuertas de embarque.**—Si se construyen con el material reglamentario pueden ser de medio tablero ó de tablero entero, segun la superficie de los pontones que la constituyen que resulte cubierta.

Las de medio tablero se obtienen armando dos pontones de tres á cinco piezas cada uno, apareándolos con viguetas que se sujetan á las bordas esteriores despues de cruzar á ambos en sentido perpendicular á su eje: en el espacio que resulta entre las bordas interiores se establece un tramo de puente sobre cinco nuevas viguetas perpendiculares á las anteriores, dando acceso á este tramo central desde las orillas, por otros dos pequeños que van desde él á ambas bordas esteriores.

Las compuertas de tablero entero se diferencian de las anteriores, en que el número de piezas que constituyen los pontones que se aparean varía de tres á seis; en que las viguetas sobre las que se construyen ahora los distintos tramos, que cubren no solo el espacio intermedio entre ambos pontones, sino la casi totalidad de estos, se establecen perpendicularmente al eje de los mismos.

Ordinariamente se componen las compuertas de embarque no construidas con el material reglamentario, de dos barcos de gran capacidad separados entre sí unos cuatro ó cinco metros y sobre los cuales se construye el tablero de modo que las viguetas apoyen en las cuatro

bordas y sobre ellas los tablones; si las bandas no ofreciesen bastante resistencia se deberán reforzar.

En todas ellas se puede conducir caballería y artillería facilitando la entrada de estas armas en ellas por medio de embarcaderos que se construyen en las orillas; navegan y se gobiernan bien al remo y al bichero, sobre todo las de medio tablero, pues su construccion permite que en los pontones vayan los hombres remando con libertad y en el número suficiente para pasar rápidamente un rio; de aquí el uso que de ellas se hace, tan conveniente en los pasos á viva fuerza. Siempre se arreglan rampas en las orillas, de no haber embarcaderos, y debe tomarse en cuenta para esta operacion preliminar lo que haya de derivar la compuerta segun la velocidad de la corriente. Mientras dure el embarque se amarra aquella á la orilla ó se aguanta en su sitio con un ancla.

108. **Puentes volantes.**—Se dá, aunque impropiamente, el nombre de puente volante á una compuerta anclada ó ligada á un fiador, la cual se mueve de una orilla á otra por la accion del agua que la sostiene.

Un barco que en medio de la corriente presentase á esta su costado sufriria una accion que produciria en él dos movimientos distintos si bien combinados simultáneamente; tales serían el de seguir la corriente el uno y el de cortarla oblícuamente segun la inclinacion que tengan sus costados, el otro: ahora bien, amarrando el barco á un punto fijo y dejándole oscilar, se anulará el primer movimiento en sentido de la corriente y se ase-

mejará á un péndulo; pues solo obrará ya sobre él la fuerza normal á su costado, que será de más ó ménos consideracion segun lo sea la de la corriente, de la cual es componente; de aquí el que no se pueda establecer un puente volante cuando la velocidad es menor de 1^m y sea conveniente en aquellos puntos en que el rio va encajonado, porque además de ser el trayecto más corto hay en ellos mayores velocidades.

109. Las condiciones que todo puente volante ha de reunir para su mejor servicio son: solidez, estabilidad y ligereza al hacer su trayecto de una á otra orilla.

La solidez dependerá del poder de flotacion de los barcos ó pontones que se empleen, de la resistencia de sus bandas, de la escuadría de las viguetas y tablones, del grueso y calidad del cabo que sujete la compuerta al amarradero y de la resistencia y buen establecimiento de este; bien entendido que el cabo será, con el material reglamentario, sencillo, doble ó triple segun las dimensiones de la compuerta.

La estabilidad del puente volante depende del mayor ó menor intérvalo que separe á los barcos que constituyen la compuerta, por lo que se procurará distanciarlos lo más posible, teniendo siempre en cuenta la longitud y escuadría de las viguetas.

110. En la duracion de la travesía influyen varias causas, que son: velocidad y anchura de la corriente, posicion del punto de anclaje, longitud del cabo, ángulo bajo el cual choca la corriente con el costado de los barcos, forma y separacion de estos.

Es obvio, que á menor anchura de la corriente y mayor velocidad de la misma, durará menos tiempo la travesía.

El punto fijo A (figura 56) al que se amarra la compuerta suele ser un ancla ú otro de los objetos con que se la sustituye. Si la anchura del rio no escede de 50^{m} bastará un ancla de 150 kilógramos próximamente. Si es mayor, serán necesarias tres, dos de 150 kilógramos y una de 250: sujetas las tres al cable, se sitúa la mayor en medio con la caña en direccion de la corriente, las otras dos á los lados con las suyas cada una en direccion á una orilla, disposicion que tiene por objeto evitar que el cabo en sus posiciones estremas remueva el ancla grande, la desplace y arrastre. Puede emplearse tambien un fuerte pilote clavado en el fondo del rio: si este forma un recodo más abajo del cual se vá á establecer el puente, se puede amarrar á un punto de la orilla que esté en prolongacion del eje de la corriente. Cualquiera que sea el medio que se emplee, es necesario prevenir el caso que puede ocurrir, con funestísimos resultados, de romperse el cabo, llevando para evitar aquellos una ó dos anclas que rápidamente arrojadas al agua impidan á la compuerta irse rio abajo: una lancha ó ponton debe, con el mismo objeto, acompañarla en la travesía.

Para la eleccion del punto fijo á que nos vamos refiriendo, hemos de tomar en consideracion la posicion del thalweg. Suponiendo que pase equidistante de ambas orillas, deberá elegirse el punto A en medio del rio; pues el arco que tiene que describir el puente volante es el

mínimo, relativamente al que describiria con cualquiera otra posicion del punto fijo y el trayecto en que tiene que remontar la corriente para atracar, es el mismo tanto á la ida como á la vuelta y relativamente el menor. Si el thalweg se aproxima á una orilla, el punto fijo deberá acercarse á la otra, pues de esta suerte el puente tiene que remontar menos la corriente en la orilla donde recibe la impulsion más débil y pasa por lo mismo con igual facilidad en los dos sentidos.

Bien se comprende que cuanto mayor sea la longitud del cabo, menor es el trayecto que recorre el puente de una orilla á otra; se la limita, teniendo en cuenta que si en la primera mitad de dicho arco el peso y la accion del agua sobre aquel favorecen la marcha del puente, en la segunda en que el movimiento ha de ser ascendente, el cabo es un obstáculo al movimiento por las mismas causas, pudiendo llegar el caso de impedirlo del todo. Hoyer fija la relacion $\frac{91}{57}$ entre la longitud del cabo y la anchura del rio; la práctica ha hecho adoptar á otros la de $\frac{12}{7}$; pero lo más admitido es que dicha longitud esté comprendida, habida en cuenta la velocidad de la corriente y la forma de los barcos, entre una y dos veces la anchura del rio.

La misma diversidad de pareceres existe con relacion al ángulo, bajo el cual ha de herir la corriente á los costados de los barcos que constituyen el puente. Fijanse unos en el ángulo constante de 45°, otros en el de 54°, 44';

pero no creemos conveniente ni uno ni otro, pues siendo variable la fuerza de la corriente que imprime al puente un movimiento uniformemente acelerado primero y luego en la segunda mitad de la travesía uniformemente retardado, por causa tambien del efecto distinto producido por el cabo en ambos casos, parece lógico creer que variable debe ser tambien dicho ángulo.

Opinan otros (intentando demostrarlo) que el ángulo en cualquier momento en que se le considere, debe ser mitad del que forman la corriente y la perpendicular al cable. Sea como quiera, la práctica enseña pronto á los timoneles la inclinacion más conveniente que suele ser la de 70° á 60° al iniciar la marcha, de 60° á 50° en el thalweg, llegando á ser para que no haya choque al finalizar la travesía de 50° á 40°.

Los barcos deben ser largos y estrechos para cortar bien la corriente, y de bandas elevadas y casi verticales para mejor aprovechar el impulso de la misma; su fondo plano y horizontal y apenas elevado á proa y popa.

La mayor separacion que pueda existir entre los barcos, habida en cuenta la resistencia de las viguetas, será la mejor; pues no se ocultarán recíprocamente y recibirán el impulso de la corriente ambos á la vez.

111. Si se ha de construir un puente volante con los recursos del país, se toman como modelo para esta operacion, los que están en uso en el Rhin, Escalda, Oder, Vistula, etc., cuya descripcion haremos ligeramente. Consisten (figura 57) en una compuerta de dos grandes barcas cuya longitud varía de 25^m á 30^m, su anchura de

3,^{m}50 á 4^{m} y 1,^{m}70 de profundidad, y reunen las demás condiciones que ya antes hemos indicado. Se forma el tablero con viguetas que se apoyan y sujetan en las bordas y en unos caballetes O que se elevan sobre el fondo de cada barca, y sobre ellas se clavan los tablones; en la tercera parte de la compuerta, á contar de las proas, se eleva en cada barca un montante B y R uniéndolos á una altura que varía de 5 á 10 metros, segun sea menor ó mayor la velocidad de la corriente, con dos travesaños entre los cuales resbala una pieza de madera *b* llamada el gato; por un taladro abierto en esta, pasa el cabo A evitándose así que se roce y destruya, arrollándose la parte sobrante de él en un molinete *n*.

La parte del tablero L se destina á los pontoneros que han de manejar el puente; los montantes B y R se sostienen con vientos ó cadenas *a'*, que no estorben la entrada y salida de los carruajes; alrededor del piso se pone un guardalados C, con dos claros N á los costados, para embarcaderos, que se cierran con vallas.

Las viguetas *m* tienen por objeto evitar que se enrede el cabo con las proas. Un timon T en cada barca, sirve para dirigirlas; bastando unir ambas cañas de los timones con una pieza de madera, para que un solo pontonero maneje los dos. Si el rio tiene menos de 60^{m} de anchura se puede amarrar el cabo á una vigueta *s* situada á proa.

Para facilitar la entrada y salida se construyen en las orillas embarcaderos *c* (figura 56), á los que facilitan el acceso unas rampas *a* abiertas en el terreno. Con objeto

de que el cabo no toque al agua, se colocan á las distancias convenientes sostenes *s*, que son unos barquichuelos que presentan su costado á la corriente, obligados á ello por una pequeña brida *o* ligada á el cable.

En la (figura 58) está representado á grandes rasgos un puente volante con fiador, construido con el material reglamentario. A una compuerta de tablero entero se la amarran en sentido del eje y á proa de cada ponton dos viguetas *d*, sujetando fuertemente sobre ellas otras dos *ab*, á las que se ata el cabo en su punto medio; cuando está anclado, otra *c* paralela á las anteriores impide se enrede el cabo en las proas, por medio de una brida que se ata á sus estremos; los tablones *fh* sirven para que desde ellos se manejen los timones, construidos cada uno con un pié de caballete y un tablon.

