

CAPITULO VII.

DE LOS PUENTES MILITARES DE MADERA; DE BARCAS, DE BALSAS, DE BARRILES, DE TONELES, DE PELLEJOS Y CAJONES LLENOS DE AIRE Y DE CABALLETES; SU CONSTRUCCION Y CONDUCCION. DE LOS PUENTES SOBRE ESTACADAS, MISTOS Ó PROVISIONALES, Y DE PILOTINES SOBRE PANTANOS Y SU DESTRUCCION, Y DE PUENTES VOLANTES DE CUERDAS, CON UNA LÁMINA (NÚM. 1). UN ARTÍCULO ADICIONAL DE LA CONSTRUCCION DE DOS PUENTES DE CABALLETES SOBRE EL RIO VERESINA EN RUSIA POR EL EJÉRCITO GRANDE EN SU RETIRADA EN 1812, CON UNA LÁMINA (NÚM. 2), QUE LOS REPRESENTA.

§ I.

ABIERTA una campaña, bien sea ofensiva ó defensiva, y mas ó menos activa, los ejércitos contendientes, para facilitar sus operaciones, necesitan precisamente del auxilio de los puentes: estos deben ser en número y clase, segun sea el pais en que se hace la guerra; si este está cortado por grandes rios y el ejército no es dueño de los puentes de fabrica que pueda tener, le son indispensables los puentes militares. El exacto reconocimiento del terreno que se debe hacer y las cartas topográficas, indicarán los puntos en que se deban establecer.

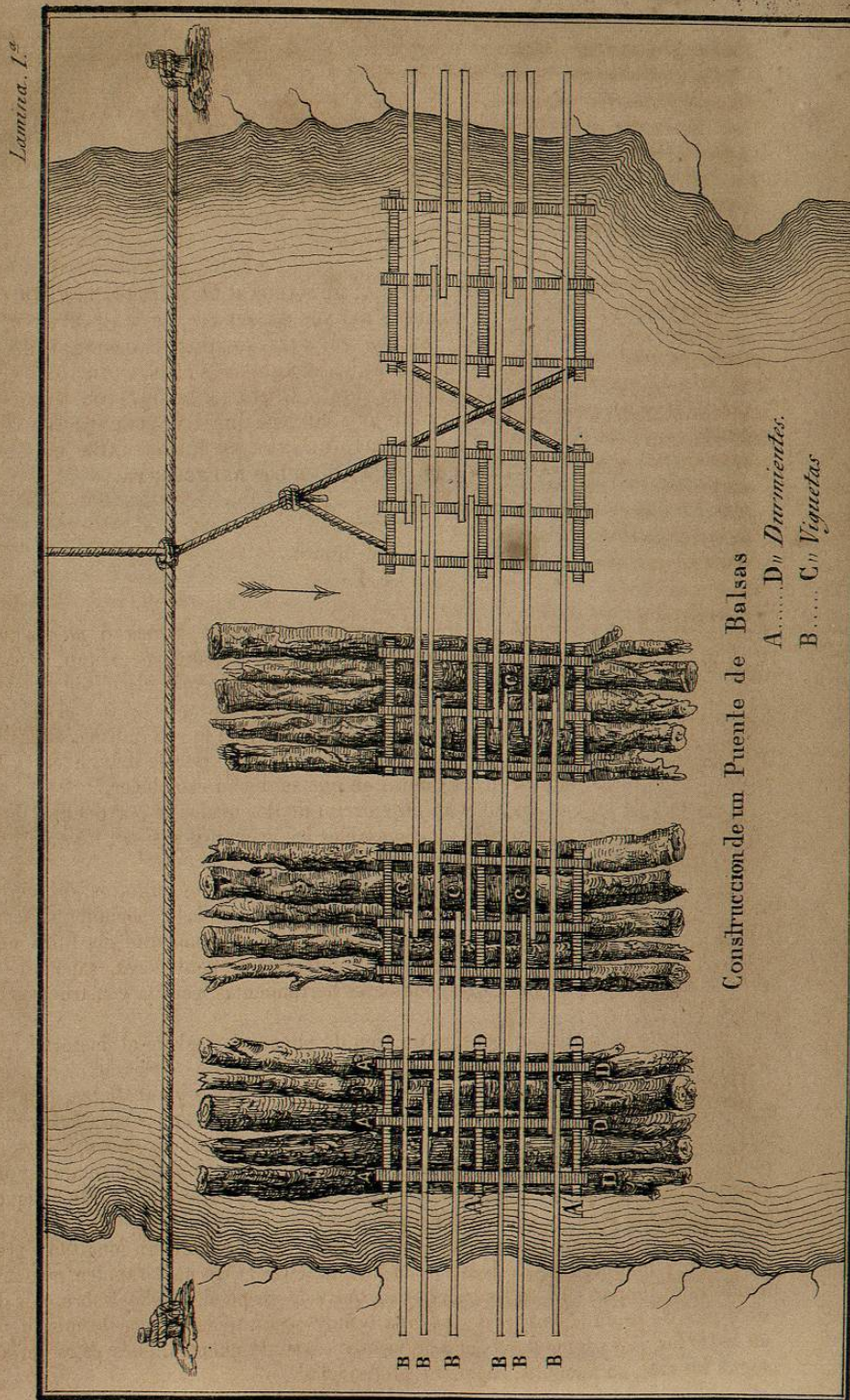
Los pasos de los rios los efectúa un ejército de dos modos, ó por puentes ó por vados; si es muy caudaloso, son indispensables los primeros, y si no, los vados facilitan esta operacion.

