

# Fundaciones superficiales o directas

**Ing. Matías Del Santo**  
matiasdelsanto@gmail.com

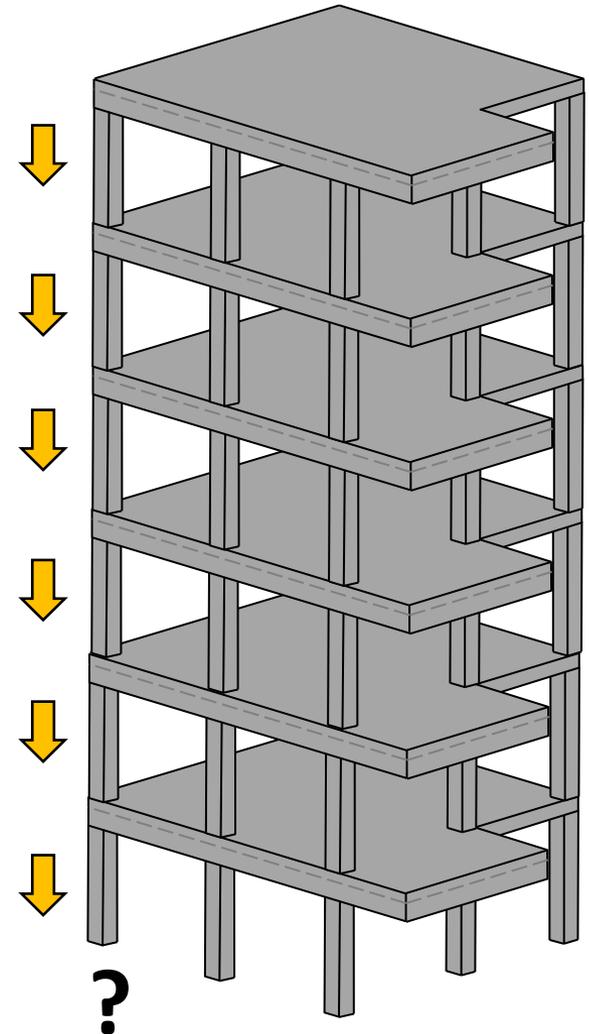
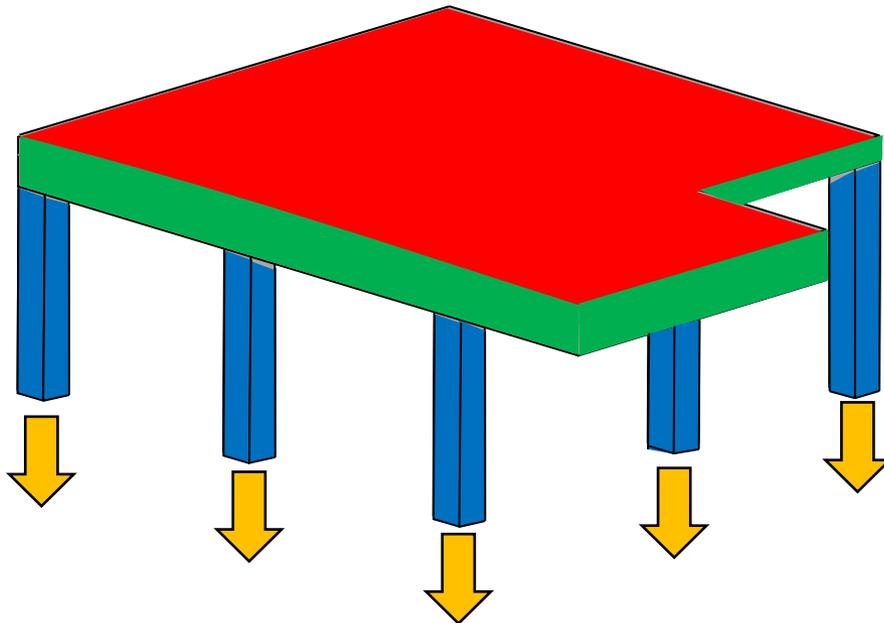
# Transferencias de carga en una estructura

Hasta el momento hemos venido estudiando distintas partes de una estructura y como van transfiriendo cargas de una a otra:

Losas

Vigas

Columnas



Fundaciones

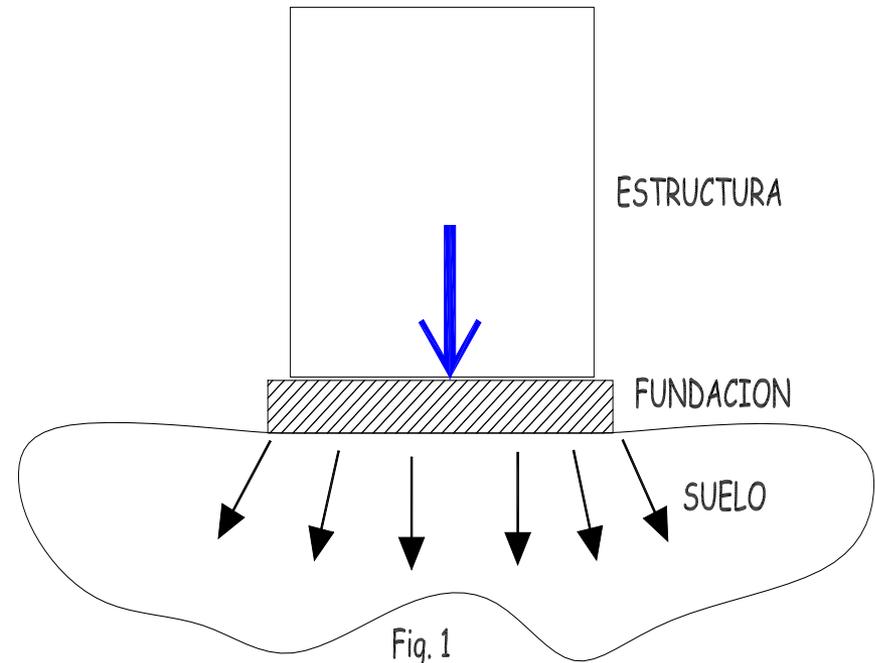
# Equilibrio de una estructura

Siempre que analicemos una estructura en equilibrio estático encontraremos estos tres elementos:

