

FUNDACIONES DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL

(Notas de Clase para la carrera de Ingeniero Agrimensor)

Victorio Hernández Balat

1.- ALCANCE

Estas notas tienen por objeto familiarizar al futuro profesional con la terminología que se utiliza en los proyectos de fundaciones más comunes en edificios. Debe aclararse que el campo de las fundaciones de hormigón estructural es muy extenso y que, consecuentemente, han quedado excluidos muchos tipos de fundaciones algunos de uso poco frecuente en edificios y otros utilizados en otro tipo de estructuras tales como puentes, antenas, torres de transmisión, etc.

2.- CLASIFICACIÓN

De acuerdo con la profundidad del plano de apoyo las fundaciones suelen clasificarse en: superficiales, semi-profundas y profundas.

La elección de la profundidad de fundación es siempre una decisión tanto técnica como económica que involucra las características resistentes y de deformabilidad del suelo, los volúmenes de estructura necesarios para lograr una respuesta satisfactoria de la fundación y las tecnologías disponibles con su correspondientes costos locales (excavadoras, perforadores, hincadoras de pilotes, etc.).

3.- FUNDACIONES SUPERFICIALES O DIRECTAS

Las tipologías más comunes dentro de las fundaciones superficiales son (Figura 2.1):

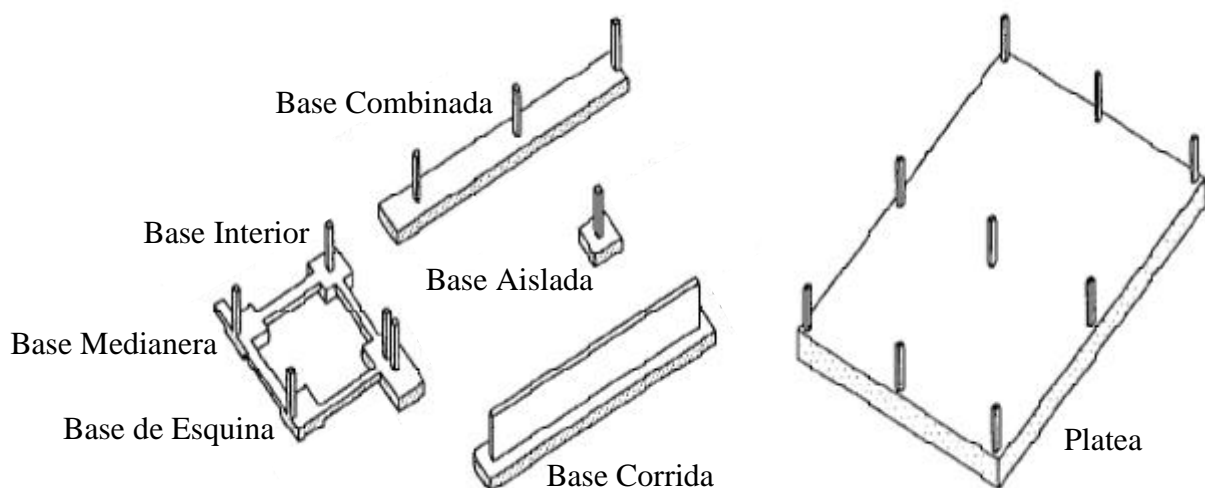


Figura 3.1

- Bases corridas: se utilizan debajo de tabiques tanto de mampostería como de hormigón)

- Bases aisladas: se utilizan para la fundación de un único elemento (p.e. una columna)
- Bases combinadas: se utilizan para la fundación de varios elementos alineados (p.e. dos o más columnas alineadas)
- Plateas de fundación: elementos superficiales utilizados para fundar varias columnas no alineadas (frecuentemente la totalidad de las columnas de un edificio).

La ubicación relativa de una fundación dentro de la planta de una estructura da lugar a singularidades de comportamiento. Por ese motivo es común diferenciar en fundaciones interiores, de borde o medianeras y de esquinas (Figura 3.1). Este comentario es válido para todo tipo de fundaciones.

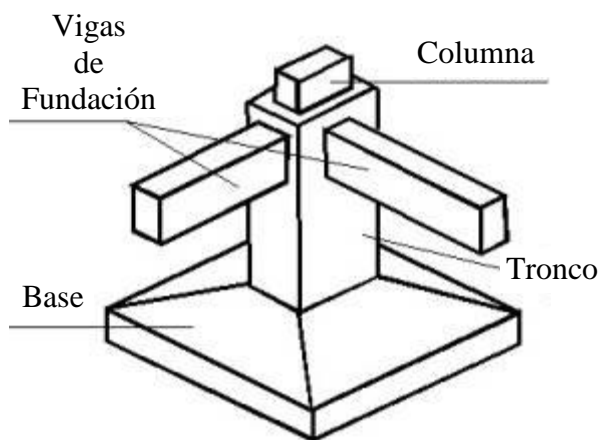


Figura 3.2

En muchos países las bases aisladas tienen forma de paralelepípedo. En nuestro país se mantiene la tradición de darles altura variable de modo de disminuir el espesor de hormigón en aquellos lugares en que las solicitaciones son menores dando lugar a combinaciones entre paralelepípedos y troncos de pirámide (Figura 3.2).

