

## SUELOS Y FUNDACIONES

### EL SUELO COMO ELEMENTO PORTANTE DE LAS FUNDACIONES/ CIMENTACIONES

Las cargas que transmite la fundación a las capas del terreno causan tensiones y por lo tanto, deformaciones. Como en todos los materiales, la deformación depende de la tensión y de las propiedades del terreno. Estas deformaciones y su suma producen asientos de las superficies de contacto entre la cimentación y el terreno. La conducta del terreno bajo tensión está afectada por su densidad y por las proporciones relativas de agua y aire que llenan sus huecos.

Estas propiedades varían con el tiempo y dependen en cierto modo de factores como: la variación del volumen de huecos como consecuencia de la compactación del terreno, del desplazamiento de las partículas, o su deformación.

Por esto cuando se proyecta una estructura es necesario analizar las condiciones de los suelos. Estrictamente, nos interesan las propiedades hidráulicas y las mecánicas: resistencia y deformabilidad, y las propiedades físicas. Así, la superficie de apoyo de la fundación está determinada por la magnitud de las cargas del edificio y la tensión admisible del terreno.

Se concluye que el suelo resiste con arreglo a una **relación: Carga y Área de apoyo**. Esta expresión fundamental, dimensionada podrá estar dada en Kg / cm<sup>2</sup>.

Por lo tanto, resolver la fundación de una construcción cualquiera significa diseñar el conjunto de dispositivos necesarios para transmitir las cargas al suelo obteniendo las reacciones correspondientes al equilibrio. Como en general el suelo es un material menos resistente que los materiales de construcción esa transferencia se logrará aumentando la superficie de contacto entre los elementos encargados de la transmisión vertical de cargas y el suelo. Surgen así distintos dispositivos: dados, zapatas, patines, pilotes.

### CLASIFICACION DE SUELOS

Los suelos se dividen en clases según sus características generales. La clasificación se suele basar en la morfología y la composición del mismo, con énfasis en las propiedades que se pueden ver, sentir o medir por ejemplo, la profundidad, el color, la textura, la estructura y la composición química.

Las propiedades del suelo reflejan la interacción de varios procesos de formación que suceden de forma simultánea tras la acumulación del material primigenio. Algunas sustancias se añaden al terreno y otras desaparecen, y algunos materiales se transforman. Todos estos procesos se producen a velocidades diversas y en direcciones diferentes.

El comportamiento de los suelos es complejo debido a la naturaleza granular y a la coexistencia de partículas sólidas con fluido intersticial que generalmente está compuesto por más de un fluido (agua, contaminantes orgánicos e inorgánicos, gases como ser aire o metano, etc.).

Las distintas clasificaciones de suelos intentan capturar y describir este material en vista a aplicaciones específicas, con sus correspondientes necesidades.

Los materiales que están presentes en los suelos naturales se clasifican en cuatro tipos: **arenas y grava, limos, arcillas y materia orgánica**.

Las **arenas y grava** son materiales granulares no plásticos. Las **arcillas**, se componen de partículas mucho más pequeñas, exhiben propiedades de plasticidad y son muy cohesivas. Los **limos** son materiales intermedios en el tamaño de sus partículas y se comportan, de modo

típico, como materiales granulares, aunque pueden ser algo plásticos. La materia orgánica consta principalmente de desechos vegetales.

Para la completa identificación de un suelo o terreno además necesitamos saber lo siguiente: tamaño - granulometría - forma - orientación - composición química de las partículas - las fracciones coloidales y sedimentables que contiene.

## PROPIEDADES DEL SUELO

**1.-Propiedades Físicas:** Las propiedades físicas de la partícula de suelo son las siguientes: peso específico, tamaño, forma, características mineralógicas y rugosidad. Los suelos están constituidos por partículas de diversos tamaños. Hay determinados tipos de suelos fácilmente reconocibles a simple vista: (por ejemplo: gravas y arenas). En general éstos se presentan mezclados entre sí en diferentes proporciones y granulometrías.

**2.-Propiedades Hidráulicas:** Todos los suelos en razón de estar compuestos de partículas de diversas granulometrías, dejan entre ellas intersticios que pueden contener agua o vapor de agua y aire en distintas proporciones. Se dice que un suelo está saturado cuando el agua ocupa el 100% del volumen de espacios vacíos.

Los suelos de tipo cohesivos pueden cambiar algunas de sus propiedades (por ejemplo la plasticidad), con el solo hecho de variar su contenido de humedad. Por otro lado, suelos de tipo no cohesivos adquieren una aparente cohesión en presencia de humedad, que desaparece con ella cuando ésta es eliminada.

