

CAPITULO XII

Cimientos de las pequeñas obras

Definición. — Condiciones que deben satisfacer los cimientos. — Resistencia del terreno a las socavaciones.—Cimientos de caños y tajeas.— Cimientos de alcantarillas y pontones. — Cimientos en terrenos inclinados. — Cimientos de muros en vuelta y aletas.

Definición. — Análogamente a lo que dijimos al ocuparnos de los cimientos de los muros (pág. 162), designamos con el nombre de *Cimientos de las pequeñas obras*, la parte de las mismas que ha de quedar por debajo del terreno natural y que constituirá su base o apoyo.

Aunque en el Tomo II de este libro, estudiaremos con detalle los cimientos en general, y muy principalmente los que han de proyectarse para los puentes, conviene que anticipemos algunas ideas sobre los procedimientos de cimentación que suelen aplicarse a las pequeñas obras, pues con frecuencia influyen en la elección de los modelos.

Condiciones que deben satisfacer los cimientos.— Estos cimientos deben proyectarse con arreglo a dos condiciones:

- a) que no produzcan sobre el terreno una presión superior a la que el suelo pueda resistir;
- b) que no sean socavables por las mayores velocidades que el agua pueda alcanzar, al correr entre sus apoyos.

Las dimensiones mínimas que la estabilidad exige para los apoyos de las pequeñas obras, reduce las presiones máximas en las fábricas a cifras comprendidas entre 1 y 3 kgs. cm^2 , que resisten perfectamente los terrenos de aluvi6n que suelen constituir los cauces de las pequeñas obras de desagüe. Ya dijimos en la pág. 162, que las rocas pueden cargarse a 20 kgs. cm^2 ; las gravas compactas, 8 kgs.; las arcillas duras, 6 kgs.; las arenas, 3 kgs.; las tierras blandas, 2 kgs.; los fangos de 0,3 a 1 kgs.

Es decir, que solo en terrenos blandos, deberán ensancharse los cimientos en la proporci6n debida, para reducir la presi6n unitaria sobre el terreno a la cifra que este pueda resistir.

Resistencia del terreno a las socavaciones.— Pero en cambio, los cauces pueden ser socavables por velocidades de corriente que excedan de las siguientes cifras:

NATURALEZA DEL TERRENO	Velocidades que pueden socavar — Metros por segundo
Tierras flojas	0,10
Tierras duras y arenas	0,30
Gravas	0,60
Piedra machacada	1,00
Rocas blandas	2,00
Hormigones o enlucidos pobres	3,00
Hormigones o enlucidos ricos	5,00
Rocas duras	8,00

Por lo tanto, al estudiar el desagüe de cada obra, se deberán apreciar las máximas velocidades a que podrá estar sometido el cauce después de construída la obra y proyectar los cimientos en forma tal, que no puedan ser socavados.

Debemos sin embargo añadir, que tratándose de pequeñas obras, son muy contados los cimientos en que el factor *socavabilidad* obligue a precauciones especiales.

Cimientos de caños y tajeas.— Los caños de los modelos oficiales (lám. I) llevan su propio cimiento.

Construidos los tubos con hormigón rico, pueden desaguar sin degradarse y a caño lleno, hasta corrientes de agua de 5 metros por segundo; aunque fuera mayor la velocidad y la corriente arrastrara piedras, fácil será reparar la zona inferior de sus paramentos, si fueran sensibles las degradaciones.

Las tajeas en tierras duras solo necesitan de 30 a 50 cm. de cimiento de fábrica hidráulica.

Si el talweg tuviera pendiente inferior a 10 ‰, basta revestir con un *encachado* de piedra en seco, el espacio comprendido entre los cimientos.

Cuando la pendiente del cauce alcance 20 ‰, debe reforzarse este eschachado con mortero hidráulico.

Los cimientos no necesitan escalonarse, sino en cauces con mayor inclinación del 20 ‰. — Se adoptan entonces disposiciones análogas a la fig. 178, pág. 215.