Si estos timones no resultasen con bastante potencia para el manejo de la compuerta, y sobre todo, si construida esta con los recursos del país se careciese de bicheros, remos y timones convenientes, ó que el rio por su mucha profundidad impidiese el empleo de los primeros, existe un medio seguro y práctico para dar á los costados del puente la inclinacion conveniente: se sujeta á un punto *n* (figura 56) del cabo, distante 8 ó 10 metros de la compuerta, una cuerda *mn* que vaya á parar al costado espuesto á la corriente; un hombre situado en el punto *m* tirando con fuerza de la cuerda hácia sí, dará la inclinacion conveniente y graduará la velocidad del puente. Al hacer la travesía otra vez hácia la orilla de partida, cambia de puesto el pontonero que

estaba en el punto *m*, yendo al costado opuesto con el estremo de la cuerda, á situarse en el punto *h*. Este método es preferible al empleo de bicheros, remos y aun timones en rios de mucho caudal de aguas y gran velocidad.

Pueden atarse á un mismo cabo dos ó tres compuertas agua abajo de la primera; pero no debe emplearse este medio en campaña, por los funestos resultados que acarrearia la muy posible rotura de él.

Cuando el rio sea muy ancho, se establece una compuerta anclada en medio y de ella á cada una de las orillas un puente volante.

112. Si no escede la anchura de 100^{m}, puede establecerse de una orilla á otra un cable A B que sirve de fiador y entonces se llama puente volante con fiador á la compuerta que se sujeta á él (figura 58). El cabo E H D que la aguanta pasa por una polea (figura 17) que resbala por el fiador á impulso de la corriente; aquel se establece de modo que no toque al agua, elevándole hácia sus estremos con piés derechos C ó caballetes, que se sujetan con vientos. La distancia de la compuerta al cable debe ser por lo menos igual á la que haya de este al agua.

113. Si en vez de compuerta se usase una balsa, (figura 59) se construye esta dándole la figura de un trapecio y mejor de un rombo, y se la amarra á tres poleas *c*, *a* y *e*; tesando el cabo C ó el B, uno de los lados se pone en sentido de la corriente y el otro es impulsado por ella bajo un ángulo igual al D que se habrá hecho sea de 45° á 54°.

114. **Inconvenientes y ventajas.**—Los puentes volantes, si bien no proporcionan una comunicacion contínua de una á otra orilla de un rio, tienen muchas ventajas que les hacen ser empleados á menudo, sobre todo para la Artillería, mientras la Infantería pasa en botes, barcas, etc. Entre otras merecen mencionarse: su instalacion rápida aun en las mayores corrientes: exigir poco material: bastar para conducirlos un hombre ó á lo más seis: no solo dán paso á la Artillería sino á los carruajes más pesados: en ellos es fácil y cómodo el embarque: no interrumpen la navegacion fluvial y es difícil al enemigo destruirlos con máquinas infernales, ni flotantes arrojados á la corriente con este fin.

115. **Flotilla de pontones ó embarcaciones.**—Si las tropas que han de verificar el paso de un rio son de Infantería, bien para proteger en la orilla enemiga á los pontoneros que se ocupan de construir un puente, bien para sorprender un puesto enemigo, etc., tienen aplicacion los pontones del tren reglamentario, constituyendo con ellos una flotilla mandada por un Oficial. Ante todo se equipan los pontones, poniendo sobre los listones medios tablones, que se trincan á aquellos y á las argollas de banda, para que así puedan ir sentados los soldados, que serán lo más en número de diez por cada pieza de las que constituyan el ponton. Se procede con el mayor órden al embarque, facilitando este con unos tablones que desde la orilla se apoyen en los pontones. La Caballería y Artillería pasarán en compuertas ó puentes volantes.

Si la flotilla ha de estar compuesta de embarcaciones que se hallen en el rio, se clasifican estas, pues de no ir la Artillería y Caballería como en el caso anterior, será preciso reservar á estas armas las más grandes; bien entendido que solo en un caso estremo, se renunciará á la construccion de compuertas para el trasporte de ellas: la Artillería se desmonta para el paso y en las embarcaciones destinadas á la Caballería, se cubren sus fondos con tablas, para que los caballos no tropiecen en las curvas, lo estropeen y cayendo retrasen la operacion. Pueden tambien los caballos verificar el paso á nado llevados de la brida por los ginetes que van en las embarcaciones. Clasificadas que sean estas, se colocan las menores agua arriba de las mayores para evitar que derivando alguna choque con otra menor y la eche á pique.

Elegido el punto de embarque y el de atraque para el desembarco, para lo que se tendrá en cuenta lo que han de derivar las embarcaciones, se forman rampas suaves al menos para la Caballería y se dotan aquellas de las tripulaciones necesarias que se sacan de pontoneros, de los soldados de las demás armas que parezcan más diestros y de los barqueros del rio que se encuentren, vigilando mucho á estos últimos, si el país es enemigo.

El embarque de la tropa debe hacerse con el mayor órden, echándose al agua para llegar á las embarcaciones, sino se las puede atracar á la orilla; deben llevar sus armas cargadas y armada la bayoneta, repartirse por ambas bandas segun vayan entrando, observar el mayor

silencio, y nunca hacer fuego ni moverse: sobre todo al desembarcar, hacerlo con el mismo órden, pues la inobservancia de estas precauciones puede hacer que zozobre la embarcacion.

116. **Balsas.**—Si el paso se ha de verificar en balsas, se tiene cuidado de colocar la Artillería en el centro de ellas primero, y luego la Infantería, que entrando por hileras por un costado, se va repartiendo, promediando la carga desde el principio de la operacion, para que la balsa no se incline y todos vayan al agua. Con la misma idea y para que el centro de gravedad vaya lo más bajo posible, se hace permanecer á la Infantería de pié, descansando sobre las armas.

117. **Barcas.**—Se las suele encontrar en los rios de todos los paises, grandes, chatas y con rampas á popa y proa para facilitar el acceso á ellas de la Caballería y carruajes. Hacen la travesía ayudándose de la corriente, á la que presentan un costado con la inclinacion conveniente, halando de una fuerte maroma que va de una orilla á otra y en ocasiones prestan á los destacamentos utilísimo servicio.

Si el rio no escede de 50^{m} á 60^{m} puede una barca que tenga un cabo á proa y otro á popa, ambos de mayor longitud que la anchura del rio, ir de una orilla á otra trasportando tropas, halando alternativamente de los cabos; pero téngase presente que para emplear balsas ó barcas es circunstancia indispensable que la velocidad del rio sea muy pequeña, pues de no ser así, hay grave peligro de que sean arrastradas por la corriente.

118. **Carros-wagones de M. Francis.**—Prescindiendo de los pasos á nado, por vados y sobre hielo, de que nos hemos de ocupar más adelante, se ha visto que los medios puestos en accion hasta ahora por un ejército que quiere verificar un paso de rio, han sido: ó valerse para la construccion de los puentes del material reglamentario que consigo lleva, ó bien apoderarse de los barcos del comercio empleándolos como apoyos, combinados con caballetes ordinarios, cestones, pilotes, etc. Bien se comprenden los inconvenientes del segundo medio; respecto al primero ó sea llevar el ejército uno ó varios trenes de puentes, siempre es costoso y algunas veces espuesto por las dificultades que ofrece su trasporte.

M. José Francis de New-York ha obtenido patente de invencion para un carro metálico flotante que está llamado á operar una revolucion en el Arte del pontonero, facilitando el paso de los rios de una manera breve y sencilla.

Divídese el carro-wagon en dos partes: la primera que es de madera, la constituyen los brancales, ruedas, lanzas, etc., y la segunda el cajon ó wagon. Respecto á la primera ó sea el carro, solo diremos que tiene defectos de construccion que limitan los cambios de direccion del juego delantero á un ángulo de 15°, lo que es sumamente molesto y la lanza no tiene tampoco juego vertical; pero á todos estos defectos que se echaron de ver en las prácticas tenidas con él en Aranjuez, se les encontró fácil remedio variando la armadura, lo cual podria

hacerse llegado el caso de adoptarlo en nuestro país.

El wagon es inmejorable; consiste en una caja de hierro galvanizado y acanalado por compresion, de seccion rectangular, cuya capacidad es de 142,500 pulgadas cúbicas inglesas, siendo su longitud de 114 pulgadas, 50 de anchura y 25 de altura en sus lados mayores y esteriormente tiene catorce abrazaderas de hierro en cada uno, puestas horizontalmente en dos filas que se corresponden y que sirven para recibir y sujetar las varas de hierro ó de madera que sostienen el toldo, formado con listones y arquillos de madera y una tela impermeable; en los lados menores lleva dos ganchos esteriormente, de los cuales penden por medio de unas cadenas, dos pesebreras de hierro prensado y de seccion trapezoidal.

La union entre el carro y el wagon se verifica por cuatro pasadores de hierro, que van colocados en la base de este, bien en los vértices, bien en los lados.

Las planchas de hierro que entran en la confeccion del wagon, están galvanizadas y en consecuencia libres de oxidacion segun ha demostrado la esperiencia; son de forma acanalada, obteniéndose con esta disposicion, que cambia favorablemente el modo de resistir del material, que el esfuerzo que tiende á doblarle cuando soporta el wagon algun peso, ejerza su potencia por presion en sentido de la plancha por cada uno de los lados de las estrías; así que unida esta causa de mayor resistencia á la mayor densidad que adquiere el palastro por la compresion que recibe en la prensa hidráulica al

acanalarlo, dan por resultado que las planchas apesar de su poco espesor, tengan más resistencia que los tablones de una pulgada de grueso antes usados como forro en los pontones y botes de madera y permitan el tránsito de las tropas y Artillería.

Adóptanse para los carruajes de parques, así como para el tren de equipajes del ejército en general, lo que no dudamos aconsejar, fundándonos en las esperiencias hechas, siempre con buen resultado en Rusia, Prusia, Francia, Estados-Unidos y España; reportaria nuestro ejército grandes ventajas con sus numerosas aplicaciones que son las siguientes.

Considerando un solo carro-wagon con carga, al llegar á la orilla de un rio ó lago hacen los conductores que avance el ganado á nado y el wagon por su gran poder de flotacion, no solo suspende la carga que lleva, sino el carro á que va unido; una vez llegado á un punto accesible del otro lado, se descarga y puede continuar trasportando material ó tropas de una orilla á otra, bien con los caballos, bien desenganchándolos y cobrando del carro-wagon desde la orilla opuesta con un fuerte cabo, siendo en este caso conveniente darle la vuelta al empezar la travesía.

Puede usarse como ponton el wagon aislado, dotándolo para el trasporte de tropa ó material con los remos ó bicheros necesarios.

Cuatro wagones unidos y cubiertos con tablas pueden constituir una balsa capaz de resistir en la travesía una pieza de artillería con sus sirvientes y un ponton ó bien

una pequeña balsa construida con dos pesebreras, manejada al bichero por un hombre sentado en ella, pasa llevando el estremo del cabo que sirve para la sirga de la compuerta.

Unidos de dos en dos los wagones por sus lados mayores, sustituyen los pontones para servir de apoyos flotantes en la construccion de un puente, que resulta así con una anchura de pavimento de 19 piés ingleses. Este se forma con viguetas y tablones como de ordinario; obteniéndose el resultado de atravesar una corriente de agua considerable, con solo que el ejército esté dotado de un tren de trasporte formado con carros Francis y sin necesitar otro de puentes; comparando tambien el coste de este material con el de la chapa de hierro empleada en la construccion de nuestros pontones, resulta que si los de madera son más baratos que los de hierro, estos cuestan más que los de metal acanalado del sistema Francis, por lo que debian construirse de este, una vez desechados como lo están los de madera, adquiriendo del inventor las planchas con las dimensiones convenientes, no solo para los pontones del tren reglamentario, sino tambien para los botes que hoy son de madera y que demostraron en las esperiencias hechas en Aranjuez ser inferiores á los construidos por M. Francis.