El gefe del tren de puentes será un general de ingenieros militares, ó civil hidráulico de puentes y caminos, ó de artilleria, que reuna los conocimientos científicos de su profesion, para que pueda desempeñar debidamente sus funciones; teniendo á sus órdenes los batallones ó compañías de pontoneros, zapadores y obreros de marina, con sus correspondientes herramientas, para la construccion de los puentes.

Un ejército debe llevar consigo un tren de puentes arreglado al material que trasporta, al terreno que transita, y á la clase de rios que ha de pasar.

Hay varias clases de puentes; pero las de barcas, balsas y caballetes, son los mas usuales por la facilidad de su ejecucion y construccion, pues para las primeras, se pueden conducir las barcas en carros, y lo mismo para los de caballetes, se puede conducir la madera labrada para echarlos al momento de necesitarse; y en cuanto á los de balsas, en casi todas las orillas de los rios se encuentran bosques para obtener la madera necesaria para su construccion.

Los puentes de barcas se pueden echar sobre rios de cualquiera longitud y profundidad, y lo mismo los de balsas, con tal que tenga el rio poca rapidez, no guardando esta proporcion los de caballetes, que solo se pueden echar sobre rios de siete piés de profundidad y de ninguna ó muy poca rapidez, y por lo mismo no en todos los rios se puede echar una misma clase de puentes, pues estos varian segun los rios, su anchura, rapidez y profundidad.



Los puentes militares son los mas antiguamente inventados para el paso de un rio por un ejército, pues la historia de los pueblos de la mas remota antigüedad, nos presenta ejércitos construyendo puentes militares sobre los rios que tenian que pasar, trasportando tambien ligeros equipages de barcas. Semíramis, reina de Babilonia, en la espedicion que hizo á las Indias, llevaba barcos desmontados, cuyas piezas se unian quando se queria servir de ellos. Darío, rey de Persia, en la guerra contra los Scitas, hizo echar de estos puentes sobre el Bósforo y el Danubio. Xerjes, tambien rey de Persia, mandó echar uno sobre el Esponto, cuya menor longitud era de 375 toesas; pero no por esto se puede decir que estos son los mas convenientes, y cada general que mande un ejército usará de los puentes que le convengan, segun el terreno que ocupa y la clase de rios que ha de pasar.

La construccion de las barcas para estos puentes debe ser chata, sin popa y con dos proas, sin borde y con cubierta cerrada y rasa y de diez y ocho piés de largo, siete de ancho por la parte superior y cuatro de alto de bordo ó costado sobre una línea perpendicular, sobre otra horizontal tirada desde la parte inferior de la quilla ó codaste, con una pequeña escotilla en la cubierta con dos argollas de un tamaño regular para atar los calabrotes á uno y otro lado del tajamar. Estas barcas se pueden conducir muy cómodamente en carros y tenerlas prontas quando se necesiten, sin que se entienda que es una regla fija que se establece para que precisamente sean las barcas de las dimensiones indicadas; pues solo es una comparacion para la inteligencia del lector, y se pueden construir tan grandes como se necesiten, calculando su tamaño al peso que ha de pasar sobre el puente, arreglando este calculo á la geometría elemental.

Para cada barca se llevaran dos cables de dos pulgadas de grueso y de diez y ocho á veinte varas de largo, y dos anclotes.

Irán en el tren de puentes dos ó tres botes de cuatro remos, para facilitar la colocacion de las barcas y los anclotes.

Reconocida la profundidad y rapidez del rio y el punto en que se ha de echar el puente, se suavizarán las rampas, subiéndolas ó bajandolas y poniéndolas al nivel de la altura de las barcas, que se habrán botado al agua remolcadas por los botes, para colocarlas de siete á siete y media varas una de otra en línea recta, aferrándolas en los anclotes, y aun se podrán colocar á diez varas, dando á las vigas el largo correspondiente.

Al botar las barcas para establecer el puente, se dará fondo con los anclotes á dos cada barca, distante uno de otro diez ó doce varas en línea paralela y á la distancia de las barcas que dieren los calabrotes, teniendo cuidado que estos vayan encontrados en las argollas, es decir, el calabrote de la izquierda en la argolla derecha, y el de la derecha en la izquierda, para la mayor seguridad de la barca, formando un ángulo agudo y que esté al hilo de la corriente.

Los botes auxiliarán la construccion de los puentes remolcando las barcas para colocarlas, y si se careciere de ellos, con cabos largos se reemplazará esta falta, haciendo desnudar á los pontoneros y marineros necesarios para esta operacion, atendiendo de preferencia á su conservacion; si fuere tiempo de invierno, se frotarán el cuerpo con aceite de pescado ó sebo para resistir el frio, y conservar el calor natural.