En terrenos muy blandos, es preferible constituir el cimiento por una solera general de hormigón de 30 a 50 cm. de grueso, o mejor aún de hormigón armado de 15 a 25

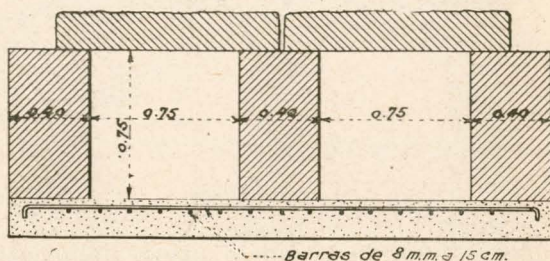


Fig. 203

cm. (Fig. 203), con armadura de redondos cruzados de 8 mm. a 15 cm. de distancia en ambos sentidos, colocada a una distancia de unos 3 cm. de su cara superior.

Para evitar socavaciones, o que el agua se filtre por debajo de la obra, conviene añadir a las soleras o defensas de los cauces, unos *rastrillos* R. R. (fig. 204) disponiendo además aguas abajo una pequeña zona de *encachado*.

En algunos casos, sobre todo en tajeas para ferrocarriles en terrenos muy permeables, se ha llegado a cimentarlas sobre pilares y bóvedas, directamente apoyadas sobre el terreno firme.

Presentamos un ejemplo en la (Fig. 205).

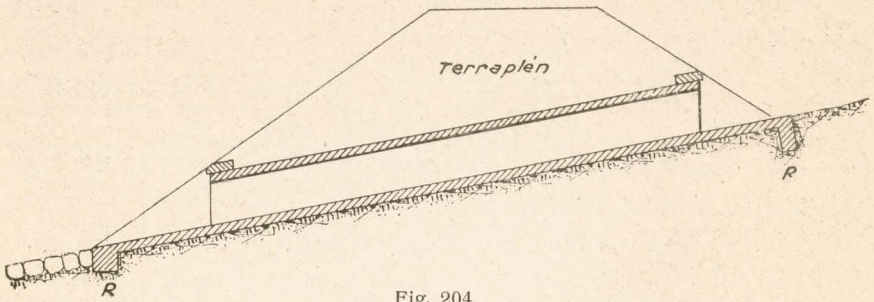


Fig. 204

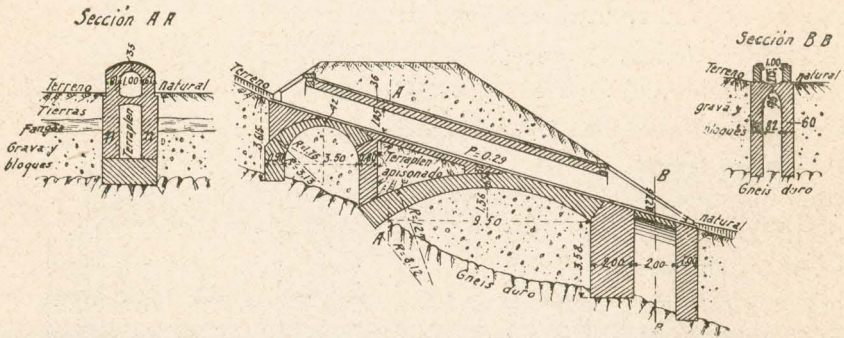


Fig. 205

Pero resultan entonces obras muy costosas, que conviene comparar con otros tipos más sencillos, como por ejemplo el de la fig. 206, empleando caños apoyados directamente sobre el