CAPÍTULO 11.

CONSERVACION, DESTRUCCION Y RESTABLECIMIENTO DE LOS PUENTES MILITARES.

SUMARIO. Conservacion. — Avenidas. — Hielos. — Cuerpos flotantes. — Guardia del puente. — Amparos y atalayas. — Destruccion de los puentes de madera. — Idem de mampostería. — Idem reglamentarios. — Idem del enemigo. — Reparacion de los puentes de pontones ó barcas. — Idem de pilotes. — Idem de mampostería.

119. **Conservacion de los puentes.**—Despues de haber descrito los que generalmente se construyen por los ejércitos en campaña y discutido sus ventajas é inconvenientes, solo resta al parecer que el Oficial encargado de su construccion tenga acierto al elegir la clase y materiales con que ha de formarlos; pero aun suponiéndola acertada y bien construido el puente, falta asegurar su conservacion, sobre todo si el rio es ancho, su corriente rápida y está próximo el enemigo. Dicha conservacion es tan importante como su

buena construccion, porque un puente destruido en ciertas circunstancias puede acarrear grandes desastres.

Las principales causas de destruccion de los puentes son: las avenidas, el viento, el hielo, los cuerpos flotantes, los brulotes, las máquinas infernales, etc. Diferentes medios pueden oponerse á que estas causas produzcan sus efectos destructores.

120. **Avenidas.**—Desde el momento que una avenida se aproxima, es necesario vigilar para que la íntima union que debe existir entre los elementos todos del puente se conserve perfecta; y para ello, tesar ó arriar convenientemente los cabos de anclas, segun bajen ó suban las aguas, alargar los tramos de entrada y salida con el material sobrante, para evitar que en ellos toquen las aguas al tablero, subir este á medida que suban las aguas, si el puente es de caballetes. Si esto no bastase, convendrá retirar el puente, estableciendo uno volante hasta que la avenida disminuya.

Vientos. Cuando el viento es fuerte y contrario á la direccion de la corriente, se produce un oleage que daña al puente, sino se vigilan las anclas y achican los pontones del agua que suele introducirse en ellos.

121. **Hielos.**—Si los témpanos de hielo son pequeños, se evitan sus efectos destructores sustituyendo los cabos de ancla con cadenas si las hay ó forrando en cuanto sea posible la parte sumergida con estopas, jarcia vieja, etc. Pueden clavarse algunos pilotes tan cerca de las proas de los pontones, que las cuerdas que sustituyendo á los cabos de ancla vayan de las proas á aquellos

no toquen al agua; en este caso dichos pilotes hacen de tajamares, rompiendo los hielos y desviándolos de los flotantes. Tambien conviene facilitar el paso de los témpanos por debajo del tablero con bicheros, para evitar la presion que ejercerian si se les dejaba detenerse y amontonarse delante de los apoyos.

Si los témpanos son muy grandes se retira prontamente el puente, pues hasta los pilotes sufren con su choque.

122. **Cuerpos flotantes.**—Para detener á estos en el caso de que los lanzase el enemigo, se establecen, una guardia del puente, amparos y atalayas.

123. **Guardia del puente.**—Importando mucho á la conservacion del puente que el paso por él se haga con el mayor órden, se establece una guardia que á la salida y entrada hará observar las prescripciones siguientes.

La Infantería desfilará de á cuatro con un intérvalo de diez pasos entre las compañías y treinta entre los batallones; romperá el paso, no fumará, ni se detendrá á la salida; hará alto si el balance del puente es muy pronunciado ó si sobreviniese algun accidente.

La Caballería pasará en dos filas, los ginetes á pié con los caballos del diestro, sin hacerlos trotar, con treinta pasos entre los escuadrones y no se montará á caballo, sino cuando se esté lejos de la salida del puente.

La Artillería hará desfilar por piezas con intérvalo de una á otra de veinte pasos, conductores pié á tierra, menos los tronquistas; si los caballos ó mulas de algun

carruaje se recelan, se desenganchan y los sirvientes de la pieza la pasan á brazo.

Tanto con los carruajes de Artillería de sitio como con los que pueden seguir al ejército, se verificará un avalúo de su peso, para ver si el puente resistirá su paso; en caso de oirse algun chasquido en el piso se avivará la marcha; si un carruaje se rompe encima del puente se reparte su carga en los pontones más próximos y se le echa al agua.

Si la guardia, avisada por los centinelas de la entrada, viese venir tropas de Infantería en derrota, con la idea de lanzarse á pasar el puente, desplegará la mayor energía para detenerlos á la entrada y obligarles á cumplir con las prescripciones reglamentarias; pues de no hacerlo así acarreará inevitablemente la ruina del puente. Cuando hay varios se marcan unos para el paso á la Infantería y otros para la Caballería, Artillería y carruajes.

124. **Amparos.**—Se llaman así los obstáculos materiales que se colocan con objeto de detener los cuerpos flotantes que arrastre la corriente. Los mejores son las cadenas flotantes y las estacadas; y aun así no hay que contar mucho con su resistencia, porque pueden ser arrolladas por cuerpos flotantes de gran masa.

Las cadenas flotantes (figura 60) se componen de troncos de árboles en número de uno, dos ó mejor tres por eslabon, unidos estos entre sí por muletillas A B que entran en las argollas que cada eslabon tiene sujetas con pernos C D. Las estremidades de la cadena se fijan

sólidamente en las orillas á estacones, árboles ú otros fuertes amarraderos.

Las estacadas se forman con pilotes clavados de distancia en distancia en el fondo del rio, cuyas cabezas se unen por troncos que flotan. Tienen la ventaja de que suprimido uno de estos últimos, el intérvalo que deja, permite el paso á las embarcaciones.

Tanto las cadenas como las estacadas se establecen oblícuamente á la corriente; con esta disposicion se consigue con facilidad llevar á la orilla cualquier cuerpo flotante que se para en ellas. Deben estar tanto más lejos de los puentes, cuanto mayor sea la corriente y siempre á más de 1000^{m}, pues si se estableciese más cerca de aquellos, una vez rota por algun cuerpo flotante, se unirian á este los restos de la cadena y derivando en esta disposicion, chocarian contra el puente sin dar lugar á pescarlos y traerlos á las orillas.

Si agua arriba y á la inmediacion del puente existiese alguna isla se dispondria favorablemente la estacada en ángulo saliente hácia la corriente y con el vértice en aquella.

Puede utilizarse en rios de consideracion para la vigilancia y conservacion de un puente algun buque de vapor de los que en aquellos existan y asimismo es conveniente disponer una línea de torpedos agua arriba de las estacadas, para destruir los flotantes de gran masa, que son siempre difíciles de llevar á la orilla y muchas veces peligroso acercarse á ellos.

125. **Atalayas.**—Se llaman así los destacamentos

de pontoneros que se colocan agua arriba, en las orillas ó embarcaderos para vigilar los proyectos del enemigo y proteger los puentes contra las tentativas que haga este para destruirlos.

Han de estar compuestos estos destacamentos de soldados inteligentes, valientes y buenos barqueros para que provistos de rezones, garfios, amarras, etc., marchen en botes ó pontones que tienen dispuestos en ambas orillas á detener ó echar á pique los cuerpos flotantes. Para llevar á cabo esta delicada operacion, deben recelar de todos los palos, palancas ú otros objetos que parezcan destinados á producir la esplosion en los brulotes ó máquinas infernales que lance el enemigo; deben sí, lanzarse sin vacilar á estos, abordarlos y clavarles un garfio amarrado á un cabo, largar este poco á poco alejándose y despues halar de él hasta traer los flotantes á la orilla.

Aunque para la mejor vigilancia, siempre las atalayas se reparten entre los amparos y destacamentos, agua arriba de estos, por la noche y sobre todo cuando hay nieblas, deben recorrer el rio en todas direcciones; y aun anclar enmedio de él si es muy ancho un ponton, para desde él vigilar: bien entendido que la verdadera guarda del puente son las atalayas: si apesar de estas precauciones logra algun flotante pasar, deberá avisar á la atalaya del amparo, y esta, si no logra detenerlo ó echarlo á pique, avisar á la guardia del puente, que abriendo la compuerta, si la tiene, dé salida por ella al flotante.

La Artillería puede en las atalayas prestar escelente servicio, echando á pique con sus disparos los cuerpos flotantes; ó desunir las grandes balsas que lance el enemigo, para de este modo llevar sus trozos con más facilidad á la orilla.

126. **Destruccion de los puentes.**—Si un ejército se bate en retirada, es preciso á toda costa impedir que el enemigo se aproveche de los puentes permanentes ó de otra clase que se vayan dejando á retaguardia, por lo que se les destruye totalmente al irse retirando; pero si el ejército solo está á la defensiva, la destruccion solo ha de ser parcial, para restablecer la comunicacion cuando sea conveniente.

El Oficial encargado de la destruccion de un puente llena una mision delicadísima, por lo que solo se atendrá en el cumplimiento de ella á órdenes claras y terminantes y hará por conservar su serenidad hasta el momento crítico; pues si la destruccion es prematura podrá acarrear un desastre á su propio ejército y si aguarda demasiado, se espone á que el enemigo no le de tiempo para llevarla á cabo.

127. **Puentes de madera.**—Se destruyen con el fuego, amontonando sobre el tablero toda clase de materiales combustibles, como petróleo, camisas y faginas embreadas, artificios de toda clase, etc., y debajo y al lado de los apoyos, barcos cargados con lo mismo.

Algunas granadas puestas sobre el piso impedirán al enemigo con sus esplosiones, que se acerque á apagar el incendio y se consumará la destruccion total. Mejor

resultado se obtiene todavía replegando el puente, quemándolo en tierra donde no lo vea el enemigo y arrojando al agua todo el material de hierro.

Suspendido un barril de pólvora en medio de un tramo y bajo el piso, dentro de una barca que sirva de apoyo, ó colgado de la cumbrera de un caballete, destruye el puente al reventar; pero solo parcialmente.

Tratándose de inutilizar un puente de barcas con la idea de volverlo á construir, pueden soltarse las amarras del piso y anegar las barcas; pero este medio tiene el inconveniente de que el enemigo reuniendo y pescando los materiales y poniendo á flote las barcas, podria reconstruirlo en breve tiempo, por lo que no se empleará cuando convenga la destruccion total.

127. **Puentes de mampostería.**—Estos se destruyen volando un arco ó un machon entre dos arcos para que ambos caigan. En el caso de volar un arco (figura 61) se elige el más ancho ó aquel en que el rio tenga más profundidad y por medio de un ramal en recodo, que se abre á un costado, se llega á los riñones de la bóveda y se forma un hornillo *a*; un resultado análogo se obtiene con el pozo *c* abierto al lado del piso y colocando el hornillo *n*; pero como estos trabajos, si bien no molestan el tránsito, exigen tiempo, el medio más generalmente usado consiste en abrir una zanja perpendicular al eje del puente encima de la clave y colocar en ella 150 á 200 kilógramos de pólvora en dos ó tres montones ó barriles ó bien hornillos; cubriéndolos despues y atracando con piedras, tablas y tierra.