Otra de las propiedades que se distinguen en los suelos con relación a su contenido de agua, es la permeabilidad. Cuando un suelo permeable tiene a continuación una capa de mayor densidad, puede ocurrir que las aguas filtradas se acumulen en él formando un manto horizontal (napa freática) y variaciones de nivel a partir de ésta.

**3.-Propiedades Mecánicas:** Las propiedades mecánicas de los suelos, tienen que ver con: la resistencia a la compresión; la resistencia al corte y a las deformaciones plásticas y a la relación tensión – deformación.

**4.-Color:** Por su coloración un suelo puede también ser reconocido. Tratándose de gravas y arena, generalmente el reconocimiento se realiza a partir de sus características granulométricas y no por su color. El color adquiere importancia cuando la granulometría no permite a simple vista saber qué tipo de suelo se está analizando.

Entonces podemos decir, cuando se trata de: *Limos con materia orgánica*, su coloración varía del gris al gris oscuro; estos suelos son poco permeables y muy compresibles. *Arcilla con materia orgánica*, varía del gris oscuro al negro; saturadas son muy compresibles y secas adquieren buena resistencia. *Arcillas secas y compactas*, van del color amarillento a castaño (*tierras coloradas*); son suelos considerados no compresibles. *La turba*, suelo no apto para fundar, varía su coloración del castaño claro al negro.

## Resistencia de los suelos a la presión

La resistencia de los suelos a la deformación depende, sobre todo, de su resistencia a la fuerza cortante. Esta resistencia equivale, a su vez, a la suma de dos componentes: fricción y cohesión.

La resistencia friccional surge de la irregularidad de los contactos entre partículas y es proporcional a la fuerza perpendicular entre ellas. La cohesión que es la resistencia máxima a la tensión de un suelo, es resultado de las fuerzas de atracción que hay entre gránulos en contacto íntimo y no depende de la presión normal.

## **FUNDACIONES o CIMENTACIONES**

Se denomina Fundación a las partes estructurales de la materialización que transmiten las cargas (peso propio, las sobrecargas y las cargas accidentales o no permanentes) al suelo, quien actúa de receptor.

La carga hace que el suelo se deforme, se hunda y es exigencia primordial que los asientos de las distintas partes de una fundación sean compatibles con la resistencia general de la construcción.

### **Requisitos de una buena Cimentación**

Deberá cumplir tres requisitos fundamentales:

1. El nivel de la cimentación deberá estar a una profundidad tal que se encuentre libre del peligro de heladas, cambios de volumen del suelo, capa freática, excavaciones posteriores, etc.
2. Tendrá unas dimensiones tales que no superen la estabilidad o capacidad portante del suelo.
3. No deberá producir un asiento en el terreno que no sea absorbible por la estructura.

Un elemento muy importante a tener en cuenta es la presencia de agua, ya sea como humedad del terreno natural, como ríos subterráneos, como eventuales urgencias de una excavación, como posibles inundaciones de aquellas por acción de las lluvias durante la construcción o como invasión de cursos próximos, etc.; debiendo en cada caso adoptar una solución y precaución diferente, ponderando cada alternativa.

Dentro de este tipo de variables, se encuentran las condiciones de las capas subyacentes en profundidad, el propio tamaño del cimiento, la distancia relativa entre basamentos próximos, la presencia de edificios existentes o la posibilidad de futuras construcciones.

### **Los sistemas de cimentación pueden ser agrupados en:**

**DIRECTAS o SUPERFICIALES:** (cuando el plano de fundación se encuentra a poca distancia bajo la base del edificio)

**Plateas:** Losa única que cubre toda la superficie ocupada por la construcción y se emplean en terrenos menos resistentes o menos homogéneos o bajo estructuras menos resistentes. Con ellas se aumenta la superficie de contacto y se reducen los asentamientos diferenciales. Puede decirse de forma aproximadamente que la losa es más económica que las zapatas si la superficie total de estas es superior a la mitad de la superficie cubierta por el edificio, debido al menor espesor de hormigón y cuantía de armaduras, a una excavación más sencilla y un ahorro de encofrados.

**DE ESPESOR CONSTANTE:** Tiene la ventaja de su gran sencillez de ejecución. Si las cargas y las luces no son importantes el ahorro de encofrados puede compensar el mayor volumen de hormigón necesario.

**NERVADAS:** Con nervios principales bajos los pilares y otros secundarios, los nervios pueden ser superiores o inferiores, en el caso de nervios superiores el encofrado es más complicado, y suele ser necesario el empleo de un relleno de aglomerado ligero y un solado independiente para dejar plana la superficie superior. Los nervios inferiores pueden hacerse sobre la excavación.