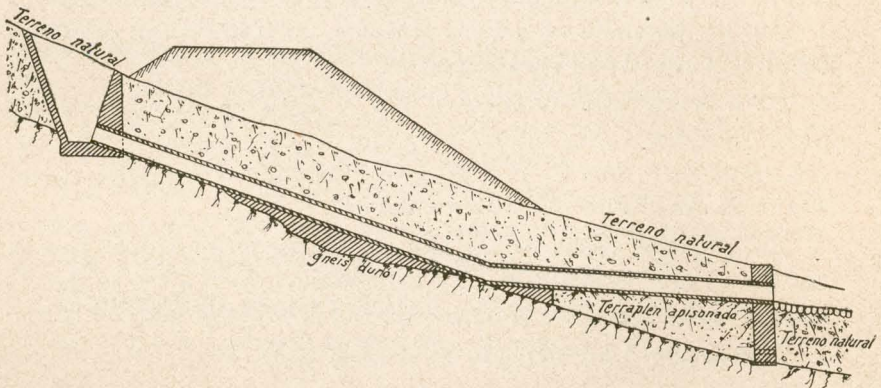


Fig. 206

terreno firme, en la parte correspondiente al terraplén, dándoles la entrada por medio de un *cubo* entre muretes y revestimientos y la salida prolongando el tubo con menos pendiente, hasta su desagüe sobre el terreno natural, que se revestiría con fábrica hidráulica en la solera y taludes.

Cimientos de las alcantarillas y pontones.—Suelen ejecutarse sobre todo en la parte que corresponde a los estribos propiamente dichos con profundidades variables, según la dureza y socavabilidad del terreno.

Cuando en obras de menos de 5 metros de luz, ofrezca el terreno poca resistencia a las socavaciones del lecho entre los estribos, se evitan aquellas mediante un *zampeado* de mampostería en seco (Fig. 207), que así se llaman estas defensas de los lechos, que pueden prolongarse un par de metros o más entre las aletas.

En terrenos fangosos, puede convenir al mismo tiempo repartir la presión de la obra, sobre mayor superficie que la correspondiente a la sección de apoyos.

Se pueden disponer entonces unas soleras generales de hormigón armado, análogas a las de tajeas anteriormente descritas, que sirven de zampeado y de cimiento a la vez, como hemos hecho en algunos pontones del ferrocarril de Tánger a Fez (Fig. 208).

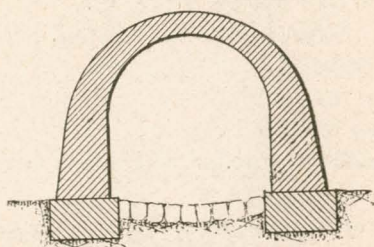


Fig. 207

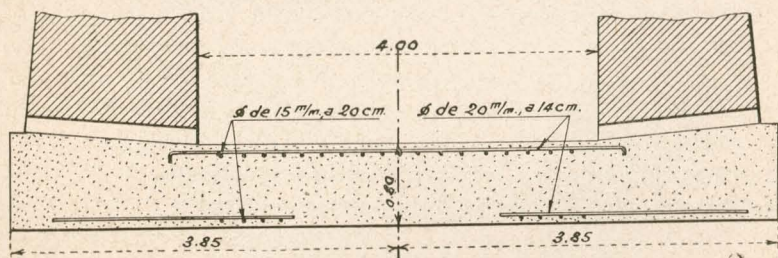


Fig. 208

El peso total de la obra, sus terraplenes y sobrecargas se reparten entonces uniformemente sobre la gran superficie de la solera general, cuya rigidez se consigue por las armaduras que al efecto se calculan.

Se debe dar a estos enchachados o soleras, una concavidad de $\frac{1}{12}$ a $\frac{1}{8}$ de la luz.

Cuando cubren arroyos de escaso caudal, en estiage o barrancos torrenciales, pueden generalmente ejecutarse los cimientos en seco o con insignificantes *agotamientos* (1).

La profundidad de estos cimientos, puede variar entre 0,50 y 2,00 m. y no suele exceder de esta última cifra, aún en terrenos blandos.

A medida que va creciendo de 5 a 9 m. la luz de estas pequeñas obras, se comprende que los cimientos aumenten de importancia, ya que necesitan profundizarse hasta un nivel que no alcancen las socavaciones que las corrientes de avenidas puedan ejercer en su pie.

Sobre todo, cuando los pontones, formando grupos, vienen a sustituir a los puentes y atraviesan verdaderos ríos de caudal permanente, deben cimentarse en la misma forma y con análogas precauciones y procedimientos que los de apoyos de los puentes, que estudiaremos con detalle en el Tomo II.

Sin embargo, como quiera que en estos casos, el coste del metro lineal de pontón suele ser bastante más económico que el de igual longitud del puente que viene a sustituir, ya dijimos en el Capítulo anterior, que es casi siempre preferible aumentar el número de arcos o tramos del grupo de pontones, hasta que la luz lineal se aproxime al ancho máximo de avenidas.