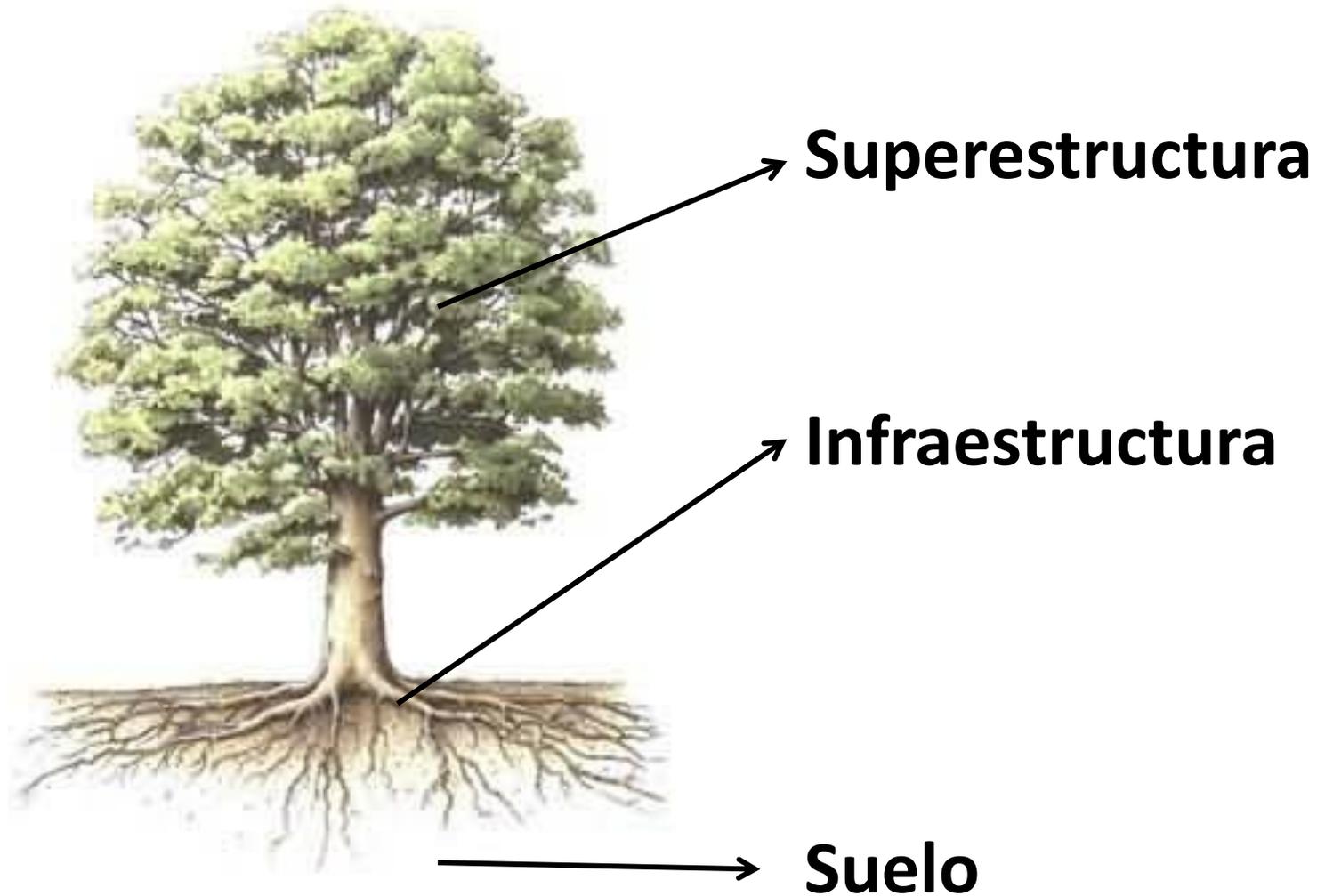
1) **Estructura superior o superestructura:** cuerpo que se quiere apoyar, el que recibe las cargas y las canaliza a través de una serie de elementos estructurales hacia los puntos de apoyo, las fundaciones.

2) **Fundaciones o infra-estructura:** parte final de la estructura, son los apoyos, elemento que funciona como interfase entre la superestructura y el suelo de fundación, disipando las cargas recibidas.

3) **Suelo de fundación:** Parte del suelo donde se apoya la estructura, es el encargado de recibir y terminar de disipar las cargas que le transfiere la fundación.



