

EDIFICACIÓN



Tema 3 Cimentaciones y Excavaciones

Tema 3.3 Cimentaciones - Generalidades

Autores:

Ing. Uriel Isaí López Cayetano



ÍNDICE

Introducción.....	1
3.3.1 Definiciones	2
3.3.2 Clasificación	4
3.3.2.1 Concreto armado.....	5
3.3.2.2 Acero.....	6
3.3.4 Normatividad	7
3.3.5 Conclusión Capitular	12
Bibliografía.....	13
Índice de Figuras.....	14
Índice de Tablas	¡Error! Marcador no definido.



Introducción

En el campo de la Ingeniería civil, las cimentaciones son los elementos fundamentales que aseguran la estabilidad y durabilidad de cualquier estructura. Estos elementos son estructuras que transfieren las cargas de la edificación al subsuelo, de forma que se garantice su estabilidad a lo largo del tiempo. La elección adecuada de la cimentación dependerá de diversos factores donde se incluyen las características del subsuelo, el tipo de edificación y las cargas que va a soportar.

Existen diferentes tipos de cimentaciones que se pueden clasificar en superficiales y profundas, las primeras son usadas cuando las capas superficiales del subsuelo son capaces de soportar las cargas que la edificación transmite a éstas; las segundas se emplean cuando las capas superficiales no son adecuadas para soportar las cargas o cuando se requiere alcanzar capas más resistentes que se encuentran a profundidades mayores.

Cada tipo de cimentación tiene sus propias ventajas, limitaciones y aplicaciones que son específicas, por lo cual se requiere de un análisis detallado en la etapa de diseño. La correcta selección y construcción no solo influye en la estabilidad de la edificación, sino que además afecta su costo, durabilidad y seguridad durante toda la vida útil del proyecto.

Por lo cual en este capítulo se hablará de los tipos de cimentaciones que existen de forma simplificada (en capítulos posteriores se profundizará con más detalle), los materiales necesarios para su construcción, algunos procesos constructivos y finalmente la normatividad que es aplicable hoy en día en la Ciudad de México.



3.3.1 Definiciones

Las partes que conforman a la estructura de una edificación son:

- a) **Subestructura:** Es aquella que tiene objetivo recibir todas las cargas (muertas, vivas y accidentales) que bajan a ella por medio de las estructuras y que se encarga de transmitir las al subsuelo.
- b) **Superestructura:** Es la parte de la estructura que en conjunto con la subestructura tiene el objetivo de proporcionar espacios que puedan ser aprovechables para el fin que se le asignó a la edificación.
- c) **Cimentación:** Terzagui-Peck definen una cimentación como la parte de una estructura que sirve exclusivamente para transmitir su peso al suelo soportante. O bien de manera más detallada, una cimentación es la parte de una estructura que le proporciona apoyo a la misma y a las cargas que actúan en ella. (Springall, s.f.).
- d) **Suelo soportante:** Es aquel que recibe directamente las cargas que le transmite la edificación a través de la subestructura. Para su buen funcionamiento de la cimentación, es indispensable eliminar cualquier relleno o capa vegetal que impida desplantar directamente en el estrato resistente. En caso de que la capa resistente no se encuentre en una profundidad considerable por procesos constructivos o costo, se debe alcanzar mediante pilas o pilotes.
- e) **Ingeniería de cimentaciones:** Es la rama de la ingeniería civil, en específico la geotecnia, que se encarga de determinar las propiedades del suelo, elegir el tipo de cimentación y evaluar la capacidad que tiene para soportar cargas, además de diseñar los elementos que pertenecen a la subestructura.
- f) **Capacidad de carga última:** Máxima resistencia que una cimentación o un elemento de cimentación puede oponer a la fuerza o combinación de fuerzas considerada antes de llegar a un estado de falla.



De manera general, una cimentación debe de satisfacer lo siguiente:

- a) Seguridad contra falla por resistencia al corte.
- b) Los asentamientos no deben exceder los límites permisibles del edificio y de las obras colindantes.

En cualquier estudio de cimentación es fundamental el conocimiento tanto de la geología local, la estratigrafía del subsuelo, así como las propiedades índice y mecánicas (permeabilidad, deformabilidad y resistencia al corte) del mismo.