Volar un machon exige más tiempo, si bien la brecha que se obtiene es más ancha. Si el espesor suyo *ab* (figura 62) es próximamente de 1,^{m}50, se colocan en el eje dos hornillos *m* y *n* con 50 ó 60 kilógramos de pólvora, haciendo para llegar á situarlos las dos galerías D y E; pero si el espesor *ab* es de 2,^{m} ó 3,^{m} será preciso abrir la galería A, luego en sentido del eje la CB y á sus estremos colocar los hornillos *m* y *n*; pero ahora con 150 á 200 kilógramos de pólvora.

Siempre que se carguen dos ó más hornillos, es condicion precisa ponerlos en comunicacion, para que produzcan su efecto destructor todos á un tiempo.

129. **Tren de puentes reglamentario.**—No se destruirá sino en último estremo y cuando haya que renunciar á la esperanza de poderlo llevar consigo el ejército. Su destruccion mejor y más completa se obtiene quemándolo, anegando los flotantes de hierro, y arrojando al fondo lo que por ser metálico no haya destruido el fuego.

La operacion debe hacerse ocultándose del enemigo, pues si ve el humo y sospecha el motivo, deducirá la posicion crítica en que deberá encontrarse el ejército para llegar á este estremo y no dejará de aprovechar la ocasion. Si los consejos del General de Artillería Eblé cuando se oponia á la destruccion por el fuego del tren que existia en Orcha, hubiesen sido escuchados por Napoleon, el paso del Berecina no hubiese sido tan desastroso como fué para el Ejército Francés.

130. **Destruccion de los puentes del ene-**

migo.—Los puentes militares del enemigo se destruyen lanzando contra ellos cuerpos flotantes, tales como troncos de árboles, balsas, barcas con mucho lastre, brulotes y máquinas infernales.

Las balsas y barcas serán bastante grandes, en el mayor número posible y con montantes sólidamente clavados, que hagan que aquellas se detengan al llegar al puente y produzcan además del efecto del choque el de detenerse y ejercer, obstruyendo el paso del agua, una gran presion sobre aquel. Bastantes en número, bien lastradas y con algunas granadas sobre el piso cuyas espoletas sean de distintos tiempos para que estallando impidan que las atalayas se acerquen, casi siempre producirán la ruina de los amparos y despues del puente, sobre todo si se aprovecha alguna avenida.

Los barcos de vapor en rios de consideracion, lanzados á toda máquina, producirán el mismo efecto.

Las espertas tripulaciones que necesitan llevar estas flotillas destructoras las deben abandonar al llegar á las atalayas enemigas.

Los brulotes son barcos que llenos de materias inflamables y provistos de granadas que revienten de tiempo en tiempo, se lanzan contra los puentes con el objeto de destruirlos.

El petróleo, cuyos efectos destructores son bien conocidos en nuestros dias, puede desempeñar un papel importante al disponer un brulote. Lleno que sea un barco de barriles sin tapa conteniendo aquel líquido, se puede lograr por medio de cualquier disposicion inge-

niosa, que lanzado sobre un puente del enemigo y llegado que sea á él, con el choque se vaya á fondo, dando libertad al petróleo, que encendido que fuese al tiempo mismo, rodearía de llamas el puente destruyéndolo en breve tiempo.

Las máquinas infernales han sido de diversos sistemas; pero todas ellas se reducen á una balsa ó barca que lleva una mina y que por medio de un aparato cualquiera estalla en el momento de chocar contra el puente.

Las inventadas en 1585 por un Italiano llamado Gianibelli para destruir el puente que los Españoles bajo el mando de Alejandro Farnesio habian construido en el Escalda, consistian en cámaras de mampostería llenas de pólvora, colocadas en barcas y su esplosion causó la muerte á más de 800 hombres y en parte la destruccion del puente por una sola que llegó á él.

Fueron empleadas de otros géneros por los Inglèses en 1804 contra la escuadra francesa en Boulogne y en 1855 por los rusos en el Báltico; la esplosion la determinaba en las de estos últimos, el choque contra los navíos enemigos de una palanca de que iban provistas, que producía la rotura de un vaso lleno de accido sulfúrico, cuyo contenido caia sobre clorato de potasa, dando lugar á la esplosion.

Pueden emplearse tambien con buen resultado los torpedos.

131. **Reparacion de los puentes.—Puente de pontones ó barcas.**—Cuando un puente de esta clase ha sido destruido por el enemigo ó por alguna

avenida, á nado si es necesario, abordan los pontoneros los primeros flotantes que haya á mano y en ellos y provistos de garfios, bicheros, etc., se dedican á pescar todo el material que puedan, dando la preferencia á aquellas piezas que sean más importantes ó que más escaseen, trayendo á tierra para no perder tiempo todos los objetos y anclando ó llevando á la orilla los pontones que vayan abordando, para poder reconstruir el puente: sondeando despues el rio para buscar los flotantes anegados ó los objetos pesados que se hallen en el fondo.

132. **Puentes de pilotes.**—Depende su reparacion del daño que hayan sufrido. Si los pilotes conservan altura suficiente, bastará ponerles nueva cumbrera y reconstruir el tablero.

Si no tienen suficiente longitud, porque el hacha ó el fuego enemigo los haya rebajado, bastará darles la conveniente, ensamblando ó empalmando la parte necesaria. Por último, se construyen de nuevo los tramos que estén completamente destruidos.

133. **Puentes de mampostería.**—Teniendo presente que bastan tres metros de anchura para el paso de la Artillería, la via de la parte restablecida se puede estrechar hasta este límite y se repara segun las circunstancias, valiéndose de vigas, árboles sin escuadrear, caballetes, caballetes sobre pontones, cerchas, etc.

Si la cortadura del puente no es muy ancha, el medio más sencillo de restablecerlo consiste en tender vigas de grande escuadría apoyadas en los bordes y cubrirlas con un tablero. El número de aquellas y su separacion

dependerá del grueso que tengan, recordando que para el paso de la Caballería, ofrecen bastante resistencia dos vigas de 0,^{m}32 en una cortadura de 10^{m} de longitud, y aumentando una más pueden soportar todos los carruajes militares.

Siendo muy conveniente el que pasen algunos pontoneros á la orilla opuesta para el establecimiento de las vigas, lo hacen á nado ó por medio de uno ó varios árboles dispuestos como indica la (figura 49); desde allí cobran de unos cabos atados á las cabezas de las vigas que van resbalando sobre unos rodillos hasta quedar colocadas sobre la brecha. Estableciendo una cábria para esta última operacion, se facilita mucho el arrastre de las maderas desde la orilla opuesta. Si el acceso á esta no es posible, se establece la primera viga por medio de un avantren de sitio ó de campaña, quitándole antes la caja de municiones y la tabla de concha; se carga la viga de modo que un estremo, sobresaliendo mucho del carruaje, avance hácia la brecha, sobre la que no cae, hasta que se sueltan unos cabos que atados á dicho estremo lo tienen suspendido y dirigen el movimiento; el otro estremo de la viga viene á descansar sobre la lanza, donde se ata. Es preciso tener en cuenta que, como al estremo de la lanza se ha de ejercer un esfuerzo bastante á contrarrestrar el peso de la viga que tiende á levantarla, será necesario reforzar dicha lanza con alguna pieza de madera en sentido de su longitud, cuando se calcule que el esfuerzo que se ha de aplicar á su estremo escede de 40 kilógramos.

Puesta que sea una viga, con rodillos y auxiliándose de la ya colocada, se establecen las demás, luego el tablero y despues los guardalados, muy necesarios ahora por la gran altura que tendrá el piso.

Cuando las vigas son cortas, se aumenta su longitud ensamblando varias y si son de poca escuadría, sobreponiéndolas se aumenta su resistencia; en ambos casos se refuerzan con herrajes las uniones.

Si la cortadura es grande, será preciso recurrir á la construccion de vigas como se indicó en los párrafos 70 y 71, ó bien á los puentes de cuerdas ó á la construccion de *cerchas* cuya descripcion y construccion nos apartaria de la modesta tarea que nos hemos propuesto. La (figura 51) representa una construida con troncos de árboles sin escuadrear.

Cuando la cortadura haya dejado en medio un machon, se puede establecer en él un armazon ó caballete, sobre el cual se apoyen los estremos de las vigas. Dicho caballete se puede situar sobre los escombros que hayan resultado de la destruccion de un arco, no siendo mucha la elevacion. Si esta es de 4 ó 5 metros y hay agua bastante, se puede establecer el caballete sobre un ponton y si escediera, sobre una compuerta anclada y bien amarrada al firme de la cortadura.

CAPÍTULO 12.

PASOS POR VADOS, SOBRE EL HIELO Y Á NADO: Á VIVA FUERZA Y EN RETIRADA.

SUMARIO. Vados.—Medios de encontrarlos, pasarlos, inutilizarlos y restablecerlos.—Pasos sobre el hielo, á nado, á viva fuerza y en retirada.

134. **Vados.**—Los vados han ofrecido un medio cómodo de pasar los rios, alguna vez á ejércitos enteros; pero más comunmente á destacamentos. Aunque utilizados con frecuencia en campaña, sobre todo en paises que carecen de puentes, no constituyen una comunicacion segura, pues además de lo perjudicial que es el paso por ellos á la salud del soldado y á la conservacion de municiones, están espuestos á inutilizarse por la más pequeña avenida.

No siendo el piso cenagoso y careciendo de piedras grandes que impidan el tránsito, un vado se dice que es practicable para la Infantería cuando su profundidad no llega á 1^{m}; lo es para la Caballería si aquella no escede de 1,^{m}30 y no deben esponerse los carros de municiones

y armones de Artillería á pasarlos si su profundidad es mayor de 0,^{m}70, por el riesgo de mojar las municiones; inconveniente que no existiendo para las piezas, permite á estas pasar cualquiera que sea la profundidad, siempre que las orillas estén practicables y no existan en el fondo grandes piedras, haciéndose esta maniobra desde la orilla opuesta con un cabo que tira de la cureña, y se va arrollando en un cabrestante.

135. **Medios de encontrarlos.**—Preguntar á los habitantes ribereños; buscar los caminos que desemboquen en el rio y segun estén de frecuentados y haya ó no huellas de carruajes en ellos, juzgar si podrá servir para todas las armas el vado á que comunmente conducen.

Se suelen encontrar en las partes de rio anchas y rectas, y en el punto de inflexion intermedio de dos curvas próximas (figura 2.ª) segun las direcciones *ac* ó *ac''*; observacion que permitió al General Douglas atravesar en 1812 el Duero y el Esla.

Si la corriente es rápida entre dos bancos de arena, indicará que es vadeable; y en general se encontrarán más vados en los terrenos accidentados que en las llanuras.

Si no hubiese ninguno de los indicios anteriormente enumerados, se procederá á la investigacion de los vados, bien por soldados buenos nadadores, bien por soldados de caballería formados en ala y que armados de lanzas ó largas perchas vayan sondando en la estension que abrace su frente; pero generalmente el medio mejor y

más comunmente usado, consiste en marchar agua abajo por el thalweg algunos pontoneros embarcados en una navecilla, que llevan una sonda cuya longitud sea 1,^{m}30, y cuando tocan al fondo con la plomada, reconocen el rio en aquel punto, pues como las mayores profundidades se suelen encontrar en el thalweg, será lo probable que allí exista un vado.