En oportunidades entre la base y la columna se intercala un elemento denominado tronco de columna (Figura 3.2). Este elemento suele tener una sección transversal ligeramente mayor que la de la columna (unos cinco centímetros en cada dirección) de modo de facilitar el apoyo del encofrado de la columna.

Asimismo estos elementos suelen servir de apoyo a las vigas de fundación (ver más adelante).

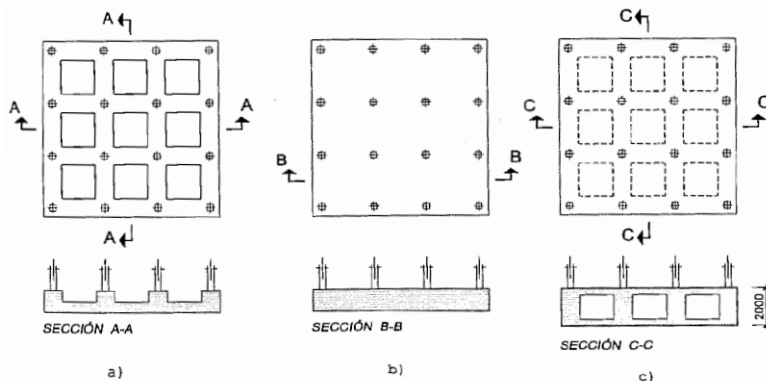


Figura 3.3

analizar este tipo de soluciones dado que, de cualquier manera, habría que hacer una losa de subpresión que actuaría como "piso" del subsuelo y que debería ser capaz de resistir la presión exterior de agua. En la Figuras 3.3.a) a 3.3.c) se muestran posibles soluciones basadas en plateas de fundación. Desde el punto de vista constructivo la más sencilla es la indicada en 3.3.b). Este tipo de solución puede llevar a espesores de losa muy importantes por lo que, si las cargas son muy importantes, se recurre a la disposición de vigas en las zonas más solicitadas (Figura 3.3.a)) y, excepcionalmente, al uso de estructuras aligeradas (Figura 3.3.c)).

Si bien no hay una regla única que lleve a la adopción de una platea, podría decirse que cuando la superficie de las bases supera el 50% de la superficie total de la planta ésta es una alternativa que vale la pena ser analizada. La existencia de subsuelos y de una napa freática que pueda conducir a la inundación de los mismos también puede ser un buen argumento para

En la zona de Ensenada se observa una situación que se repite con frecuencia en la cercanía de cursos de agua. En efecto, por un fenómeno de desecación los suelos muy superficiales tienen una capacidad portante baja pero suficiente para dar sustento a estructuras menores. Inmediatamente por debajo de esa capa superficial los suelos tienen capacidades portantes tan bajas que los hacen inaptos para fundar por lo que, si no puede utilizarse la capa superior debe recurrirse al uso de pilotes. Por este motivo gran cantidad de estructuras construidas en esta zona están fundadas sobre plateas superficiales.