Otras definiciones que menciona las Normas Técnicas Complementarias (NTC) para Diseño y Construcción de Cimentaciones son:

- **Cimentación:** Parte de la estructura que está en contacto con el suelo y sirve para transmitir a éste las cargas generadas por la edificación.
- **Edificación:** Cualquier estructura cuyo uso intencional incluye dar abrigo, protección y refugio a ocupantes humanos.

El alcance de la NTC para Diseño y Construcción de Cimentaciones menciona: “La presente Norma no es un manual de diseño y por tanto no es exhaustiva. Sólo tiene por objeto fijar criterios y métodos de diseño y construcción de cimentaciones que permitan cumplir los requisitos mínimos definidos en el Capítulo VIII del Título Sexto del Reglamento. Los aspectos no cubiertos por ella quedan a criterio del Director Responsable de Obra y, en su caso, del Corresponsable en Seguridad Estructural y del Especialista en Ingeniería Geotécnica y serán de su responsabilidad. La presente Norma es de carácter obligatorio. El uso de criterios o métodos diferentes de los que aquí se presentan también puede ser aceptable, pero requerirá la aprobación expresa de la Administración”.



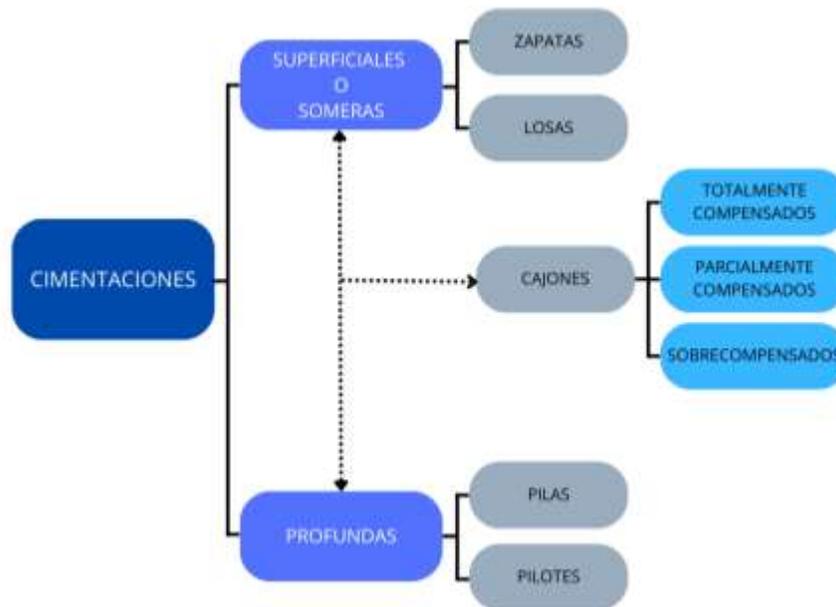
3.3.2 Clasificación

Las cimentaciones pueden clasificarse de acuerdo con diferentes criterios, por ejemplo, por su nivel de desplante, su distribución superficial, según su proceso de construcción, o por su material de fabricación según se enlista a continuación:

- a) Según su nivel de desplante:
 - Superficiales o someras
 - Profundas
- b) Según su distribución superficial:
 - Continuas
 - Aisladas
- c) Según su proceso de construcción:
 - Fabricadas in situ
 - Prefabricadas
 - Mixtas
- d) Según su material de fabricación:
 - Concreto reforzado
 - Acero
 - Madera (en desuso)

Si bien existen diversas maneras en que se pueden clasificar, en la figura 1 se muestra una clasificación general de las cimentaciones, con la cual se desarrollarán los temas consecuentes.



Figura 1. Clasificación de las cimentaciones

Nota: Adaptada de *Notas sobre cimentaciones* [Archivo PDF], por G. Springall, s.f. SCRIBD (<https://es.scribd.com/document/686093634/Tema-2-Notas-1-de-GSC-Sobre-Cimentaciones-1>). (p. 5).

Como se mencionó anteriormente, los materiales con los que se pueden llegar a fabricar las cimentaciones son el concreto y el acero. En este apartado se omite la madera debido a que, con el paso del tiempo, este material ha quedado en desuso.