Las vigas, viguetas y tablones, segun el peso que ha de resistir el puente, deben ir labradas y rebajadas de sus extremos para empalmar unas sobre otras en medio de la cubierta, en donde se le daran dos taladros, uno sobre el empalme, y otro á un pié mas afuera, y ambos sobre la cubierta de la barca, y se afianzarán con clavos ó tornillos sin apretarlos mucho para dejar lugar á los balances de las aguas, y á las ondulaciones que pueda causar el peso que reciba, desalojando el agua que forma el lecho ó cama del puente.

Las vigas se colocarán en dos órdenes, una sobre la popa y otra sobre la que

se supone proa, tres piés mas adentro la de este lado, para equilibrar la resistencia de las aguas que sufre.

Las vigas tendran lo menos ocho varas de largo y ocho pulgadas de ancho, y seis de espesor, y los tablonés tres varas de largo, una tercia de ancho y tres pulgadas de espesor, aunque haya de pasar artilleria de campaña y carros de municiones, pues un cañon de á seis con su armon y demas utensilios pesa 88 arrobas, que pueden resistir los tablonés sobre las dos vigas, teniendo cuidado de que las piezas y carros de municiones, pasen con un solo tronco de caballos y brida en mano, sin trotar ni pararse, haciendo pasar quince varas a vanguardia y retaguardia de la pieza ó carro, quince ó veinte hombres para que sirvan de contrapeso al concentrado de la pieza y mantengan el equilibrio del puente para que no padezcan los empalmes de las vigas. Los tablonés se afianzarán sobre las vigas con clavos de un palmo de largo, taladrando unas y otras de manera que queden bien aseguradas.

Si el rio tuviere bastante corriente y causare algunos sacudimientos al puente, las piezas pasarán á brazo, tiradas á la prolonga, que teniendo doce varas de largo, los artilleros jalarán la pieza distribuidos en esta distancia para mantener el equilibrio del puente, ó bien se usará en esta operacion del cabrestante, bien conocido en la artilleria para arrastrar una pieza desmontada, y la cureña y el armon pasarán despues.

La caballeria pasará á dos de frente, brida en mano, sin trotar y á dos varas de distancia unos de otros, á retaguardia de los dos hombres y caballos que van delante, de manera que en cuatro varas han de ir dos caballos y dos ginetes, que pesan ambos cuarenta arrobas mas ó menos.

La infanteria pasará á tres de frente á una vara de distancia una pareja de otra, y cada infante con su equipo pesa seis y media arrobas, de manera que seis en cuatro varas pesan treinta y nueve arrobas, una menos que dos caballos con sus ginetes en igual distancia, y ni unos ni otros harán alto ni se pararán, para mantener de este modo el equilibrio del puente.

Si la artilleria que ha de pasar es de mayor calibre que de á seis, las vigas serán mas anchas y gruesas, y los tablonés lo mismo en proporcion.

Los puentes de barcas se pueden echar sobre rios de cualquiera anchura, rapidéz y profundidad, y su construccion no demanda mucho tiempo ni dificultad, y por esto se considera que en clase de puentes son los que se pueden echar mas pronto, mas cómodos y seguros, y con menos variedad de material.

Las barcas construidas de la manera que queda dicho, resultarán con un peso aprosimado de cuarenta y cinco ó cincuenta arrobas cada una, y de porte de diez á once toneladas, que cada una hace ciento sesenta y seis y tres octavos palmos cúbicos, ó cuarenta y ocho piés, y cada tonelada pesa 80 arrobas; de manera que siendo cada barca de diez toneladas, resulta una potencia de ochocientas arrobas, con que quedará casi sumergida, cediendo á las leyes de la concentracion y gravitacion, y sobre esto se podrá saber el peso que podrá resistir cada barca, debiendo dejar prudentemente una tercera parte de potencia de reserva para cualquiera evento. Una viga de las dimensiones que quedan indicadas, siendo de pino seco, pesa aprosimadamente ocho arrobas, y cada tablon en los mismos términos dos y media, de manera que gravitan sobre cada barca, ocho arrobas de las dos medias vigas, y veinte arrobas, mitad de cuarenta que tienen de peso diez y seis tablonés que forman el pavimento entre barca y barca, y que ambas hacen un total de veintiocho arrobas; pero como ninguna barca puede resistir sobre el círculo de su total potencia un peso concentrado de ochocientas veintiocho arrobas, capaz de sumergirla enteramente, pues aunque pasen cañones de á veinticuatro, que con cureña y armon pesan trescientas cuarenta ó trescientas cincuenta arrobas, sobra todavia una potencia de cuatrocientas cincuenta arrobas, y siempre será prudente en este caso usar del cabrestante.

Todo este material se puede conducir muy fácilmente en carros, pues uno de diez y siete piés de largo y de cinco de ancho, trasporta doscientas arrobas, y puede conducir cómodamente tres barcas, cuyo peso será de ciento cuarenta á ciento cincuenta arrobas, con dos anclotes para cada barca, que pesa cada uno seis arrobas, y hacen los seis treinta y seis, y a mas seis calabrotos de dos pulgadas de grueso, y de veinte á veinticinco varas de largo, cuyo peso será de una arroba cada uno, que hacen seis arrobas, resultando un total aprosimado de doscientas diez á doscientas diez y siete arrobas, que puede conducir un carro, que quitándole el toldo y cajon que no se necesitan, y se suponen con diez y siete arrobas, quedará en doscientas, que arrastran ocho mulas ó caballos con dos conductores.