4.- FUNDACIONES PROFUNDAS

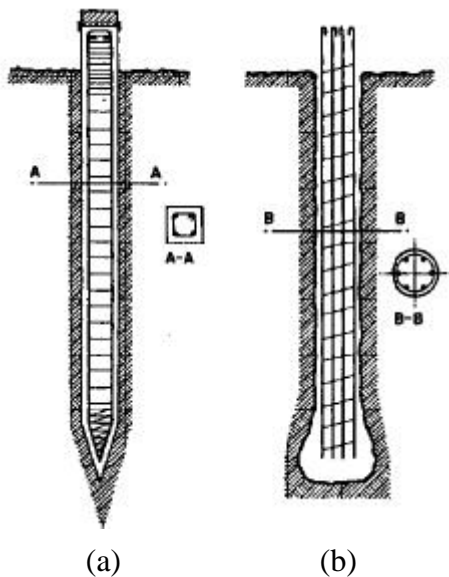


Figura 4.1

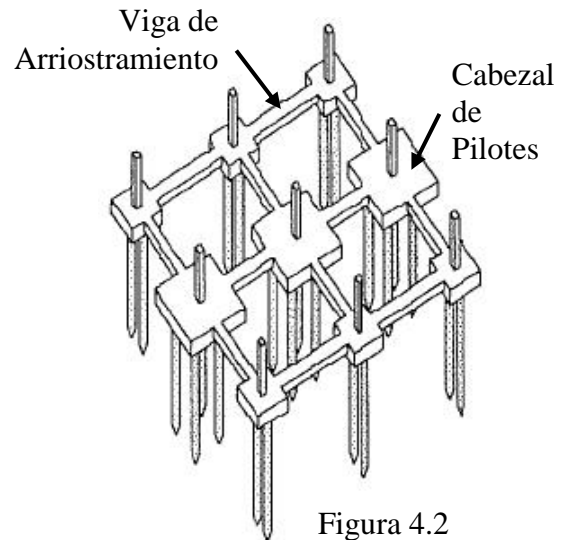


Figura 4.2

El elemento estructural característico de las fundaciones profundas es el pilote. Los pilotes pueden ser prefabricados (Figura 4.1.a) u hormigonados "in situ" (Figura 4.1.b).

Los pilotes prefabricados son hincados mediante diferentes técnicas. La más común de ellas es la hincada a golpes realizada mediante el uso de martillos de gran masa. La sección transversal más frecuentemente utilizada es la cuadrada. El extremo inferior de estos pilotes tiene forma aguda de modo de facilitar la penetración en el terreno. En ocasiones se dispone un elemento metálico en la punta para evitar la rotura del hormigón por el impacto con zonas del terreno localmente más duras. La zona superior del pilote tiene una armadura de refuerzo en forma de estribos para mejorar el comportamiento del hormigón frente al impacto del martillo.

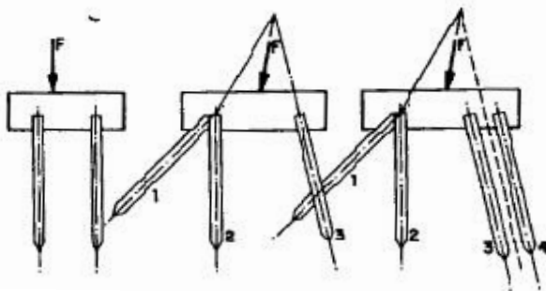


Figura 4.3

Cuando la estructura transmite a las fundaciones fuerzas horizontales significativas los pilotes hincados pueden construirse con ligeras inclinaciones para mejorar su comportamiento frente a este tipo de solicitaciones (las inclinaciones indicadas en la Figura 4.3 son exageradas frente a las inclinaciones usuales en la práctica).

Los pilotes hormigonados "in situ" excavados en suelos que tienden a derrumbarse durante la excavación y/u hormigonado pueden requerir del uso de camisas metálicas u otras

técnicas para estabilizar las paredes de la excavación durante la construcción. En algunos casos estas camisas metálicas quedan perdidas. La sección transversal más frecuentemente utilizada en pilotes “in situ” es la circular dado que las perforaciones se realizan en buena parte de los casos utilizando herramientas helicoidales rotatorias (hoyadoras).

Los pilotes son elementos en los que, dimensionalmente, la longitud prepondera ampliamente frente a su diámetro (elementos lineales). Los pilotes suelen disponerse en grupos y sus cabezas se vinculan por medio de elementos estructurales de gran rigidez denominados cabezales (Figura 4.2) que permiten “sumar” la resistencia del grupo de pilotes.

5.- FUNDACIONES SEMI-PROFUNDAS

Existen elementos de aspecto intermedio, denominados fundaciones semi-profundas. Su exponente más común en nuestro medio son los pozos de fundación. En estos casos se trata de cilindros en los que la longitud no supera unas cinco veces el diámetro (se trata de un límite arbitrario por lo que pueden encontrarse diferentes valores en la literatura).

En la ciudad de La Plata desde hace algunos años se ha venido extendiendo el uso de pozos de fundación aún para condiciones de terreno que años atrás hubieran llevado a la adopción de fundaciones directas. La excavación de estos elementos de fundación puede hacerse en forma manual o mecánica. Cuando se realiza en forma manual su diámetro mínimo debería ser del orden de los 0.80 metros para permitir el trabajo de un operario con pala, el movimiento vertical del balde movido por un molinete y la ventilación del pozo (aunque en la práctica se ven diámetros excavados a mano tan pequeños como 0.60 metros). Los pozos de fundación presentan algunos aspectos constructivos favorables que han ido llevando a la situación actual. Por una parte la excavación tanto manual como mecánica se realiza en tiempos muy cortos y a costos relativamente bajos. Por otro lado al apoyar en estratos más resistentes y rígidos el área en planta de estas fundaciones es mucho menor que las de las zapatas creando su construcción menores interferencias en el movimiento interno de la obra.