3.3.2.1 Concreto armado

El concreto armado es una mezcla de agregados pétreos, cementante y agua, a las que agregarse algunos aditivos, además de combinarse con acero (varillas) para permitir que las cargas se distribuyan de una manera más eficiente.

Las cimentaciones de concreto armado son las más utilizadas debido a su durabilidad que puede tener al estar expuestas a diversas condiciones climáticas, humedad o inclusive el fuego, además de que el costo es relativamente bajo en comparación con el acero, aunado a la versatilidad que los materiales tienen.

Por otra parte, algunas de las desventajas son que el tiempo de construcción puede ser alto debido al tiempo que tarda en alcanzar su resistencia máxima, además que debido a su peso se pueden tener problemas de asentamientos o inestabilidad.

En general su uso es para cualquier obra de edificación o infraestructura.

Figura 2. *Cimentación de concreto reforzado*

Nota: Adaptada de *Losas de cimentación* [Imagen], por ABC Geotechnical Consulting, s.f., (<https://www.mecanicasuelosabcchile.com/losas-cimentacion/>).

3.3.2.2 Acero.

Las cimentaciones de acero son menos comunes que las de concreto reforzado. Su utilización va enfocada a cimentaciones profundas y proyectos específicos como pueden ser construcciones temporales o proyectos que estarán sujetos a grandes fuerzas de flexión y tensión.

Las ventajas que tienen este tipo de cimentaciones es que son más ligeras en comparación con el concreto armado, lo cual ayuda cuando se busca una solución que reduzca el peso de la edificación, además de que el tiempo de instalación es más rápido. Por otra parte, tiene desventajas como lo puede ser su susceptibilidad a la corrosión lo cual puede requerir de alguna protección. Otro punto importante es el costo, ya que este material es más costoso que el concreto reforzado, además que este material no tiene tanta flexibilidad en el diseño, pues al ser elementos prefabricados los diseños ya son estándares.

En general su uso es muy común en estructuras industriales, puentes, construcciones temporales o plataformas offshore, destacando que su uso es para tener tiempos de ejecución menores o estructuras más ligeras.

Figura 3. *Cimentación de acero*

Nota: Adaptada de *Pilotaje de tubos* [Imagen], por COPIER, s.f., (<https://www.copiermachinery.com/es/productos/industrias/pilotaje-de-tubos/>).

3.3.4 Normatividad

La ciudad es un ente dinámico que se va adecuando a sus necesidades mediante la creación o modificación de servicios e infraestructura, por lo cual debe de existir un marco legal que oriente el desarrollo de la ciudad y garantice estabilidad, operación y conservación de los inmuebles y las instalaciones que la integran.

En la Ciudad de México el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF), establece las condicionantes arquitectónicas, diseño estructural, condicionantes sobre el proyecto, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones, etc. También se fija la forma en que se supervisarán las obras y las sanciones a que se hará acreedor quien lo infrinja. Debido a la complejidad que debe abarcarse en cada área, el RCDF cuenta con anexos llamados “Normas técnicas complementarias” donde se desarrolla detalladamente cada aspecto que deba ser considerado con mayor precisión.

Para el tema que nos ocupa, la norma que rige todo lo referente a su diseño y construcción, es la “Norma Técnica Complementaria para Diseño y Construcción de Cimentaciones”. El índice de manera general es el siguiente:

Notación

Terminología Estándares

1. *Consideraciones generales*
2. *Investigación del subsuelo*
3. *Verificación de la seguridad de las cimentaciones*
4. *Aspectos geotécnicos en el diseño estructural de la cimentación*
5. *Verificación de la seguridad en las excavaciones*
6. *Verificación de la seguridad en muros de contención*
7. *Procedimiento constructivo*
8. *Monitoreo del comportamiento de excavaciones y cimentaciones*
9. *Mejoramiento de suelo y rocas*
10. *Renivelaciones y recimentaciones*
11. *Informe geotécnico*

Dentro del tema 7 “Procedimiento constructivo” el contenido más relevante que se menciona en la NTC para diseño y Construcción de Cimentaciones se presenta a continuación (se respeta la numeración contenida en este rubro).