Las vigas y tablonés tambien se pueden conducir en carros, labradas y arregladas, cuando haya dificultad de conseguir madera en el tránsito, y en caso necesario se destruirán las casas para obtener las vigas, y las hojas de las puertas suplirán la falta de tablonés.

Todas las operaciones de la construccion de los puentes, sean de la clase que fueren, estarán á cargo del ingeniero director, en las que trabajarán las compañías ó batallones de pontoneros ú obreros de marina; y para evitar confusion y ordenar las operaciones, se dividirán del modo siguiente: diez hombres y un sargento para botar al agua cada barca, para llevar dos vigas cuatro soldados, y para seis tablonés seis soldados y un cabo, y doce marineros ú obreros para tripular los tres botes que han de ausiliar la colocacion de las barcas, uno para conducir cada calabrote, tres para cada anclote, dos para taladrar las vigas y tablonés, uno para ponerlas, dos para clavarlas, uno para llevar los clavos y martillos, todos con cuatro cabos, tres sargentos, dos oficiales y el ingeniero que dirige los trabajos, y la demas gente estara de reten, y este método se observará poco mas ó menos hasta la conclusion del puente, y luego podrán empezar á pasar las tropas, y cuando hayan concluido se levantará el puente deshaciéndolo, empezando por donde se principió á construir, conduciendo la madera y barcas al lado opuesto, en que estarán prontos los carros para cargarla; y si se hubiere de incendiar, se empezará por donde se principió, para que el enemigo no se apodere de ella.

A mas de la utilidad que prestarán las barcas en los puentes, tambien pueden servir para pasar tropas al lado opuesto del rio, bien sea para posesionarse del terreno y defender el punto en que se ha de echar, ó para pasar algun destacamento para sorprender al enemigo, pues cada barca puede pasar cómodamente veinte hombres, remolcándola con los botes ó asegurándola con un calabrote en la popa y otro en la proa, de una orilla á otra del rio, para pasar y repasar con mas prontitud.

Con frecuencia se hielan los rios del Norte en tiempo de invierno, y en algunos es tan grueso que pueden pasar sobre él grandes pesos, como carros, cañones y demas; pero es necesario antes calcular el peso concentrado que podrá resistir, para evitar un desastre, en la inteligencia, que el yelo de catorce pulgadas de espesor resiste el peso de un cañon de á veinticuatro con cureña, armon, ganado de tiro y sirvientes; el de una y media, el de un infante, y el de dos y media el de un caballo con su ginete.

CONSTRUCCION DE LOS PUENTES DE BALSAS DE MADERA, SEGUN LA LÁMINA (NUM. 1), DE BARRILES, DE TONELES Y DE PELLEJOS LLENOS DE AIRE.

§ II.

Se entiende por balsa, la reunion de vigas, morillos ó troncos largos, toneles, barriles, cajones y pellejos llenos de aire, y demas objetos flotantes de menos gravedad especifica, que en el agua pueden reunidos sostener un cierto peso, sin sumergirse, y con ellos se construyen puentes de bastante resistencia contra corrientes rápidas ó pacificas en rios de cualquiera anchura y profundidad; y los ejércitos modernos se han servido de ellos con frecuencia. Los Franceses en la campaña de 1796, se sirvieron de un puente de esta clase, que echaron sobre el Adije, el cual tenia ciento cuarenta toesas de largo, y se conservó algunos años; y si bien no es fácil hacerlos capaces de sostener pesos concentrados muy considerables, la sencillez y prontitud de su construccion, encontrar material, su ligereza y pocos preparativos que esige, son cualidades que los hace adaptables, y el ser tan á propósito para efectuar de oculto el paso de un rio.

El cálculo del peso que una balsa debe sostener, siendo conocidas las gravedades especificas de los cuerpos que la componen y sus volúmenes, es muy facil, y no lo es menos el construirlas de las dimensiones determinadas, para que sean susceptibles de una resistencia tambien determinada; á estas dos cuestiones, de las que la segunda es muy comun en la práctica, se reduce cuanto hay que saber en la construccion de las balsas para obtener de ellas la resistencia que se desea; y en cuanto á las demas, no se pueden establecer reglas fijas, y el sacar el mejor partido de los objetos que se encuentren, compete al tino, prudencia y destreza del ingeniero encargado de la construccion del puente.

Los puentes de balsas se pueden establecer sobre rios de cualquiera anchura, rapidez y profundidad, y en cualquiera parte, con tal que se puedan construir los lechos en sus orillas para botarlos al agua.