# Equilibrio de una estructura

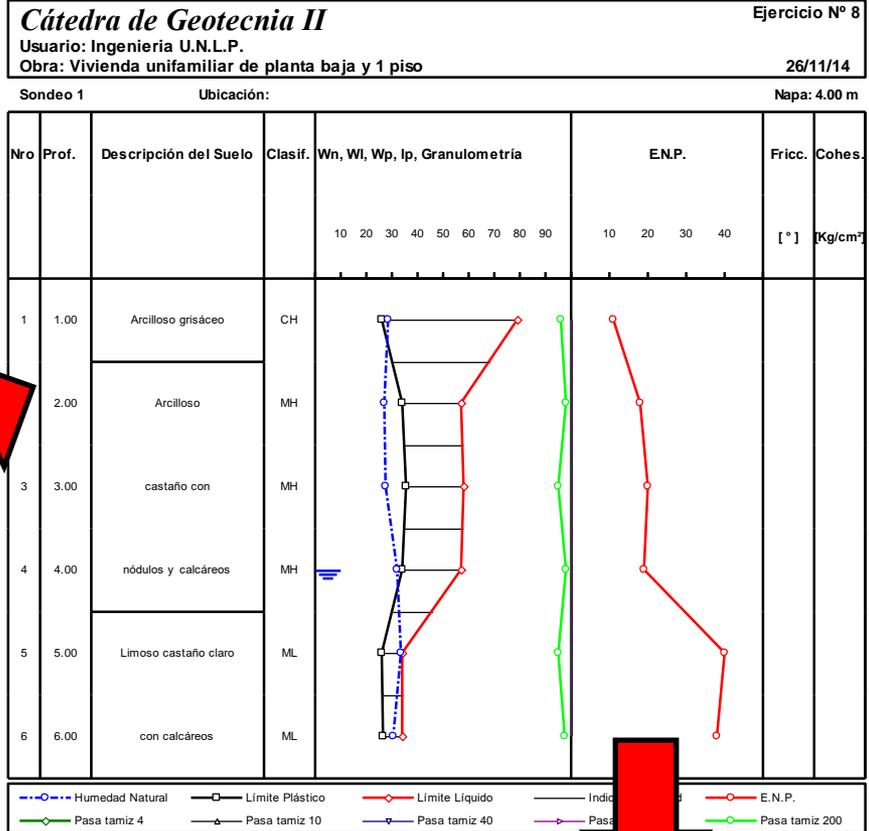


# Requisitos de las fundaciones

Las fundaciones deben cumplir dos condiciones básicas:

1) **No superar** los valores de **tensiones admisibles por el suelo** para las distintas combinaciones de estados de carga posibles.

Ensayos de campaña en el lugar



## 12.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 12.1.- Fundación directa con bases aisladas:

Teniendo en cuenta las características de resistencia y de deformación de los distintos mantos que conforman la estratigrafía del área estudiada, consideramos factible que las fundaciones se materialicen mediante bases aisladas apoyadas a los -1,50 m de profundidad y dimensionadas con una tensión admisible de 2,00 kg/cm<sup>2</sup> o bien apoyadas a los -2,00 m de profundidad y dimensionadas con una tensión admisible de 3,20 kg/cm<sup>2</sup>.

### 12.2.- Fundación indirecta con pilotines:

También existe la posibilidad de fundación, a través de fundaciones indirectas con pilotines, pre-perforados y hormigonados in situ, calculados teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

# Requisitos de las fundaciones

Las fundaciones deben cumplir dos condiciones básicas:

2) Mantener las **deformaciones** dentro de **parámetros admisibles** por la superestructura.



# Requisitos de las fundaciones

Las fundaciones deben cumplir dos condiciones básicas:

2) Mantener las **deformaciones** dentro de **parámetros admisibles** por la superestructura.



Facebook: Aprendamos Ingeniería

# Requisitos de las fundaciones

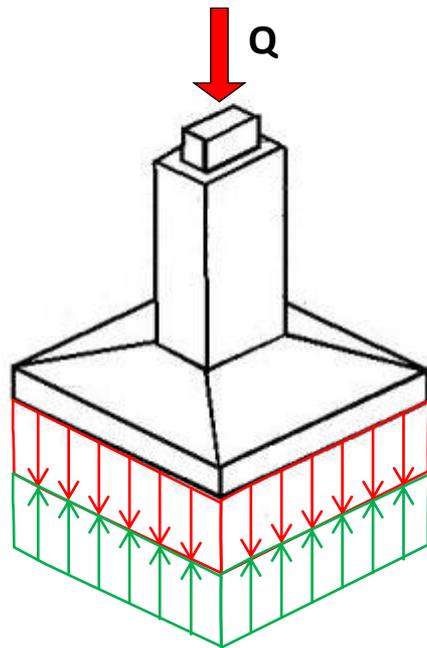
Las fundaciones deben cumplir dos condiciones básicas:

2) Mantener las **deformaciones** dentro de **parámetros admisibles** por la superestructura.