Una vez encontrado por cualquier medio que haya sido, se le reconoce y si no va á ser empleado inmediatamente, se marca su direccion con piquetes clavados en las orillas y en ellos la altura de las aguas, por si sufriesen estas alguna variacion, tomarla en cuenta cuando se hubiese de utilizar.

136. **Paso por un vado.**—La Infantería atraviesa la primera, despues la Artillería y carruajes y finalmente la Caballería, que es la que removiendo más el fondo, puede hacer el paso hasta impracticable; antes se hacen unas rampas á la entrada y á la salida del vado.

Si el rio es ancho y rápido se suelen clavar dos filas de piquetes que marcan la anchura y direccion del vado; agua abajo es conveniente situar algunas barcas; sino las hubiese, algunos ginetes, y mejor que estos, tender un cabo que atado á unos estacones clavados en el fondo, vaya de una á otra orilla; todo con el objeto de facilitar la salvacion de algun hombre que se vea arrastrado por la corriente. Para romper algo la fuerza de esta se suelen situar agua arriba del vado cuerpos enteros de Caballería.

El paso se verificará por la Infantería, en columna cerrada del mayor frente que permita el vado; los hom-

bres irán, alta la vista para no marearse, cogidos de las manos para mútuamente sostenerse, fusil al hombro de agua arriba que retirarán un poco hácia atrás; la cartuchera encima del morral ó mochila para que no se moje; con estas precauciones y no cerrando demasiado los intérvalos de la columna, de modo que impidan correr las aguas, son de temer poco los accidentes. La Caballería pasa en columna y los soldados de Artillería suben á los armones y carros.

137. **Inutilizar un vado.**—Despues de haberlo pasado ó cuando se tiene un rio como línea de defensa, conviene destruirlos. Para lograrlo se puede hacer una zanja á lo ancho del vado; se escavan hoyos ó pozos de lobo en su fondo con minas submarinas; se clavan piquetes á flor de agua; finalmente se arrojan en el vado caballos de frisa, abrojos, rejas, arados, árboles con las ramas en la direccion que haya de traer el enemigo, y todo lo que se tenga á la mano que pueda contribuir á dificultar el paso.

138. **Restablecer un vado.**—Para conseguirlo se cegarán las escavaciones que haya con faginas ó piedras y tierra; y se sacarán con garfios amarrados á cabos, los objetos que haya en el fondo, tomando finalmente las medidas que permitan las circunstancias y los recursos que haya á mano.

139. **Paso sobre el hielo.**—Cuando las aguas de un rio se congelan en espesor suficiente para permitir el paso de un ejército, dejan de ser un obstáculo para la marcha de este; pero la comunicacion que establecen

es muy precaria, pudiendo destruirse con un deshielo súbito y con la circunstancia agravante de ser luego dificilísimo restablecerla, ni aun valiéndose del tren de puentes completo que lleve el ejército, á causa de los témpanos que se producen y flotan en el rio, al subir la temperatura en los primeros dias.

Las disposiciones más convenientes que se toman para el paso, son cubrir el hielo con tablones ó con una ligera capa de paja, tierra ó ramaje menudo, para repartir el peso y hacer que resbalen menos los caballos; las piezas de Artillería se pasan á brazo, deslizándolas sobre el hielo colocadas en rastras ó trenantes, que se improvisan colocando un tablon debajo de cada rueda y calzando estas con cuñas.

Se puede aumentar el espesor de la capa de hielo, poniendo otra de grandes trozos de lo mismo, arrancados agua arriba á bastante distancia, cubriendo los intersticios con paja ó ramaje menudo y regando despues. Echando solo paja y agua sobre la primitiva capa de hielo, se aumenta tambien el espesor de esta, pero con este procedimiento, mucho menos que con el anterior.

Para permitir el paso, el espesor del hielo ha de ser de:
0,^{m}095 para Infantería con filas abiertas y gran intérvalo.
0,^{m}10 la pieza de campaña sobre trenante.
0,^{m}16 idem con su carruaje; pero á grandes intérvalos.
0,^{m}27 cualquier peso.

Atravesar un rio sobre el hielo, será siempre una operacion arriesgada y deberá exigirse el órden más perfecto al llevarla á cabo, porque si los hombres se

arrójan en masa sobre el hielo, no resistirá cualquiera que sea su espesor.

En la batalla de Austerlitz dos batallones Rusos, temiendo caer prisioneros, se precipitaron en el lago Satschow; el hielo cedió bajo su peso y ni un solo hombre se salvó.

140. **Paso á nado.**—Este medio se emplea, ya para reconocimientos, ya para dar un golpe de mano sorprendiendo algun puesto enemigo; pero siempre por destacamentos de Infantería ó Caballería ligera, que es la más apropósito para llevarlo á cabo; nunca se emplea por cuerpos de ejército.

Elegido un punto donde la corriente sea débil y las orillas accesibles, pasa la Infantería llevando sus ropas y armas en alguna barca ó balsa que suelen los mismos soldados empujar; otras veces con una arma ligera que no les estorbe en sus movimientos, supliendo la desventaja que así tienen para la lucha, con la sorpresa causada al enemigo; multitud de casos lo atestiguan con el buen éxito obtenido.

La Caballería ligera debe entrar en el rio con un frente estenso, pues sosteniéndose mútuamente los hombres y caballos ocurren menos desgracias y la esperiencia así lo demuestra. En el paso del Rhin en 1672 por Luis XIV, los coraceros que pasaron aislados perdieron muchos hombres ahogados, mientras que la casa ó guardia del Rey que pasó por escuadrones, no perdió uno.

141. **Pasos á viva fuerza.**—El paso de un rio á viva fuerza, es una de las operaciones más difíciles que

un ejército puede llevar á cabo. Así que será preciso engañar al enemigo con falsas maniobras, ataques falsos, preparativos ostensibles lejos de donde se piense pasar el rio, etc. Federico el Grande tenia prohibido á sus Generales llevar á cabo paso alguno de rio á viva fuerza, si antes no estaba preparado por la astucia.

Como operacion preliminar indispensable, pasarán algunas compañías de cazadores que tomando posicion en la orilla opuesta protejan la construccion del puente y eviten que en un principio se retrase esta ó se pierda alguna parte del material, con lo que fracasaria la operacion.

Siendo tan eficaz la proteccion que presta la Artillería en los pasos de rio, se escogerá un punto de este en que haya una curva con la convexidad hácia la orilla de partida, como asimismo que esta sea un poco más elevada que la opuesta, con lo que se logra gran desarrollo para el establecimiento de las baterías, que se crucen sus fuegos, dominacion conveniente para que estos sean eficaces y menos frente para las obras que se construyan luego en defensa del puente.

Es conveniente tambien que á la inmediacion desemboquen varios caminos y que haya afluentes ó islas que permitan hacer preparativos secretamente; así como en la orilla opuesta, abrigos donde las primeras tropas tomen una posicion defensiva conveniente, sin estorbar ni impedir los fuegos de la Artillería propia: y más adentro, terreno donde se pueda maniobrar, con buenas salidas de él hácia el interior del país.

La hora más apropósito para el paso es al amanecer, pues se invierte la noche en preparativos y una vez construido el puente queda el dia para el paso y establecimiento en la orilla enemiga; por el contrario de noche, todo es confusion.

Esto no obstante hay ejemplos de pasos de noche; así como los hay en puntos desventajosos: ó por la vigilancia que el enemigo ejerce sobre los que son apropósito ó porque consideraciones estratégicas así lo han exigido.

Se pondrán en accion todos los medios de que se disponga para establecer el mayor número de comunicaciones posibles, sin olvidar que si hay varios puentes de flotantes, además de estar distanciados convenientemente, se situarán los de balsas ó barcas grandes, agua abajo del que las tenga más pequeñas; más abajo los puentes volantes; y por último los de apoyos fijos agua arriba de los que los tengan flotantes.

Las barcas que trasportan tropas, pasan agua abajo de los puentes y si lo hacen agua arriba, ha de ser bastante lejos, para evitar el caso de que arrastradas por la corriente y siendo corta la distancia, no puedan ganar la orilla y choquen con los apoyos de los ya citados puentes.

142. **Pasos en retirada.**—El paso de un rio en retirada solo en último estremo se llevará á cabo en presencia del enemigo. Se hace pues lo posible por detenerle con objeto de prepararlo y posesionarse de la orilla opuesta, ó bien inducirle á error, á ser posible, sobre el punto que se haya elegido.

Siendo una operacion tan delicada no se verificará nunca, si no se posee una cabeza de puente de antemano construida que pueda tenerle un poco en respeto; de lo contrario es esponerse á un desastre como el del paso del Berecina, que tantas pérdidas acarreó al ejército Francés.

Pueden ser tales las circunstancias para un ejército, que no obstante lo espuesto se vea obligado á verificar el paso. En este caso se elegirá un recodo del rio con la concavidad hácia la orilla de partida; la Artillería de reserva pasa la primera, flanquea al ejército propio, contiene al enemigo y finalmente barre con sus fuegos en los últimos momentos el espacio que antes ocupaban sus tropas, mientras que los pontoneros construyen los puentes, establecen el mayor número de comunicaciones posible, trabajan dia y noche por su conservacion y entretenimiento, y concluyen por quemar la obra que tantos desvelos y trabajos les ha costado al desfilar por ella el último soldado, para evitar que caiga en poder del ejército enemigo.

ÍNDICE.

CAPÍTULO 1.°

CORRIENTES DE AGUA.

CAPÍTULO 2.°

CAPÍTULO 3.°

CAPÍTULO 4.°

CAPÍTULO 5.°

PUENTES NORMALES.

CAPÍTULO 6.°

PUENTES ANORMALES.

CAPÍTULO 7.º

PUENTES CONSTRUIDOS CON LOS RECURSOS DEL PAÍS.

CAPÍTULO 8.º

PUENTES CONSTRUIDOS CON LOS RECURSOS DEL PAÍS.

CAPÍTULO 9.º

CAPÍTULO 10.

PASOS DE RIOS SOBRE CUERPOS FLOTANTES.

CAPÍTULO 11.

CONSERVACION, DESTRUCCION Y RESTABLECIMIENTO DE LOS PUENTES MILITARES.

CAPÍTULO 12.

PASOS POR VADOS, SOBRE EL HIELO Y Á NADO: Á VIVA FUERZA Y EN RETIRADA.