Despues de los puentes de barcas ó pontones, los de balsas de madera son los mas convenientes en los rios de la República Mexicana, por la posibilidad de conseguir maderas en sus riberas para construirlas, y por los pocos caminos de ruedas que tenemos para conducir los de barcas. La construccion de esta clase de puentes es muy sencilla, y no se necesitan grandes conocimientos científicos; basta una poca de meditacion y combinacion, arreglándose al calculo y al material de peso mas concentrado que ha de contener el puente, pero los calculos científicos y observaciones que sobre este punto se han hecho, establecen las reglas siguientes:

Se escogen los maderos redondos mas largos y gruesos, á proporcion que se puedan manejar, y se atarán con lazos por sus extremos, alternando las cabezas de unos con la ceta de los otros, para que resulte de un ancho igual toda la balsa, procurando que todos los maderos sean de una misma dimension y grueso poco mas ó menos, atendiendo á que un morillo de cerca de diez varas de largo y diez y ocho pulgadas de canto á canto de un punto céntrico á otro del círculo en la cabeza, á ocho en total en el extremo inferior, hacen veinticuatro y medio piés cúbicos de volumen, y cada pié tiene una arroba y quince libras de peso, y desalojan cuarenta y seis arrobas de agua y resisten veintiuna arrobas, y por este orden se irán multiplicando los troncos ó morillos, para obtener la resistencia que se necesite para contener el peso que ha de posar sobre el puente, arreglándola á lo que queda dicho sobre la artilleria, hombres y caballos en las de barcas, incluyendo en este cálculo el peso de las demas maderas que se necesitan, que son, cuatro vigas de seis varas de largo, seis pulgadas de ancho y cinco de grueso, que pesarán aprosimadamente veintiuna arrobas; la durmiente, que es un cuadrilón-

go, tres largueros y tres travesaños, los primeros de cuatro varas de largo, y del mismo ancho y grueso, y los segundos del mismo ancho que fuere la balsa, y de grueso y ancho lo mismo que las vigas, que pesarán once arrobas; los travesaños debajo del centro, y los dos extremos de los largueros divididos entre sí unos de otros á distancia proporcionada, y atados ó amordazados unos de otros, los cuales se atarán sobre la balsa, no en su mitad, sino un poco cargado al lado de la corriente ó cola; sobre las durmientes cargan las viguetas, que descansarán sobre tres balsas, cuidando que en donde concluya una vigueta, quede el centro de la que sigue á su lado, para que resulte un enlace entre las cuatro, produciendo este material una gravedad sobre el agua, incluso el de ocho tablones de dos pulgadas de canto, tres varas de largo y una y media de ancho, que pesarán veintitres arrobas, haciendo un total de cincuenta y cinco, que repartido sobre dos balsas, reporta cada una veintisiete y media arrobas, y pueden gravitar sobre cada una, sean de los troncos que fueren, sesenta y tres arrobas, pues cada uno sostiene veintiuna arrobas; de manera, que son necesarios tres troncos para soportar este peso ó equilibrarlo, y para dar á cada balsa la resistencia que necesite, es necesario multiplicar el número de troncos para que produzcan lo conveniente para cada balsa, atendiendo á que seis hombres con sus armas y equipo, pesan aprosimadamente treinta y nueve arrobas, á seis y media cada uno; se necesitan cinco morillos, al anterior, y los seis darán á la balsa un ancho de dos varas y una resistencia de ciento veintiseis arrobas; de las que se rebajan setenta y seis, sobrando una potencia de cincuenta arrobas, á la que se debe aumentar por prudencia otras cuarenta y dos, aumentando dos troncos mas á los seis ya dichos, para tener un aumento de potencia de noventa y dos arrobas para cualquiera contingencia, y entonces podrán pasar los seis hombres á tres de frente, y á dos varas de distancia, y los caballos en hilera, á ocho varas uno de otro, y en los mismos términos que queda dicho en los puentes de barcas.

Concluida la operacion del cálculo antecedente, se irán atando las capas ó lechos de morillos ó troncos sobre que descansarán los durmientes, que han de recibir las viguetas que contengan la tablazon para formar el puente. Si no se consiguere madera de las dimensiones y volúmenes que se necesitan, se echará mano de la mejor que se encuentre, poniendo dos capas en cada lecho, una sobre otra, hasta obtener la altura sobre la agua y la resistencia que se necesita, advirtiendo que cada tronco ó morillo de la segunda tanda, se ha de colocar entre dos de la primera, quedando siempre cabeza con cola, de manera, que si la primera capa tiene siete troncos, la segunda seis, y esta misma proporcion tendrán todas las balsas, tanto en troncos como en el demas material, para que resulte un peso y resistencia igual en todas. Concluidos los lechos ó balsas que se necesiten, se irán botando al agua, colocándolas en línea, distantes unas de otras cuanto sea necesario para que presten la resistencia que se necesite, afianzando cada una con dos amarras de los dos extremos de la cabeza de la balsa, que quedará al hilo de la corriente, lo mismo que los morillos que la componen, asegurada con cuerdas ó cables de piquetes, que se clavarán en tierra, y las demas amarras se afianzarán á un cable de cuatro pulgadas de grueso, que se colocara de una orilla á otra del rio, atado á algunos árboles ó piquetes, restirándolo cuanto se pueda con el cabrestante, para que resista la fuerza que produzca el choque de la corriente contra las balsas, al cual deben estar atadas las de en medio del rio, que sus amarres no alcancen á tierra.

Para empezar á formar el puente, se principiará por suavizar las rampas, subiéndolas ó bajándolas; teniendo las viguetas y tablazon preparados se empezarán á colocar sobre la primera balsa en tierra.