La ruina por escasez de cimientos de un puente importante, produce una perturbación considerable en la vida comercial de una región.—El Ingeniero debe evitar esta contingencia, en la medida de los recursos de que disponga y del tráfico de la vía.

En cambio, la destrucción de una alcantarilla en una carretera, no es catastrófica; puede improvisarse un paso provisional con rapidez; la reconstrucción tampoco suele ser cara.—No es pues preciso extremar las condiciones de resistencia de los cimientos en estas pequeñas obras.

(1) Designase en Ingeniería con el nombre de *agotamiento*, la operación que consiste en la extracción del agua de filtración que invade los fondos de las excavaciones practicadas en terrenos húmedos, o en el que discurran corriente subalveas.

Por estas razones, los procedimientos de cimentación que se emplean para ellas, son los más sencillos y económicos.

Si el terreno es duro e insocavable, no cabe dudar que con pequeñas excavaciones se consigue cimentar directamente la base de los apoyos de fábrica de estos grupos.

Cuando los cauces de los ríos son susceptibles de socavaciones y que fueran caros los agotamientos precisos para alcanzar con el cemento directo la profundidad necesaria, es preferible recurrir a pilotaje de madera o mejor aún de hormigón armado (Fig. 209) cuyas cabezas se envuelven en una solera de hormigón, sobre la que se levanta la pila o estribo, sobre los que a su vez se apoyan los arcos o los tramos rectos del pontón.

Si el grupo de pontones está constituido por tramos rectos de hormigón armado, el cemento más económico es el de constituir los apoyos por palizadas con pilares de hormigón armado, que terminados en punta se hincan dentro del terreno y sirven de cemento al mismo tiempo, según hemos visto en el Capítulo X, Figs. 200, 201 y 202, páginas 236 y siguientes.

En ambos sistemas de cimentos, los pilotes deben hincarse hasta el terreno firme o por lo menos a profundidades que no puedan alcanzar las socavaciones.

Cuando el terreno firme se encuentre a profundidades de 2 a 4 m. y que para alcanzarlo se precisaran agotamientos considerables, puede también cimentarse sobre tubos o cajones hincados por el llamado *sistema*

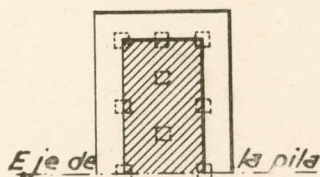
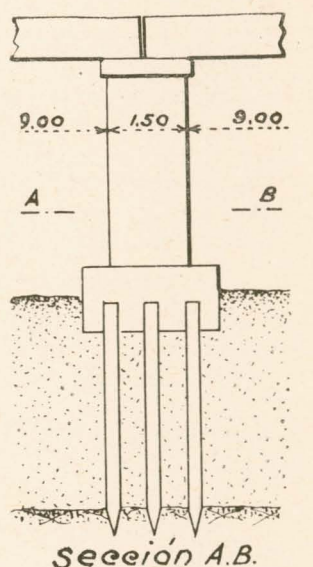


Fig 209

indio, que permite reducir la importancia de las filtraciones y por lo tanto de los agotamientos.

Así, por ejemplo, hicimos para un pontón del ferrocarril de Tánger a Fez (Fig. 210).

Sus estribos se apoyan sobre 6 tubos de hormigón de 1,00 y 1,50 m. de diámetro interior y exterior y 2,50 m. de longitud.