Fig.ª 1.ª

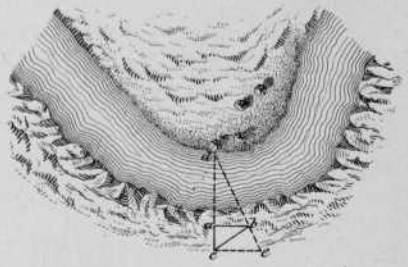


Fig.ª 2.ª

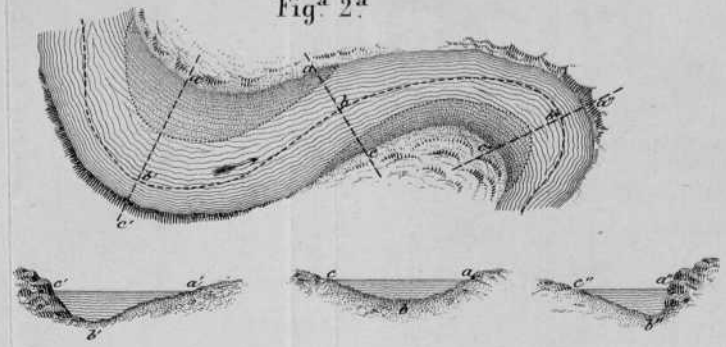


Fig.ª 4.ª

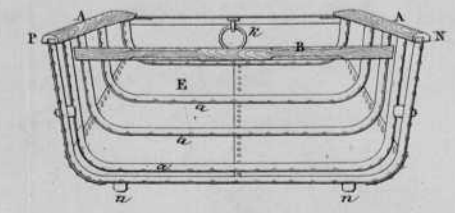


Fig.ª 5.ª

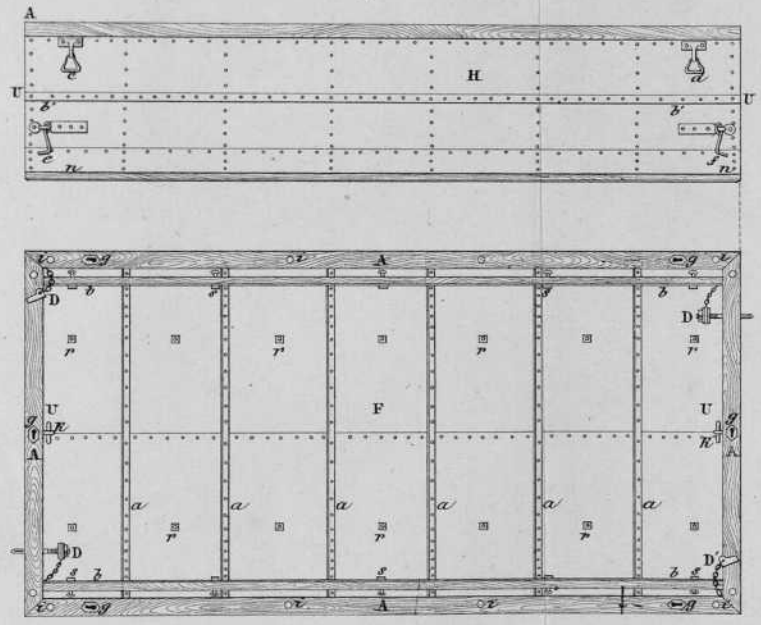
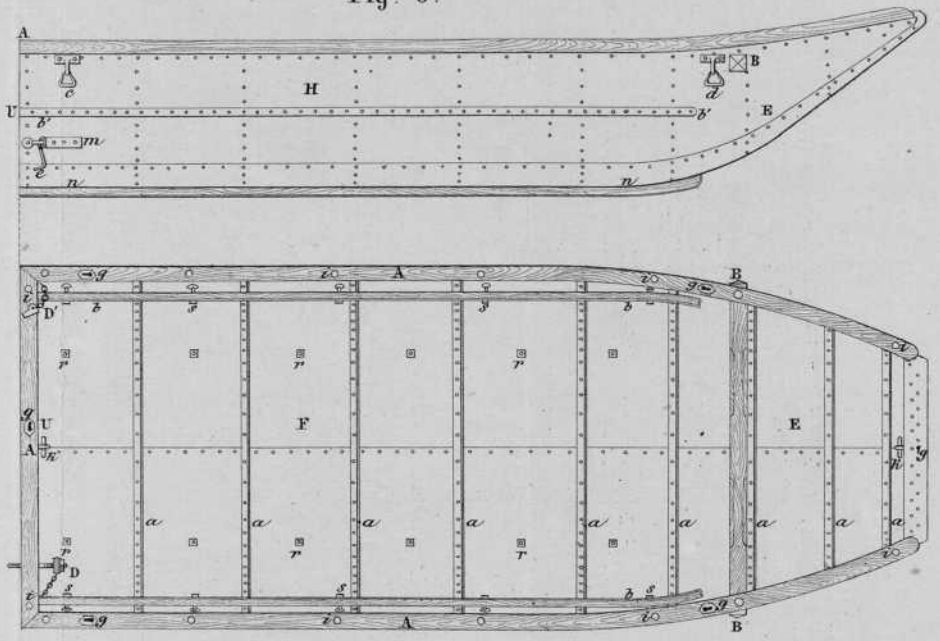


Fig.ª 3.ª



F. Gosset g.ª

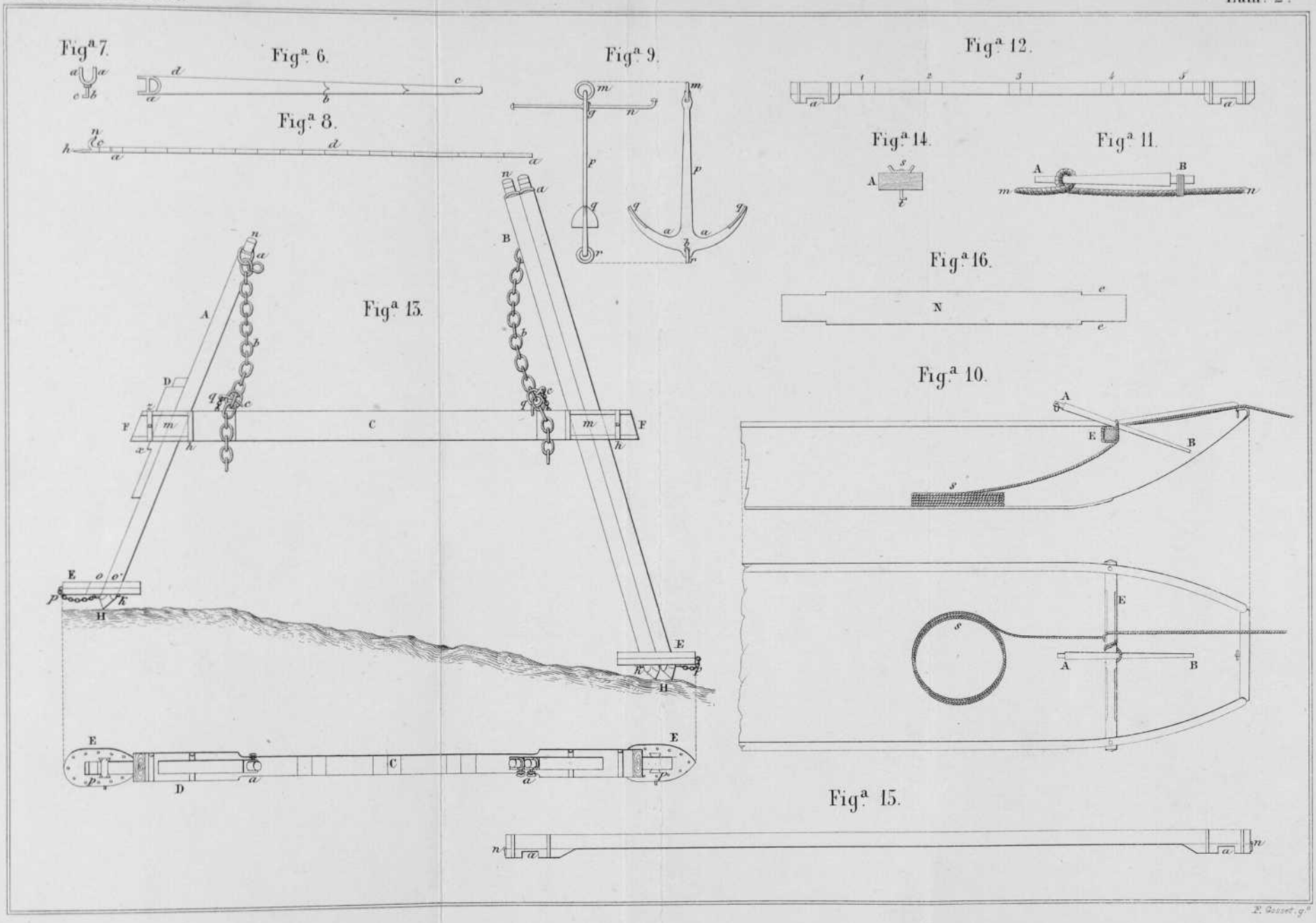
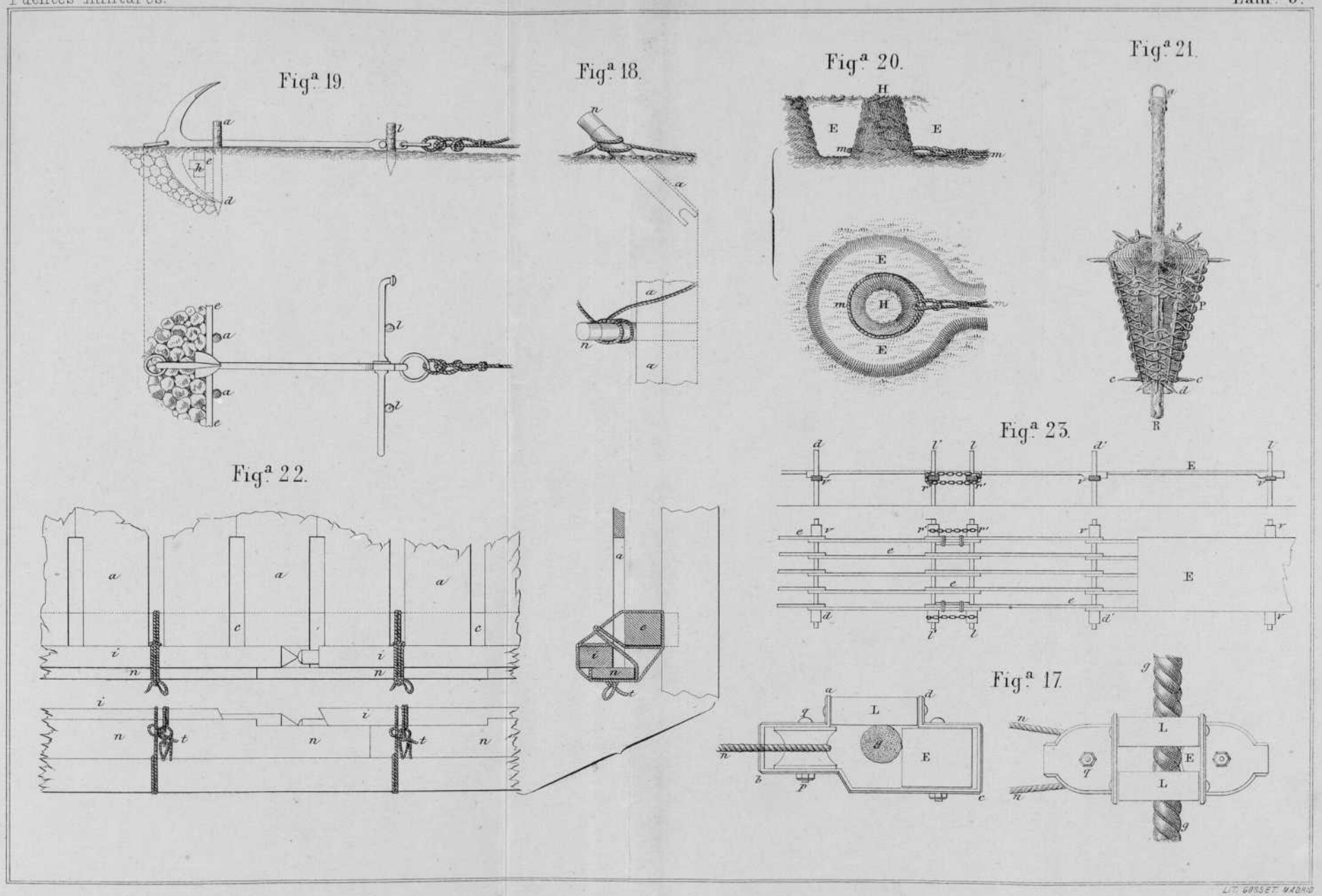


Fig.ª 7.
Fig.ª 6.
Fig.ª 8.
Fig.ª 9.
Fig.ª 12.
Fig.ª 14.
Fig.ª 11.
Fig.ª 16.
Fig.ª 13.
Fig.ª 10.
Fig.ª 15.