Si la corriente arrastrare alguna palizada que pueda dañar el puente, y no pueda pasar por los claros que quedan entre balsa y balsa, por estar muy bajo el pa-

vimiento, se aumentará su altura colocando otro cuadro de durmientes sobre los primeros, operacion sencilla que no presenta dificultad, pues solo requiere once arrobas mas de peso sobre cada balsa, ó se hará esta operacion solo sobre las dos balsas del centro del rio, por donde pase la palizada, formando de esta manera un puente para los objetos que conduzcan las aguas, y para esto se colocarán dos troncos de los mas largos y gruesos, formando ángulo, cuya abertura queda sobre la corriente, para encajonar los objetos y dirigirlos á los claros del puente, atando las colas á las balsas y las cabezas al cable que está al frente de estos, ó clavando piquetes en el fondo del rio para mantenerlos en esta posicion; y los botes que hubiere se emplearán tambien en dirigir los objetos al canal ú ojo del puente, y defender las balsas del choque de los cuerpos flotantes.

Todas las maderas para la construccion de esta clase de puentes, deben escogerse de las mas secas y menos pesadas, y si el puente se hubiere de conservar algun tiempo, será prudente embrearlas, para que empapándose menos, resulte tambien menos peso.

El material que se necesita para estos puentes, se reduce á morillos de marca, viguetas, tablones, herramientas de carpinteria, lazos, un cable y dos botes de remo.

La tropa para pasar marchará en el mejor orden, sin alargar ni acortar el paso, y lo mismo los caballos, carros y cañones, segun queda dicho en el paso de los de barcas.

Por una precaucion, para observar el tipo del puente, se hará pasar una hilera de hombres distantes cuatro á cinco varas uno de otro, despues á tres y luego á dos, y en seguida se doblarán y despues se triplicarán de frente, y ya no se interrumpirá este orden hasta concluir.

Si sobre el puente ha de pasar artillería y carros de municiones, cuya gravedad es mas concentrada, se tendrá la precaucion de que marchen dejando un intervalo uno de otro de seis á siete varas, segun del calibre que fueren y á la resistencia del puente.

§ III.

Tambien se llama balsa la reunion de barriles, toneles, pellejos y cajones llenos de aire con que se construyen puentes de bastante resistencia con corto aparato y con facilidad. Para formar una balsa de barriles, se toman dos medias viguetas, colocándolas tendidas en tierra, apartadas una de otra lo que diere de sí la concavidad de las duelas, de manera que los bordes de las viguetas las toquen en toda su estension, y en esta disposicion se colocarán en cima los toneles ó barriles atravesados, y encima de estos otras dos viguetas segun la dimension de que ha de ser la balsa y el peso que ha de resistir, y en esta disposicion se atarán con lazos fuertemente contra las cuatro viguetas que quedan encima y debajo, y esta será una balsa y se podrán empalmar ó reunir en un cuerpo hasta tres ó cuatro, afianzándolas por sus extremos con cuatro viguetas, construyendo por este orden las que se necesitan para formar el puente, y concluidas que sean se irán botando á la agua formando linea y aseguradas con cuerdas á un cable lo mismo que las balsas de madera, advirtiéndole que las viguetas, tablazon y clavazon es lo mismo que las que se necesitan para estas; y en esta disposicion se irá construyendo el puente, observando exactamente las leyes del equilibrio en esta clase de balsas y lo mismo en las de pellejos y cajones llenos de aire.

Todas estas clases de balsas, al establecer el puente, se colocarán al hilo de la corriente para que no sufran resistencia. Estas balsas son sumamente livianas y flotantes, y basta un bote ó cuatro hombres á nado para colocarlas en rios tranquilos, pero en los de corriente rápida será mas difícil.

Para determinar la resistencia que puede tener una balsa de tantos barriles, toneles, medios toneles, cuarterolas y pellejos ó cajones llenos de aire, es necesario averiguar primero la resistencia que tiene cada pieza por sí sola. Un barril de veintisiete pulgadas de largo, sesenta y tres en circunferencia por su centro y cincuenta y cuatro por sus extremos ó fondos y de cavidad de cien cuartillos, pesa diez y ocho libras y resiste en el agua un peso de siete arrobas hasta cubrirse, y disponiendo de la mitad de esta resistencia queda sobrante una potencia de tres arrobas y media, de la que se deducirá del total de resistencia de la balsa el peso de las cuatro viguetas que será de ocho arrobas siendo de cuatro varas de largo, y de ancho y grueso lo mismo que las de las balsas de madera en que se podran acomodar ocho cascos de barril, pues cada uno tiene de ancho por su centro media vara, y todos reunidos formando una sola balsa resistirán un peso de veinticinco arrobas y libras y otras tantas de reserva; pero para mas seguridad se reunirán dos balsas, asegurándolas por sus extremos con cuatro medias viguetas, dos encima y dos debajo, que afianzan cada balsa, resultando de las dos reunidas la figura de un cuadrilongo, y sobre el centro de este cuerpo se colocarán las viguetas para formar el tablero segun queda dicho en la construccion de los demas puentes de balsas.

Si sobre el puente hubiere de pasar artillería y carros de municiones, se pueden reunir cuatro balsas en un cuerpo para obtener la resistencia necesaria.

Si las balsas se hubieren de construir de toneles, medios toneles ó cuarterolas, serán de gran resistencia, y se formará cada una de los primeros de cuatro, de los segundos de seis, y de las terceras de ocho en cuadro con doce medias viguetas, seis encima y seis debajo, las cuales se afianzaran en los mismos términos que en las de las de balsas de barriles.