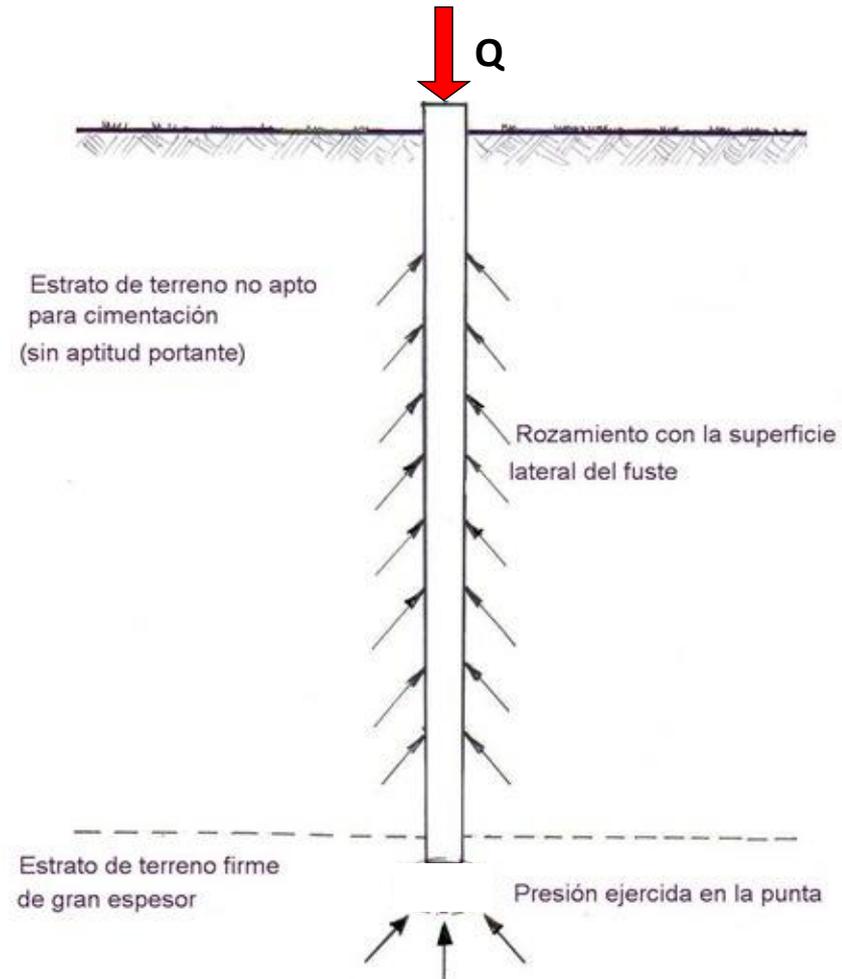
# Tipos de fundaciones

De acuerdo a como transfieren las cargas al suelo de fundación, existen dos tipos o clases de fundaciones:



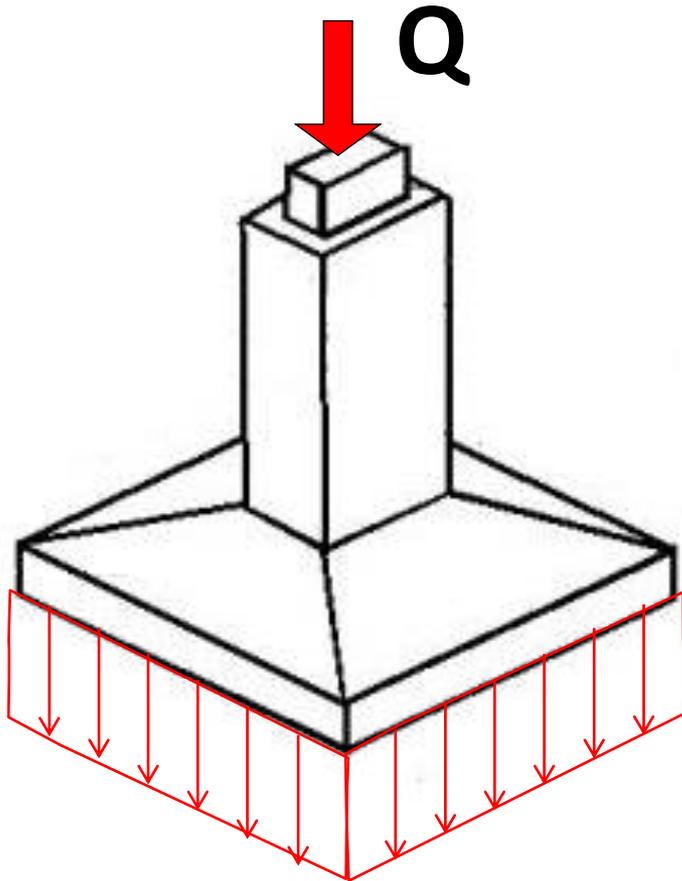
**Fundaciones  
superficiales o directas**

## Fundaciones profundas o indirectas



# Fundaciones Directas o Superficiales

Podemos definir a una fundación superficial o directa, como aquella en donde la carga se transmite completamente al suelo por presión bajo la base, sin intervención del rozamiento lateral de la base con el suelo.



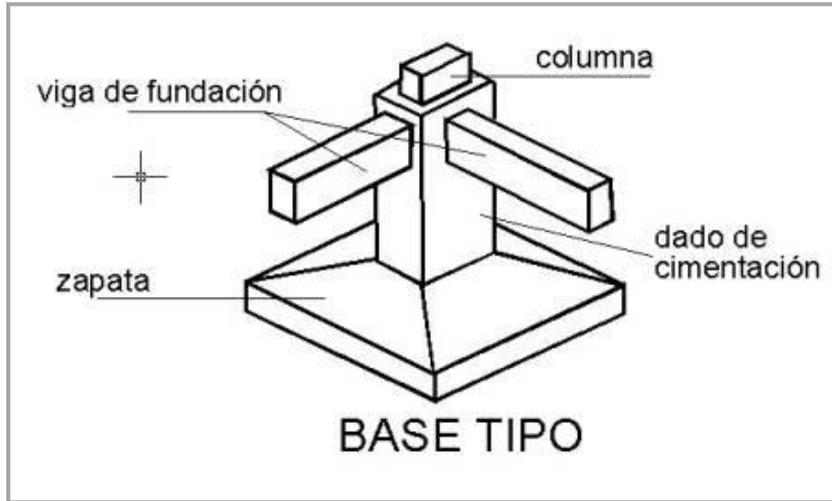
Habitualmente se conoce como fundación superficial o directa a aquella donde **el plano de asiento** se encuentra a poca profundidad. Entendemos por poca profundidad a aquella que puede ser alcanzada con la excavación corriente de bajo costo y poca dificultad, sea por medios mecánicos o manuales (del orden de **0,50 m a 4,00 m**) dependiendo de la magnitud de la obra.