**FLOTANTES:** Cuando es necesario construir estructuras muy sensibles a asentamientos en terrenos pobres puede recurrirse a fundaciones de loza flotante. La fundación debe hacerse de dimensiones tales que el peso del volumen de tierra removida sea similar a la carga producto del peso de la estructura. En esta forma las condiciones de carga en la

superficie del terreno de fundación no han sido teóricamente modificadas por la construcción, de modo que será razonable suponer que los asentamientos serán bajos o nulos.

**Bases:** Cuando las cargas transferidas por la superestructura son aproximadamente puntuales, bajando a través de columnas y el suelo de planta cuadrada o rectangular. Normalmente soportan un único pilar salvo en casos excepcionales, por ejemplo cuando por motivos de la longitud de la sección del edificio se requiere duplicar la estructura en algún punto para establecer juntas de dilatación. Se utilizan cuando el terreno es firme, con presiones medias altas y se esperan asientos diferenciales reducidos.

Individual: recibe una columna.

Combinada: recibe un grupo de columnas.

Individual con viga de fundación: recibe la carga de un muro.

**Zapata Continua.** Recibe la carga de un muro. Tiene apoyo continuo sobre el plano de fundación. El ancho a puede ser variable en correspondencia con la mayor o menor carga de las columnas.

**INDIRECTAS o PROFUNDAS:** (cuando el suelo resistente o plano de fundación se encuentra a varios metros bajo la superficie del terreno).

**Pilotes:** recibe la carga y la transmite al suelo de dos maneras: de punta, como si fuese una columna apoyada sobre un plano resistente, y por frotamiento lateral contra el suelo. En algunas ocasiones este frotamiento puede resultar suficientemente intenso como para que toda la carga sea absorbida por fricción: la cimentación recibe entonces el nombre de flotante. Se distinguen dos tipos: pilotes prefabricados y pilotes moldeados in situ.

Cuando no resulta técnica o económicamente viable alcanzar un estrato con resistencia adecuada se diseñan los pilotes para su trabajo **por fuste**, en cuyo caso se denominan flotantes, y transmiten la carga al terreno por rozamiento. Si existe la posibilidad de llegar a una zona de mayor resistencia se considera que el pilote trabaja **por punta**, con contribución o no del fuste.

**Pilotes (hincados o In situ):** Se utilizan para fundar a profundidades entre 2 a 4m. Pueden ser premoldeados o realizados "in situ": se trata de columnas de diámetro entre 25 a 35 cm con armadura longitudinal. Se hallan unidos mediante una viga de encadenado que los vincula distribuyendo la carga que recibe de las paredes o tabiques.

**Micropilotes:** son aquellos compuestos por una armadura metálica formada por tubos, barras o perfiles colocados en un taladro de pequeño diámetro inyectado con lechada de mortero a presión más o menos elevada. Este tipo de elementos se emplea fundamentalmente en operaciones de recalce de cimentaciones que han sufrido asientos diferenciales de suficiente importancia.

#### **POZOS DE FUNDACIÓN:**

**Pozos Romanos:** Tipo de fundación para terrenos que tienen poca capacidad portante en los estratos superiores pero que después a cierta profundidad tienen tensiones adecuadas. Consisten en la excavación de un pozo, en general de sección circular de un diámetro de aproximadamente 1,2m, llenos con hormigón.

## ALGUNAS CONSIDERACIONES, PARA LA ELECCIÓN DE UN TIPO DE FUNDACIÓN

La elección de los cimientos para un edificio determinado dependerá de la resistencia del suelo, y la magnitud de las cargas estructurales. Para poder elegir entre las alternativas es necesario establecer el análisis de las características y posibilidades de cargas que puede soportar un suelo. Para ello efectuamos: un **estudio de suelos**.

Para realizarlo, se toman muestras del terreno, donde se implantará la edificación, a diferentes profundidades, y se las ensaya y analiza en laboratorio. El profesional a cargo, garantiza con su matrícula y firma, los resultados de los ensayos y de todos los análisis que de ellos se desprendan.

El estudio de suelos nos indicará:

**Tensión admisible del suelo:** es la capacidad portante de los suelos, es decir cuanta carga puede soportar. Esta irá variando conforme varía la profundidad de la muestra tomada. La unidad de tensión más común es Kg/cm<sup>2</sup>.

**Plano de fundación:** Es la profundidad en la cual encontramos una tensión de suelo, que pueda soportar las cargas planteadas por el edificio, con una fundación eficaz y económica. Por lo general, el profesional a cargo del estudio, también aconseja en él, los tipos de fundaciones más adecuadas para el suelo analizado.