La construcción de este tipo de elementos resulta algo más compleja en el caso de pozos medianeros y de esquina (encuentro de una medianera con la línea municipal por ejemplo). En estos casos los pozos suelen hacerse “tangentes” a la línea y luego se los “derrumba” con pico y pala de modo de crear una forma que permita el apoyo de la columna (Figuras 5.1 y 5.2).

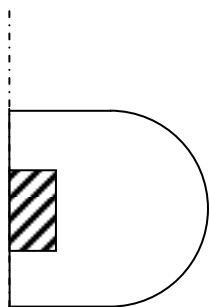


Figura 5.1

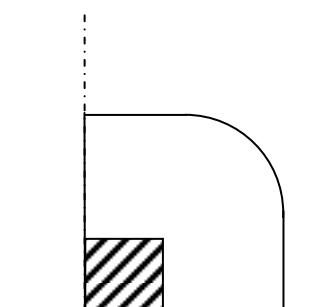


Figura 5.2

Tanto en el caso de pilotes como en el de pozos o cilindros excavados, existen técnicas para aumentar el área de contacto de la punta mediante una sobre-excavación de la zona dando lugar a la aparición de un bulbo (Figura 4.1.b).

6.- PILOTINES

Se denominan “pilotín” a un pilote de pequeño diámetro (entre 25 y 30 centímetros) que usualmente no supera unos dos metros de profundidad. Se trata de elementos hormigonados “in situ”. Su excavación puede realizarse en forma manual (palas “vizcacheras”) o por medios mecánicos (herramientas giratorias en forma de tirabuzón usualmente montadas sobre camiones).

Hasta hace algunos años, cuando se disponía de suelo competente a poca profundidad, las construcciones menores sin estructura independiente (p.e viviendas en planta baja o planta baja y un piso) fundaban su mampostería portante sobre zapatas de hormigón armado realizadas dentro de trincheras. El suelo proveniente de estas trincheras producía notables incomodidades en el movimiento interno de las obras. Por este motivo en este tipo de construcciones se ha ido generalizando el uso de vigas de fundación apoyadas sobre pilotines. Estas vigas son de dimensiones pequeñas (p.e. 0.20×0.30 metros) por lo que las excavaciones resultan mucho menores que las requeridas para la construcción de zapatas. Cuando el manto competente se encuentra más profundo, el uso de pilotines ya no responde a una comodidad de obra sino a una necesidad estructural.

En edificaciones con estructura independiente el peso de las paredes de los pisos superiores es resistido por las vigas y losas de la estructura. En el caso de las paredes ubicadas en planta baja existen dos posibles soluciones. Una de ellas consiste en hacer vigas que vinculen las columnas entre sí y luego construir las paredes sobre ellas. Uno de los problemas que suelen presentarse en estos casos es que la disposición de paredes no siempre coincide con las líneas que unen columnas. Por otro lado las luces de las vigas resultan importantes y, por lo tanto, requieren de armaduras también importantes. Una solución frecuentemente utilizada consiste en hacer vigas de fundación apoyadas sobre pilotines y sobre las columnas. De esta forma se disminuye la luz de las vigas entre columnas y se logra dar apoyo a aquellas paredes que no se encuentran alineadas con columnas.

7.- VIGAS DE FUNDACIÓN, VIGAS DE ARRIOSTRAMIENTO Y BASES CON VIGAS

Ya sea para dar apoyos a paredes y/o para producir un arriostramiento entre los diferentes elementos de fundación es común la existencia de vigas de unión superficiales que reciben el nombre de vigas de fundación.

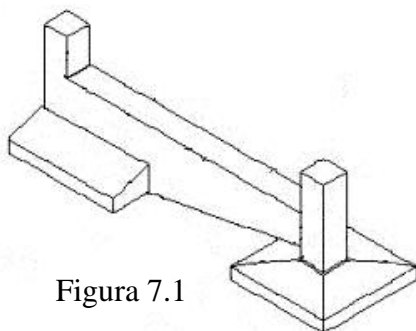


Figura 7.1

Existen otro tipo de vigas de unión mucho más rígidas con funciones diferentes a las de las vigas de fundación. Estas vigas se utilizan por ejemplo para vincular bases medianeras o de esquina con bases interiores de modo de disminuir las flexiones que de otra forma aparecerían en las columnas medianeras o de esquina. Un caso típico es el de las bases cantilever (Figura 7.1). Asimismo se utilizan vigas en las bases combinadas de modo y en las plateas uniendo las columnas entre sí. De esta forma se concentran las mayores alturas estructurales en las zonas donde los momentos son máximos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Calavera , J, “Cálculo de Estructuras de Cimentación”, INTEMAC, 2000