**No superar** los valores de **tensiones admisibles por el suelo** para las distintas combinaciones de estados de carga posibles.

Mantener las **deformaciones** dentro de **parámetros admisibles** por la superestructura.

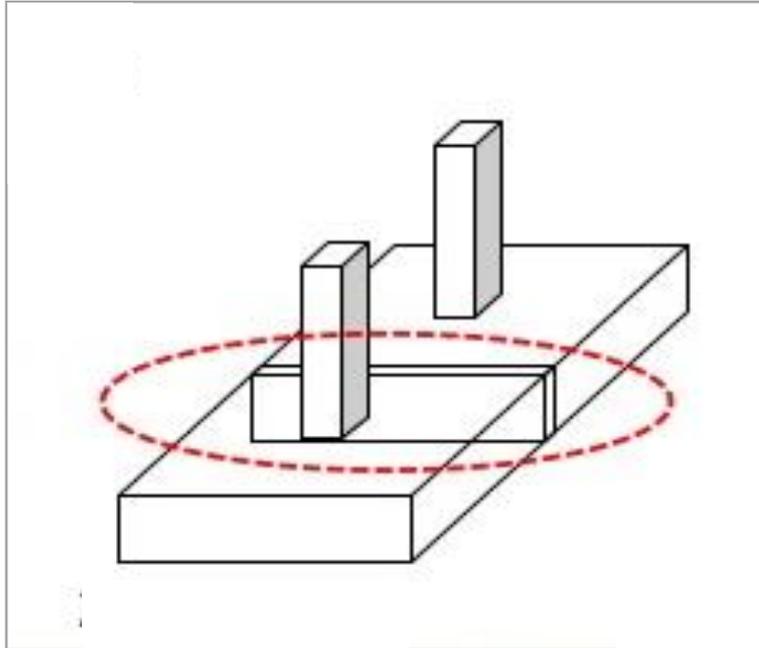
# Tipos de Fundaciones Directas o Superficiales

## Bases aisladas (centradas o excéntricas)



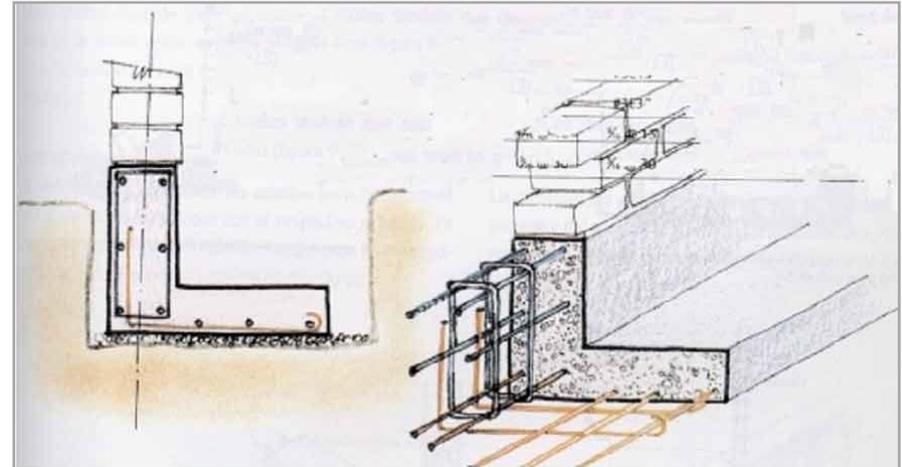
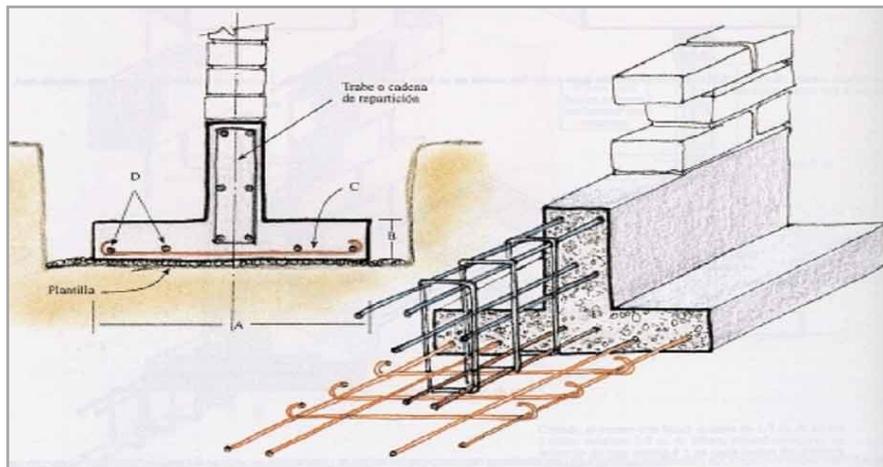
# Tipos de Fundaciones Directas o Superficiales