7.1.1.1 Como parte del estudio de mecánica de suelos, deberá definirse un procedimiento constructivo de las cimentaciones someras que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la integridad de los elementos de cimentación y la seguridad durante y después de la construcción. Dicho procedimiento deberá ser tal que se eviten daños a las estructuras e instalaciones vecinas y a los servicios públicos por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo.

7.1.1.3 El desplante de la cimentación se hará a la profundidad



señalada en el estudio de mecánica de suelos. Sin embargo, deberá tenerse en cuenta cualquier discrepancia entre las características del suelo encontradas a esta profundidad y las consideradas en el proyecto, para que, de ser necesario, se hagan los ajustes correspondientes. Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar que en la superficie de apoyo de la cimentación se presente alteración del suelo durante la construcción por saturación o remoldeo. Las superficies de desplante estarán libres de cuerpos extraños o sueltos.

7.1.1.4 En el caso de elementos de cimentación de concreto reforzado se aplicarán procedimientos de construcción que garanticen el recubrimiento requerido para proteger el acero de refuerzo. Se tomarán las medidas necesarias para evitar que el propio suelo o cualquier líquido o gas contenido en él puedan atacar al concreto o al acero. Asimismo, durante el colado se evitará que el concreto se mezcle o contamine con partículas de suelo o con agua freática, que puedan afectar sus características de resistencia o durabilidad. Se prestará especial atención a la protección de los pilotes en la parte oriente de la zona III de la Ciudad de México donde el subsuelo presenta una alta salinidad.

7.1.3.1 Como parte del estudio de mecánica de suelos, deberá definirse un procedimiento constructivo de las cimentaciones con pilotes o pilas que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la integridad de los elementos de cimentación y la seguridad durante y después de la construcción. Dicho procedimiento deberá ser tal que se eviten daños a las estructuras e instalaciones vecinas y a los servicios



públicos por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo.

7.1.3.3 La colocación de pilotes y pilas se ajustará al proyecto correspondiente, verificando que la profundidad de desplante, el número y el espaciamiento de estos elementos correspondan a lo señalado en los planos estructurales. Los procedimientos para la instalación de pilotes y pilas deberán garantizar la integridad de estos elementos y que no se ocasione daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical y horizontal del suelo. Cada pilote, sus tramos y las juntas entre estos, en su caso, deberán diseñarse y realizarse de modo que resistan las fuerzas de compresión y tensión y los momentos flexionantes que resulten del análisis.

7.1.3.6 Para este tipo de cimentaciones profundas, el estudio de mecánica de suelos deberá definir si la perforación previa será estable en forma natural o si por el contrario se requerirá estabilizarla con lodos de perforación o con ademes metálicos (recuperables o no).

7.1.3.7 Antes del colado, se procederá a la inspección directa o indirecta del fondo de la perforación para verificar que las características del estrato de apoyo son satisfactorias y que todos los azolves han sido removidos. El colado se realizará por procedimientos que eviten la segregación del concreto y la contaminación del mismo con el lodo estabilizador de la perforación o con derrumbes de las paredes de la excavación. Se llevará un registro de la localización de los pilotes o pilas, las dimensiones relevantes de las perforaciones, las fechas de perforación y de colado, la profundidad y los espesores de los estratos



y las características del material de apoyo.

No deberán construirse pilas de menos de 60 cm de diámetro hasta 20 m de profundidad, ni pilas de menos de 80 cm hasta 30 m de profundidad, ni pilas de menos de 1 m hasta 40 m, ni pilas de menos de 1.2 m hasta 50 m de profundidad, ni pilas de menos de 1.4 m hasta profundidades mayores. En la misma forma, las pilas de sección no circular deberán tener dimensiones suficientes para garantizar una buena colocación del concreto. Las profundidades se referirán a la superficie de trabajo.

7.1.4.1 Se preferirá la manufactura en fábrica de tramos de pilotes a fin de controlar mejor sus características mecánicas y geométricas y su curado. En pilotes de concreto reforzado, se prestará especial atención a los traslapes en el acero de refuerzo longitudinal.

11.2.1 El informe geotécnico deberá incluir, al menos, los temas siguientes (se mencionan solo los de interés para este capítulo)

5. Definición del procedimiento de construcción, incluyendo los requerimientos mínimos para garantizar el cumplimiento de las hipótesis de análisis y diseño aplicadas, así como la seguridad y el adecuado comportamiento futuro esperado de la obra en estudio y de las cimentaciones de los inmuebles colindantes.