LIT. GOSSET MADRID

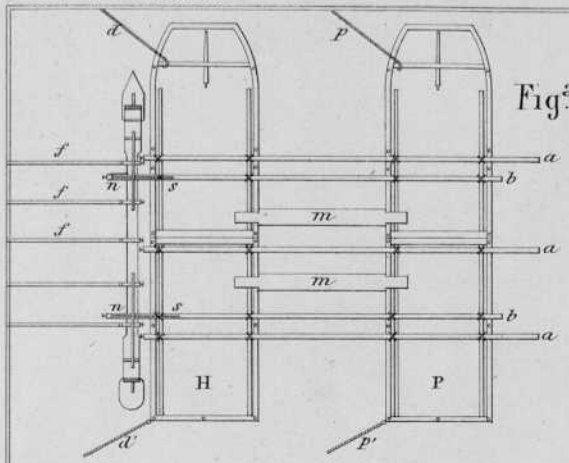


Fig.ª 24.

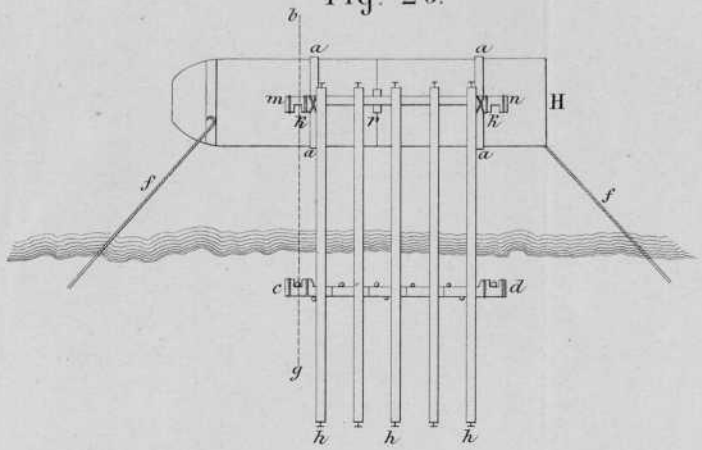


Fig.ª 25.

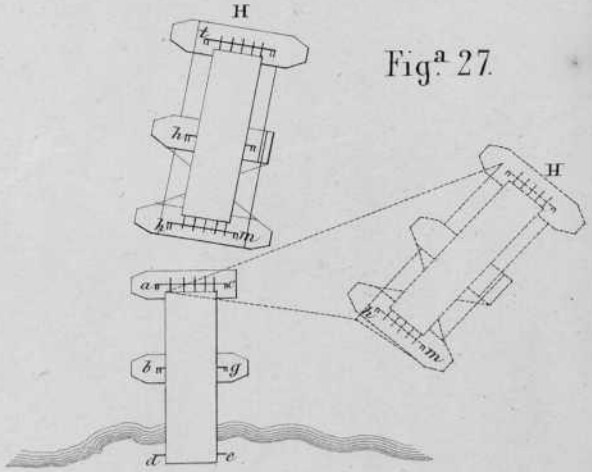


Fig.ª 27.

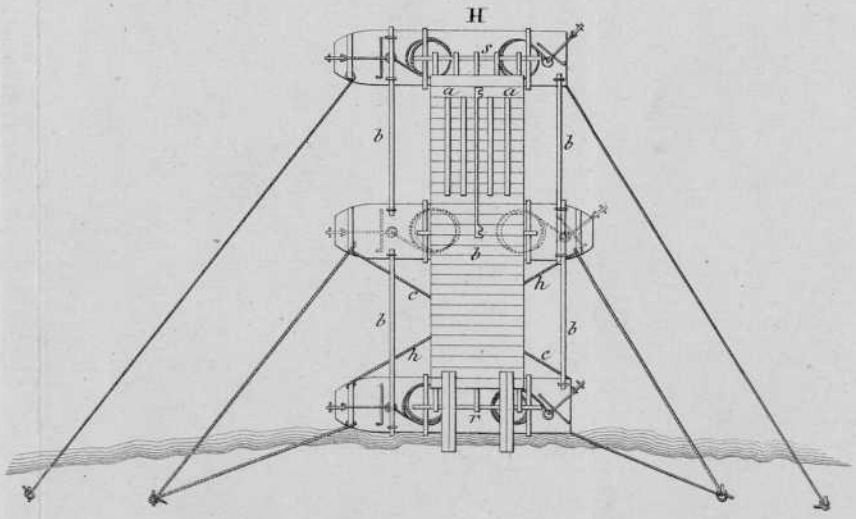


Fig.ª 26.

Fig.ª 31.

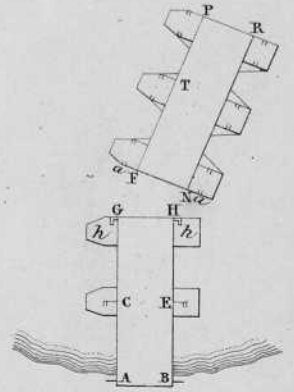


Fig.ª 30.

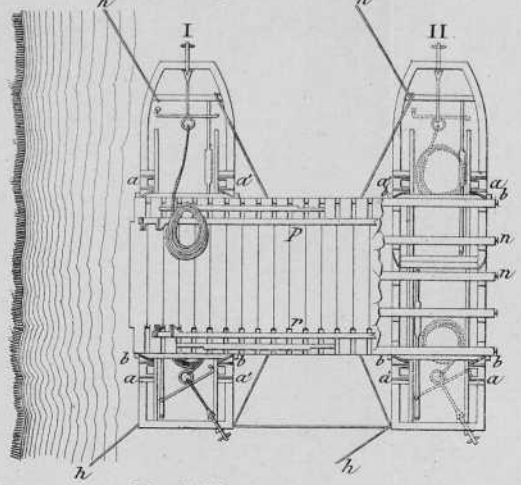


Fig.ª 28.

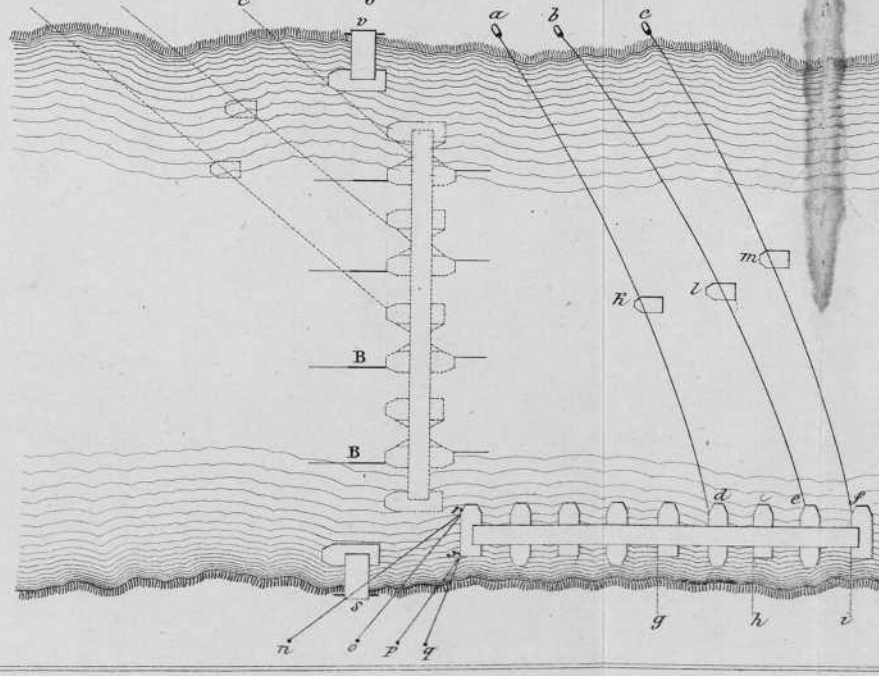
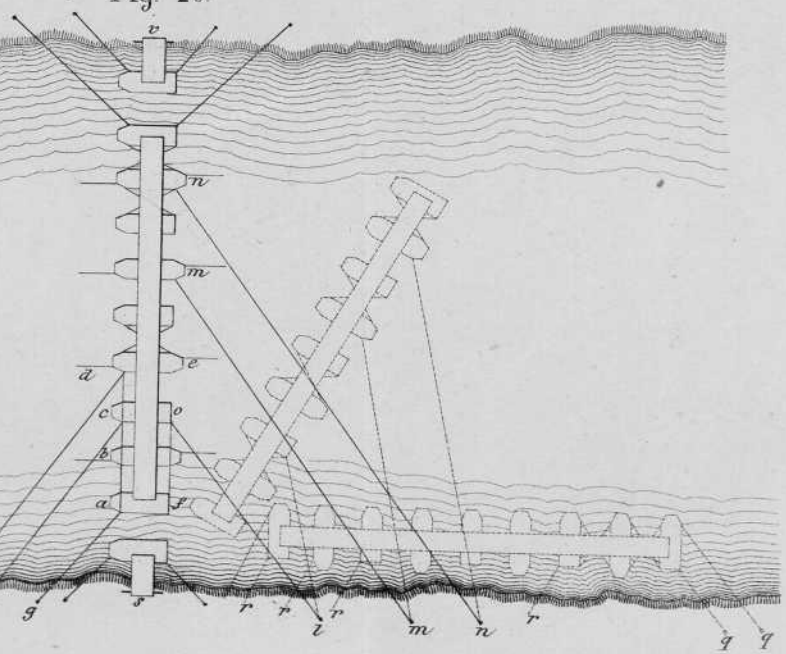


Fig.ª 29.