## Bases combinadas



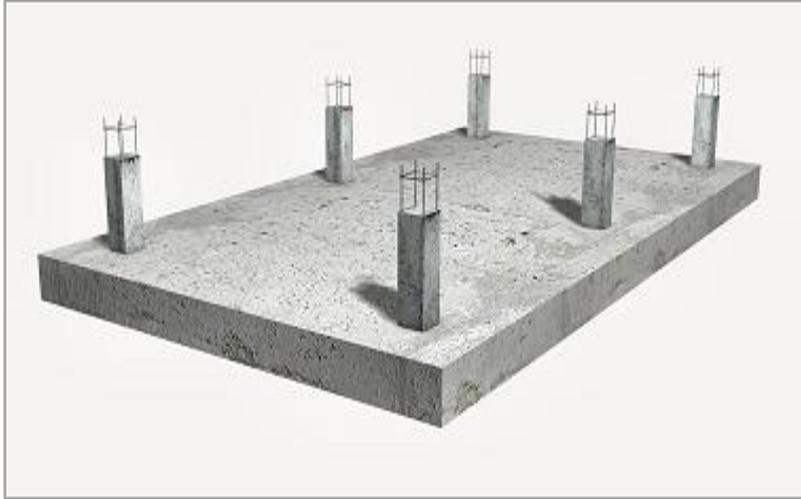
# Tipos de Fundaciones Directas o Superficiales

## Zapatas corridas



# Tipos de Fundaciones Directas o Superficiales

## Platea de fundación



# Bases aisladas

Una base aislada es macizo de hormigón armado de forma piramidal que aumenta la superficie de contacto de la columna con el suelo para que la tensión que se provoca sobre este último no supere los valores admisibles sobre el mismo.

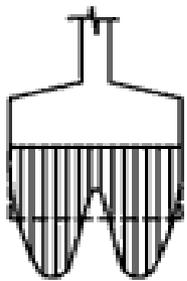
$$Area\ base = \frac{P}{\sigma_{adm\ suelo}}$$



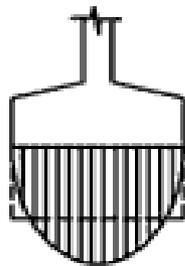
# Bases aisladas

## Distribución de tensiones

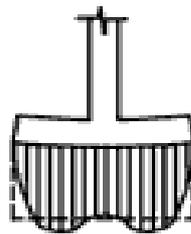
Si analizamos la distribución de tensiones que genera una base cargada que apoya en el suelo, se pueden ver dos respuestas muy distintas según el suelo sea cohesivo o no y si la zapata es rígida o flexible



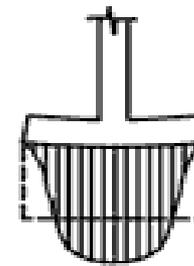
a) Zapata rígida  
suelo cohesivo



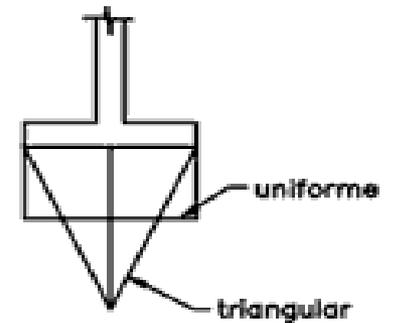
b) Zapata rígida  
suelo sin cohesión



c) Zapata flexible  
suelo cohesivo

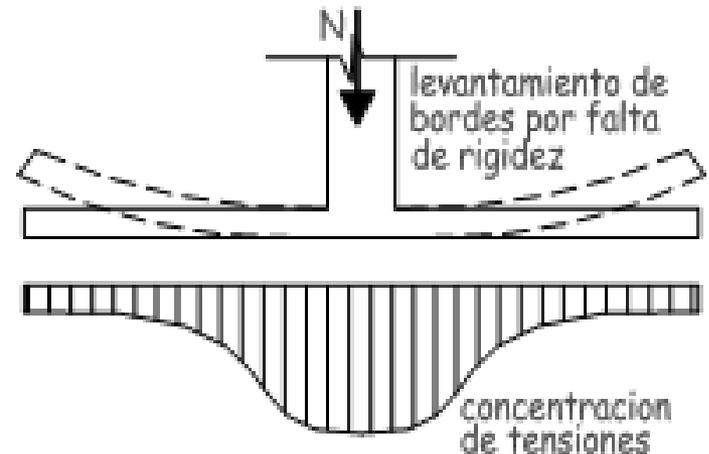


d) Zapata flexible  
suelo sin cohesión



e) Distribuciones  
empleadas en  
la práctica

En la práctica lo corriente en el diseño de bases rígidas es suponer una distribución lineal de tensiones, pues además de ser la más simple es en definitiva la que más se acerca a las posibles variantes que se puedan desarrollar. Veamos como podemos dotar a nuestra base de la rigidez necesaria para cumplir esa hipótesis.