Un medio tonel de ciento veinte pulgadas en circunferencia por su centro y ochenta por sus extremos, y ciento veinte pulgadas de largo sobre sus duelas y de cavidad de trescientos cuartillos, dará una resistencia de ochenta y cuatro arrobas, y cuatro juntas daran trescientas treinta y seis. La colocacion de las viguetas, tablones y clavos es la misma que en la construccion de los demas puentes, con solo la diferencia de que si las balsas se construyen de toneles, en lugar de viguetas se pondrán vigas largas á proporcion del peso que han de soportar, y los tablones tambien pueden ser mas ó menos gruesos y las balsas colocarse á mas ó menos distancia unas de otras. En la construccion de ninguna clase de puentes se necesita observar con tanta esactitud la ley del equilibrio como en este; porque componiéndose de cuerpos flotantes sin lastre, no reconocen centro de gravitacion y concentracion que los contenga inmóviles, y por esto es indispensable que toda operacion tenga por base el equilibrio y la concentracion, pues no sera nada extraño que cargándose el peso á un lado de la balsa se eleve del opuesto y cause un desastre; y para evitarlo se afianzará por ambos lados con anclotes ó cuerdas á algunos piquetes ó al cable, quedando así asegurado de ambos lados.

El material para estos puentes aunque de mucho volumen y poco peso, se puede conducir fácilmente en carros, lo mismo que las barcas ó pontones; pues un carro de 17 piés de largo y de 5 de ancho, puede cargar cómodamente 50 barriles, con seis caballos y un mozo, teniendo cuidado de regar los barriles diariamente para que no se resequen, y al disponerlos para formar la balsa, se les apretarán los aros y se estancarán antes, para que cuando estén en la balsa no hagan agua. A la prudencia del ingeniero se dejan las demas combinaciones y pormenores que faltan aquí, para las dudas que puedan ocurrir.

No se puede determinar esactamente la cantidad de vigas, tablones, clavos, jarcia, y barriles ó toneles que se pueden necesitar para la construccion de un puente de esta clase, sin saber la anchura del rio y el mayor peso que ha de soportar. Pero suponiendo que el rio tiene 100 varas de ancho, y que sobre el

puede solo ha de pasar infantería, caballería y piezas de á 4, bastarán para su construcción 20 balsas de 24 barriles, que colocadas á 5 varas una de otra de centro á centro cubrirán esta dimension, quedando entre una y otra un claro de 3 varas, que cubrirán de centro á centro viguetas de 8 varas de largo, que descansarán sobre tres balsas, y cuadradas de 5 pulgadas por cada cara, en que se emplearán 480 barriles para las 20 balsas que enlazaran 68 viguetas, y pesará cada una, siendo de pino seco, segun la temperatura aprosimadamente 11 arrobas que sufrirá la balsa, á la que se añadirá el peso de 9 tablones de dos y media varas de largo y una tercia de ancho y dos y media pulgadas de canto, mitad de 18 que cubrirán el tablero de centro á centro, pues aunque las viguetas son de 8 varas de largo, pierden 2 que se dejan para empalmes y solo quedan de 6, y que siendo cada tablon de las dimensiones que quedan indicadas arriba, pesará cada uno dos y media arrobas que hacen 45 que gravitan sobre cada balsa; agregando 20 libras por cada barril ya empapada la madera de los 24 que forman el cuerpo de la balsa hacen 16 arrobas, aumentando dos y media que pesa cada una de las medias viguetas de cuatro y media varas de largo, de los 12 largueros sobre que se forma cada balsa de 8 barriles que ha de formar la cama de 24, y serán 30 arrobas, y 8 que pesan las cuatro medias viguetas de dos y media varas de largo que ocupan las cabeceras de la balsa, y serán 140 arrobas sin entrar en este calculo la jarcia y clavazon que se han de emplear; de manera, que teniendo cada barril de seis aros la resistencia de 7 arrobas, los 24 tendrán la de 168 arrobas, y las tres balsas que reunidas han de sufrir el peso, tendrán la resistencia de 504 arrobas, de las que descontando 140 del material que gravita sobre las tres balsas sobra una potencia de 364 arrobas, capaz de soportar el peso de una pieza de á 4 que pesa con cureña y armon 118 arrobas 10 libras, sobrando todavia una potencia de 245 arrobas 15 libras, capaz de soportar aun el de piezas de á 8.

Al establecer los puentes, se cuidará de que los cables ó calabrotes estén bien asegurados y muy tirantes, para lo que sirven los cabrestantes, y es en lo que estriba la seguridad del puente, pues en ellos se han de asegurar las balsas.

Para colocar las viguetas sobre esta clase de balsas, no se necesita poner sobre ellas durmientes ni cosa alguna, bastan las medias viguetas en que estan asegurados los barriles; teniendo cuidado de que los taladros que se han de hacer en las viguetas y medias viguetas de las camas no pasen á los barriles ni ofendan la jarcia; pues en esta clase de balsas queda el pavimento ó tablero á bastante altura sobre el agua, teniendo cuidado de tapar bien los barriles, quedando los bitoques para arriba. Al colocar las viguetas sobre las balsas, se les dará una direccion recta segun deben estar colocadas aquellas, y al empalmar las puntas cruzara una vara una de otra quedando una á la derecha y otra a la izquierda, y en este orden las demas, y que los dos taladros que han de unir las dos puntas sean horizontales, porque su posicion lo requiere así, y que los clavos sean lo menos de ocho pulgadas de largo y de media libra de peso, y lo mismo los que han de afirmar los tablones, que será uno para cada extremo, sin remacharlos.