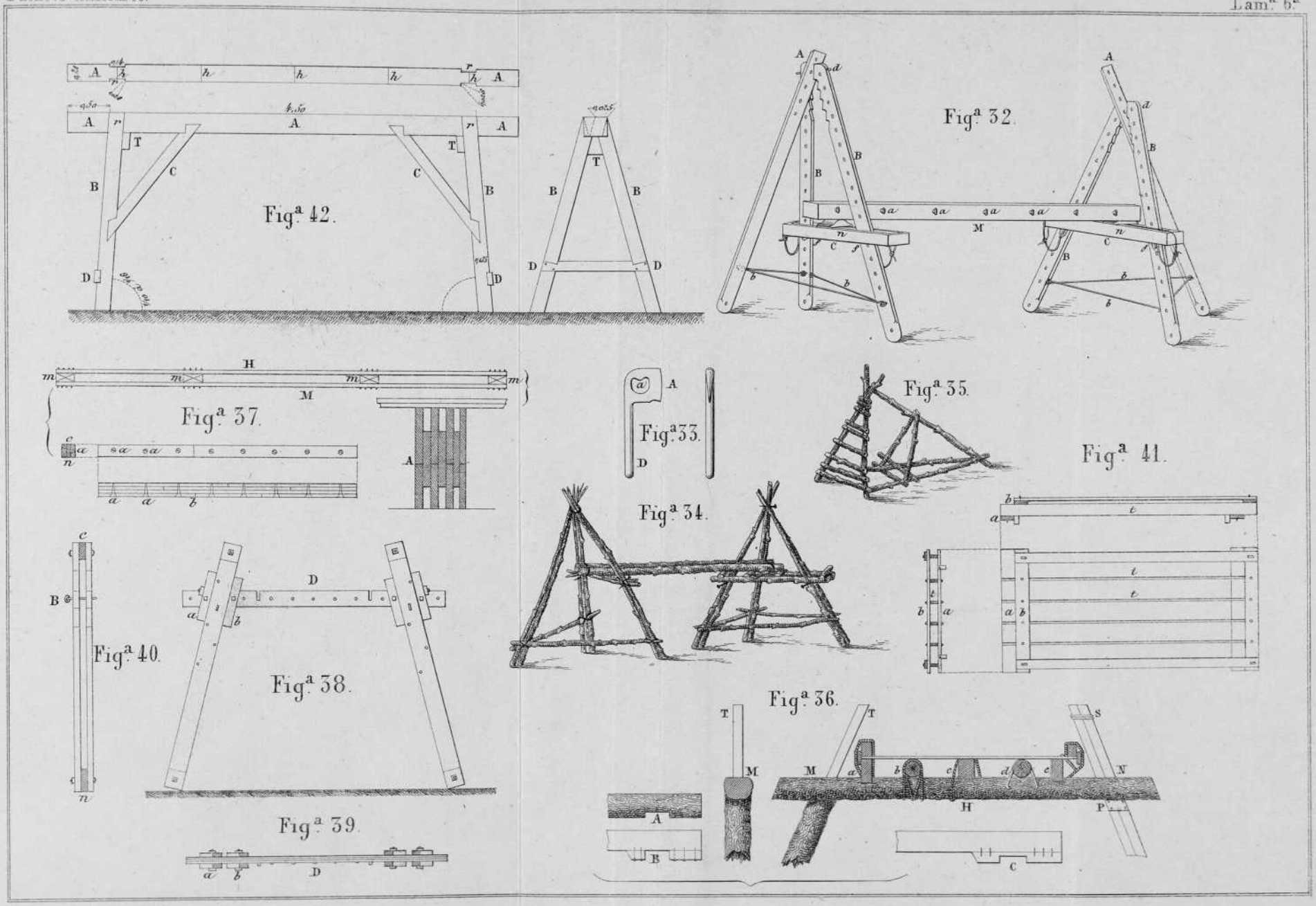


Fig.ª 42.
Fig.ª 32.
Fig.ª 37.
Fig.ª 33.
Fig.ª 35.
Fig.ª 41.
Fig.ª 34.
Fig.ª 40.
Fig.ª 38.
Fig.ª 39.
Fig.ª 36.

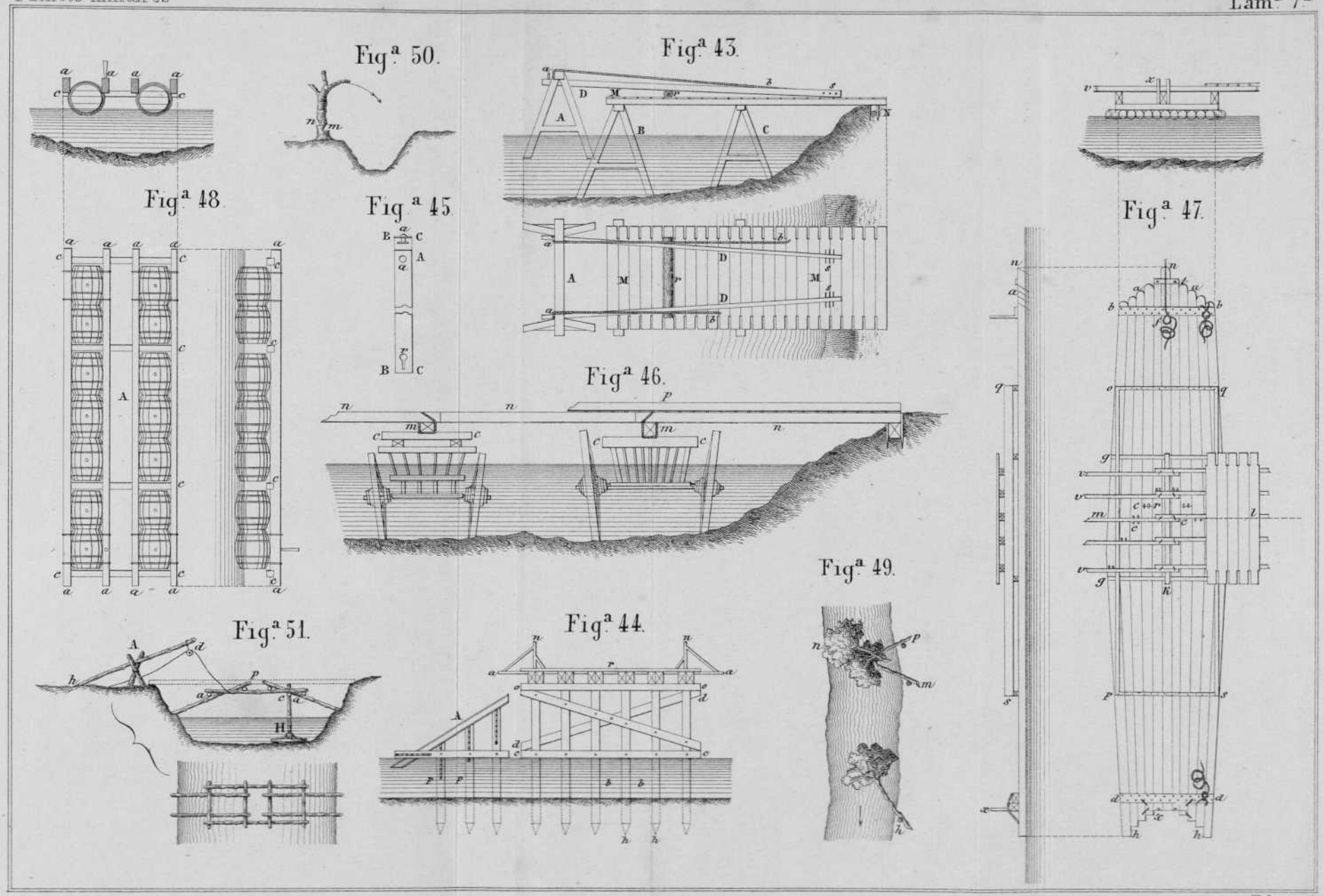


Fig.ª 50.
Fig.ª 43.
Fig.ª 48.
Fig.ª 45.
Fig.ª 47.
Fig.ª 46.
Fig.ª 49.
Fig.ª 51.
Fig.ª 44.

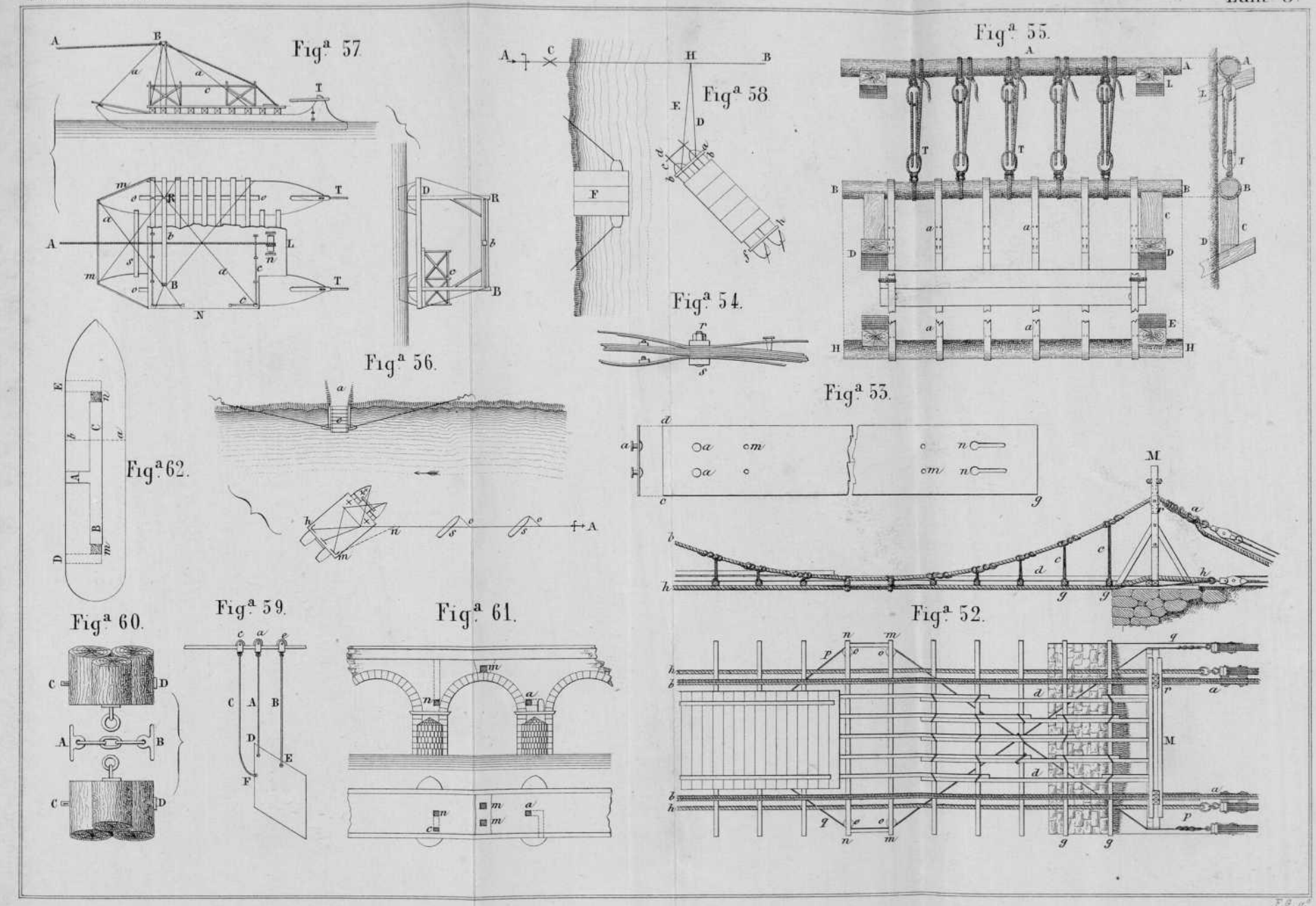


Fig.ª 57
Fig.ª 58
Fig.ª 55
Fig.ª 54
Fig.ª 56
Fig.ª 53
Fig.ª 62
Fig.ª 60
Fig.ª 59
Fig.ª 61
Fig.ª 52

F. G. y.º

PEÑERA

CONFERENCIAS SOBRE PUENTES MILITARES