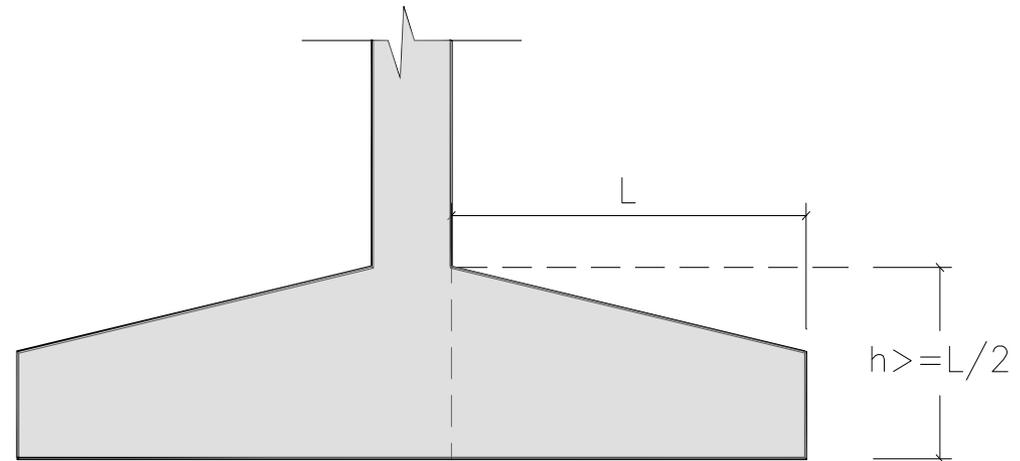
# Bases aisladas

## Condición de rigidez

Lo que buscaremos es tratar de dotar a nuestra base de la rigidez necesaria para que la transferencia de cargas sea lo mas pareja posible.

Como dato práctico podemos decir que para cumplir la condición de rigidez **la altura  $h$  (o espesor) de la base en el contacto con la columna no debe ser inferior a  $\frac{1}{2}$  del voladizo de la base.**

Intentar un procedimiento más refinado es engorroso, pues no se dispone en general de muchos datos para fundamentarlo, y no siempre conduce a resultados más precisos.