Los tablones para todo puente deben sacarse á sierra para su igualdad, sin pulir ni cepillar para que no se resbalen los caballos, y cuando el hielo las hiciere resbaladizas, se echará encima arena, estiércol ó paja para evitarlo.

En todo paso de puentes, sean de la clase que fueren, se tendrá la precaucion de ordenar la tropa en el modo que ha de pasar, distante del puente para que en tierra tome las distancias que ha de llevar, para que cuando pase no haya que enmendar. Esta operacion la dirigirá el ingeniero director del puente, quien con los datos de sus observaciones lo hará con mas acierto; y á su dictámen se ceñirán hasta los generales, y de este modo se evitará la confusion y el desorden que se puede originar en estas ocasiones, y particularmente en una retirada, que todos quieren pasar á la vez, unos alegando ser de cuerpos de preferencia, otros de re-

gimientos mas antiguos, otros pertenecientes á cuerpos que han pasado ya, otros que son oficiales del estado mayor que conducen órdenes, de manera que tolo se vuelve disputas y alegatos y nadie pasa y se pierde el tiempo. Durante esta operacion, las compañías de obreros ó pontoneros estarán formadas para ocurrir á remediar qualquiera rotura ó descomposicion que se origine.

Si sobre estos puentes y todes los demas de aire por su debilidad no pudieren pasar piezas de sitio, se construirá una gran balsa de barriles, toneles, pellejos ó cajones capaz de soportar el peso de las piezas de esta clase, que desmontadas por medio de la cabria y con el auxilio de un pié de gallo ó un trepié formado con tres vigas ú otras maderas, situándolos á la margen del rio hasta donde se pueda acercar la balsa, se elevará la pieza por medio de un aparejo de poleas, jalando cuando esté en el aire para colocarla sobre el centro de la balsa, la que remolcada por los botes ó jalándola desde la orilla opuesta con zogas, se pasará á la otra banda; y para desembarcarla se usará de la misma maniobra que para embarearla, montándola con la cabria, y para hacer repasar la balsa se hará lo mismo que se hizo para pasarla, practicando igual operacion para pasar la cureña y armon y todo lo demas que haya que pasar.

El material indispensable que se necesita para estos puentes, son barriles, viguetas, medias viguetas, cintas de madera, tablones de tres varas y media de largo y una tercia de ancho, jarcia, clavos de tornillo de media libra de peso y una cuarta de vara de largo, tres cables de cuarenta toesas de largo y seis pulgadas de diametro, reatas ó prolongas de cincuenta varas de longitud, tres cabrestantes, dos botes de cuatro remos en banda, cuatro mazas, piquetes grandes y pequeños con regaton y punta de fierro, cuatro piés de cabra, una cabria, una fragua, veinte hachas, cuarenta palas y azadones y algunos picos, y toda herramienta de zapa, parihuelas, barriles y toda clase de madera de reserva, y á mas de esto irá toda herramienta de maestranza ó carpintería, y tantos anclotes cuantas deben ser las balsas. Todo este material irá labrado, pesado y marcado, acomodado y ordenado en carros, y cada clase separada, y estos marcharán en el lugar que les corresponda á la clase de material que se ha de necesitar primero para la construcción del puente para evitar confusion y retardo en una operacion violenta.

Las compañías de obreros ó pontoneros y la brigada de carros que conduzcan el tren de puentes estarán á las órdenes del ingeniero en jefe ó director del puente. Este material se emplea en el orden siguiente: los barriles son para la construcción de las balsas, las viguetas para formar el piso del puente sobre las balsas, las medias viguetas y cintas de madera sirven para formar sobre ellas las subdivisiones de las balsas, los tablones son para formar el tablero ó pavimento del puente, la jarcia ó lazos para afianzar los barriles á las medias viguetas y cintas y otros usos, los clavos de tornillo son para clavar los tablones contra las viguetas, los cables son para afianzar en él las balsas poniéndolos atados de una orilla á otra del rio frente al puente á distancia conveniente en línea paralela de diez á doce varas y elevados de la superficie de la agua cuanto queden de alto las balsas, y bien atirantados por el cabrestante para que no haga cuna ú ondulacion y represe los objetos que arrastre la corriente, fijándolo á la orilla opuesta á un árbol ó un gran piquete, y los otros dos servirán para ponerlos debajo de las balsas para dar mayor consistencia al puente si hubiere de pasar artillería, atirantándolos de manera que no levanten las balsas, ligándolos de modo que puedan ceder y hagan un cuerpo con estas cuando reciban un peso concentrado, y se fijarán en ambas orillas lo mismo que el primero: las reatas y prolongas son para afianzar las balsas al cable y jalar las cabezas de estos que han de pasar á la orilla opuesta, los cabrestantes sirven para los usos que quedan indicados, los botes son para ayudar á establecer las balsas y pasar las cabezas de los cables y clavar los grandes piquetes dentro del rio, las mazas para clavar los grandes piquetes en que se han de afianzar los