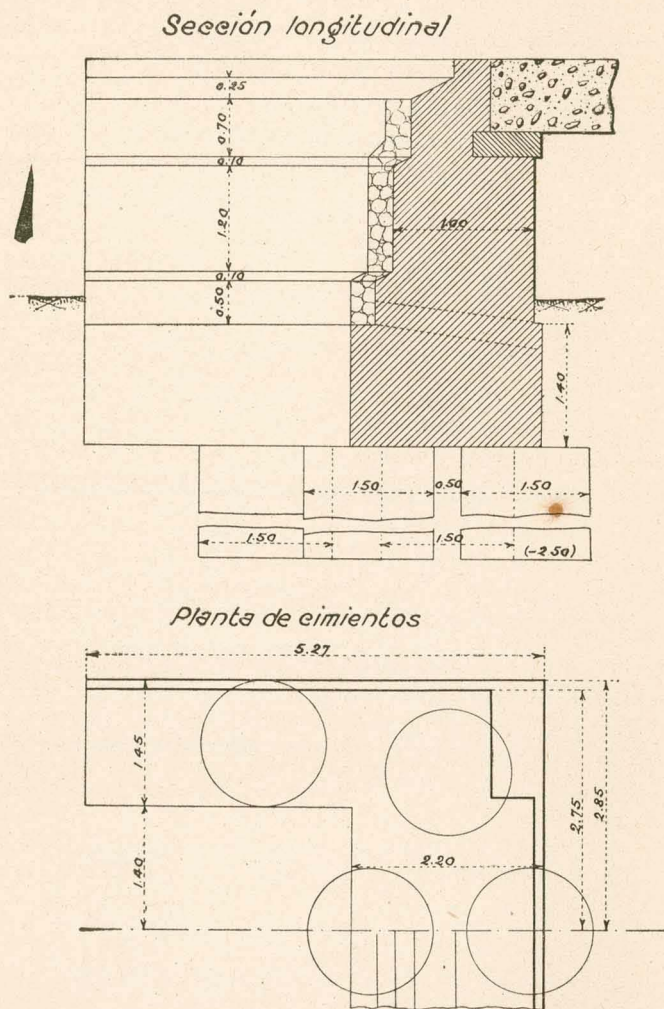


Fig 210

Apoyados verticalmente sobre el terreno, se excavó dentro del tubo; el peso de éste lo hacía descender a través de la excavación. Las filtraciones, *que entonces solo se producen por el fondo*, se agotaron con facilidad y una vez alcanzada la capa de arcilla dura, que se encontraba a 4,20 m. se rellenaba el tubo de hormigón.

Cimientos en terrenos inclinados.—Si la inclinación del terreno excede de 20° , para prevenir el corrimiento de los cimientos, deben estos escalonarse, como se aprecia en las Figs. 178 a 182, páginas 214 a 216, análogamente a lo que hemos dicho al ocuparnos de los muros (Pág. 162).

Las huellas de estos escalones, serán próximamente horizontales; las contrahuellas verticales, en terrenos de roca y algo inclinados, de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$, cuando el suelo no es duro.

Aguas arriba y aguas abajo, estas soleras escalonadas deben estribarse más fuertemente.—La fábrica preferible, es el hormigón.—Sus espesores variarán según la importancia de la obra, entre 0,20 y 0,60 m.; el ancho y altura de los escalones según la pendiente de 0,40 a 1,00 m.

Cimientos de muros en vuelta y en aletas.—Estos muros son *obras accesorias*, de los estribos, pues su destrucción parcial o total, no lleva consigo la del paso de la vía.

Además, la violencia de las socavaciones, es menos sensible a lo largo del extremo de unas aletas o de un muro en vuelta, que entre los estribos y pilas, donde el cauce está concentrado.

Por lo tanto, casi siempre será supérfluo cimentar estos muros a iguales profundidades que los apoyos propiamente dichos; debe pues reducirse gradualmente la importancia de los cimientos, a medida que el muro se aleja del apoyo, ya siguiendo un plano inclinado, ya con escalones si el terreno tiene fuerte inclinación (Fig. 211).

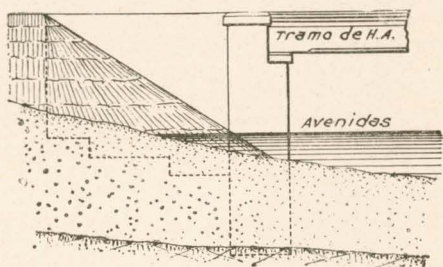


Fig. 211

Pero los estribos deben siempre cimentarse con iguales condiciones de resistencia que las pilas, para que las socavaciones que pudieran sufrir los cimientos de los muros en vuelta o alas, fácilmente reparables, no puedan afectar a la estabilidad de la obra propiamente dicha.