6. Especificación del seguimiento requerido durante la construcción y vida útil de la construcción, incluyendo los procesos de control durante la construcción de las cimentaciones. Presentación, de un proyecto de instrumentación y/o monitoreo geotécnico a corto y largo plazo, indicando objetivos, alcances y características generales de equipos y procesos de



observación, interpretación y valores límite de las variables monitoreadas.

7. Conclusiones y recomendaciones, indicando las características generales de la cimentación, así como las recomendaciones particulares sobre la solución de cimentación, pruebas de carga, proceso constructivo, objetivos de la supervisión geotécnica y pasos a seguir en caso de modificaciones del proyecto.

3.3.5 Conclusión Capitular

En conclusión, la cimentación de una edificación es el componente que proporciona la estabilidad y seguridad que se necesita para la estructura. La selección adecuada del tipo de cimentación (superficial o profunda), depende de un análisis detallado donde se deben evaluar las características del suelo, el tipo de estructura y de todas las cargas que soportará.

Cada tipo de cimentación tiene sus ventajas y limitaciones, comenzando por que las cimentaciones superficiales suelen ser más económicas y más rápidas de ejecutar cuando el subsuelo tiene las características necesarias; las cimentaciones profundas suelen ser más costosas y son usadas en condiciones que son más complejas para que se pueda garantizar la estabilidad estando estas a profundidades mayores, por lo cual una decisión bien fundamentada puede significar la diferencia entre un proyecto exitoso o uno con problemas durante su construcción; o bien, a lo largo de su vida útil. Un análisis realizado de la manera correcta garantizará al proyecto seguridad, funcionalidad y además sostenibilidad a lo largo del tiempo.

Finalmente, mencionaremos que resulta imperativo considerar todas las normas vigentes aplicables al lugar donde se llevará a cabo el proyecto. Esto nos asegurará que estamos procediendo de manera adecuada para alcanzar el objetivo general, que consiste en la construcción de la edificación con las características adecuadas.



Bibliografía

ABC Geotechnical Consulting. (s.f). Losas de cimentación.

<https://www.mecanicasuelosabcchile.com/losas-cimentacion/>

COPIER. (s.f). Pilotaje de tubos.

<https://www.copiermachinery.com/es/productos/industrias/pilotaje-de-tubos/>

G. Springall. (s.f.). *Notas sobre cimentaciones* [Archivo PDF]. SCRIBD. Disponible en

<https://es.scribd.com/document/686093634/Tema-2-Notas-1-de-GSC-Sobre-Cimentaciones-1>

García Rivero, J. (2006). Manual Técnico de Construcción. Cementos Apasco

Gobierno de la Ciudad de México. (06 de noviembre de 2023). *Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal* [Archivo PDF]. Consejería Jurídica y de Servicios Legales: Gaceta Oficial de la Ciudad de México. Disponible en https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/b3c4f4ff37241d0a93cc6742a8b0bf2f.pdf

Gobierno de la Ciudad de México. (08 de mayo de 2024). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal* [Archivo PDF]. Dirección General Jurídica y de Estudios Legislativos: Leyes y Reglamentos. Disponible en https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/reglamentos/RGTO_DE_CONSTRUCCIONES_DEL_DISTRITO_FEDERAL_8.pdf

Peck, R., Hanson, W. y Thornburn, T. (1974). *Ingeniería de Cimentaciones*. Limusa

Pérez Alamá, V. (2004). *Materiales y procedimientos de construcción*. Trillas

Schmitter, J.J., Segovia, J.A., Santoyo, E., Paniagua, W., Ovando, E., Holguín, E., Guerrero, A., Morales, R., Félix, J., Auvinet G., López R., Ramírez, A., Báez, J., Taboada, V., Correa, F., Herrera, S., Anzaldúa, R., Rincón y Paulín, J. (2004). *Manual de construcción geotécnica*. Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.



Índice de Figuras

Figura 1. <i>Clasificación de las cimentaciones</i>	5
Figura 2. <i>Cimentación de concreto reforzado</i>	6
Figura 3. <i>Cimentación de acero</i>	7