COND. DE RIGIDEZ

# Bases aisladas

## Armaduras



# Bases aisladas

## Proceso constructivo



# Bases aisladas

## Proceso constructivo



# Bases aisladas

## Proceso constructivo



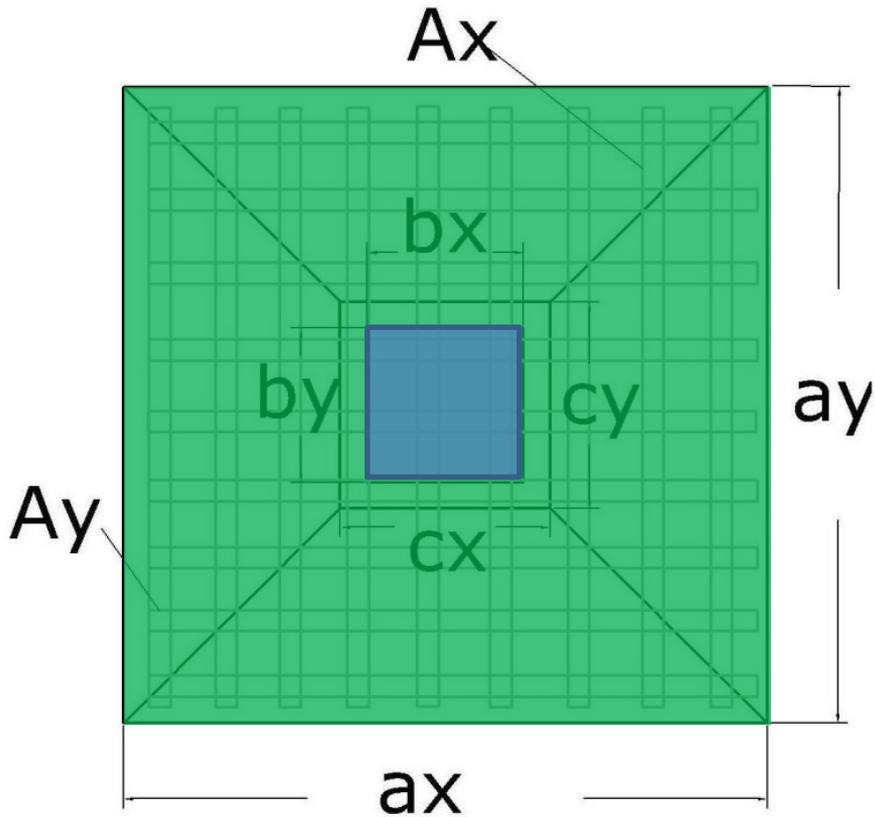
# Bases aisladas

## Proceso constructivo

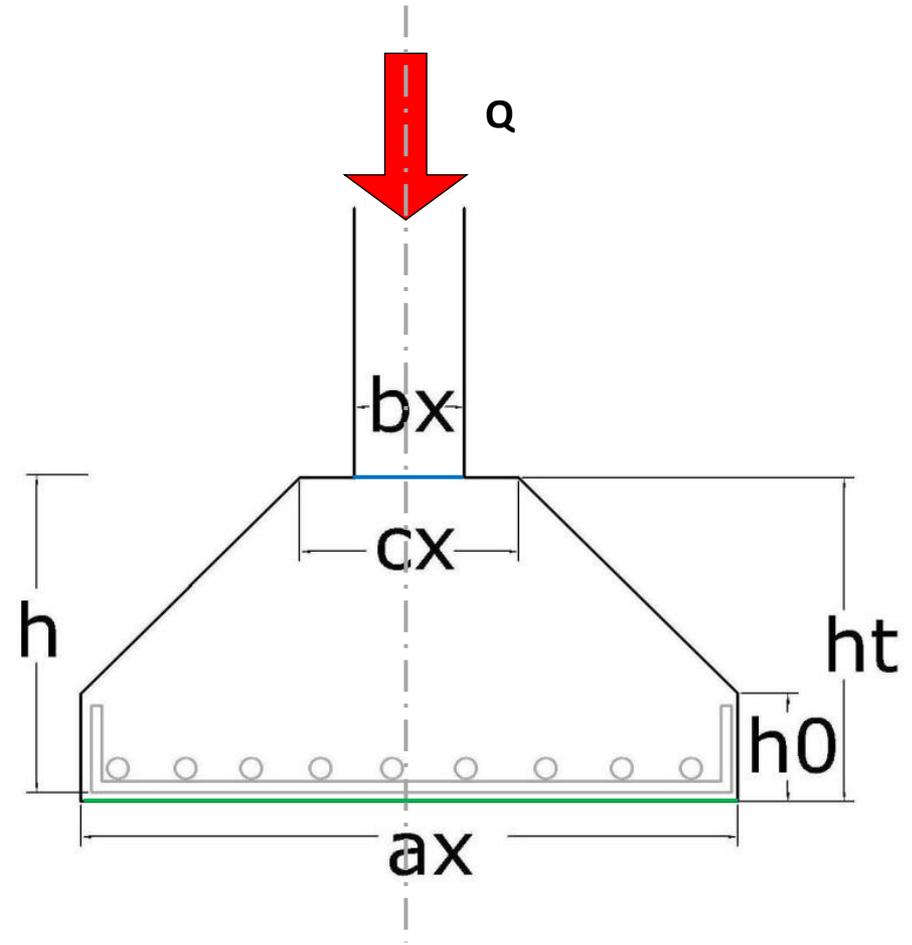


# Bases aisladas centradas

Consideraremos una base aislada como centrada cuando el eje de la columna que descarga en ella coincide con el centro de gravedad de la base.



Vista en planta



Vista en corte

# Bases aisladas **centradas**

## Dimensionado

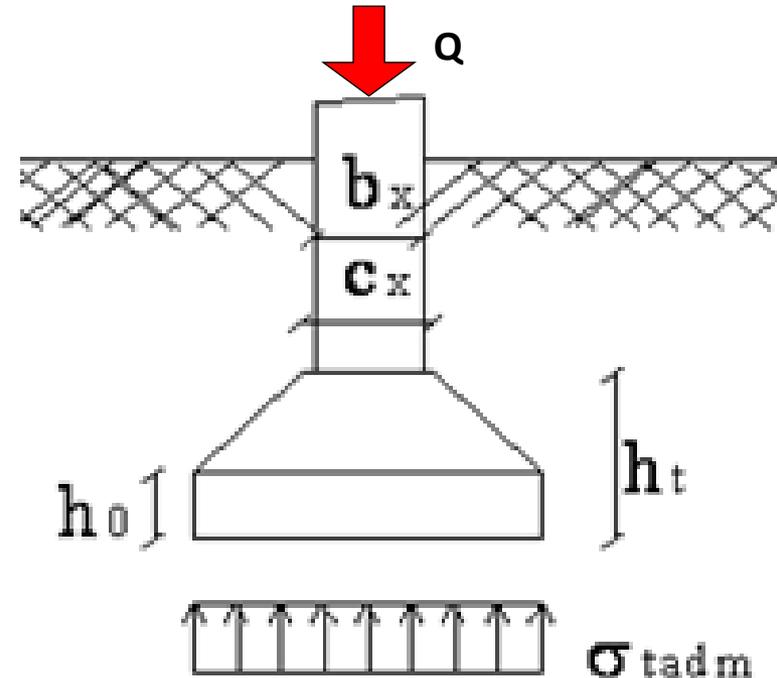
### 1) Superficie de apoyo de la base

$$\sigma_{total} = \frac{P_{total}}{Area\ de\ la\ base}$$

$$\sigma_{total} \leq \sigma_{adm\ suelo}$$

$$Area_{necesaria} = \frac{P_{total}}{\sigma_{adm\ suelo}}$$

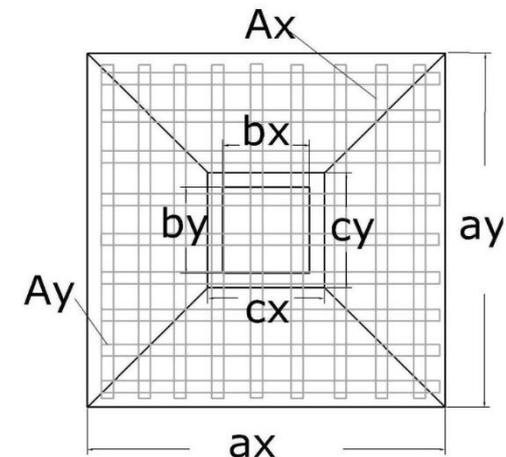
Consideraremos  $P = 1,05$  a  $1,10 N$  ( $Q$  en el gráfico)



## 12.- ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

### 12.1.- Fundación directa con bases aisladas:

Teniendo en cuenta las características de resistencia y de deformación de los distintos mantos que conforman la estratigrafía del área estudiada, consideramos factible que las fundaciones se materialicen mediante bases aisladas apoyadas a los -1,50 m de profundidad y dimensionadas con una tensión admisible de  $2,00\text{ kg/cm}^2$  o bien apoyadas a los -2,00 m de profundidad y dimensionadas con una tensión admisible de  $3,20\text{ kg/cm}^2$ .





# Bases aisladas centradas

## Dimensionado

### 2b) Altura de la base → Punzonado

La columna trata de “punzonar” sobre la superficie de la base, generando esfuerzos tangenciales sobre la superficie de punzonado

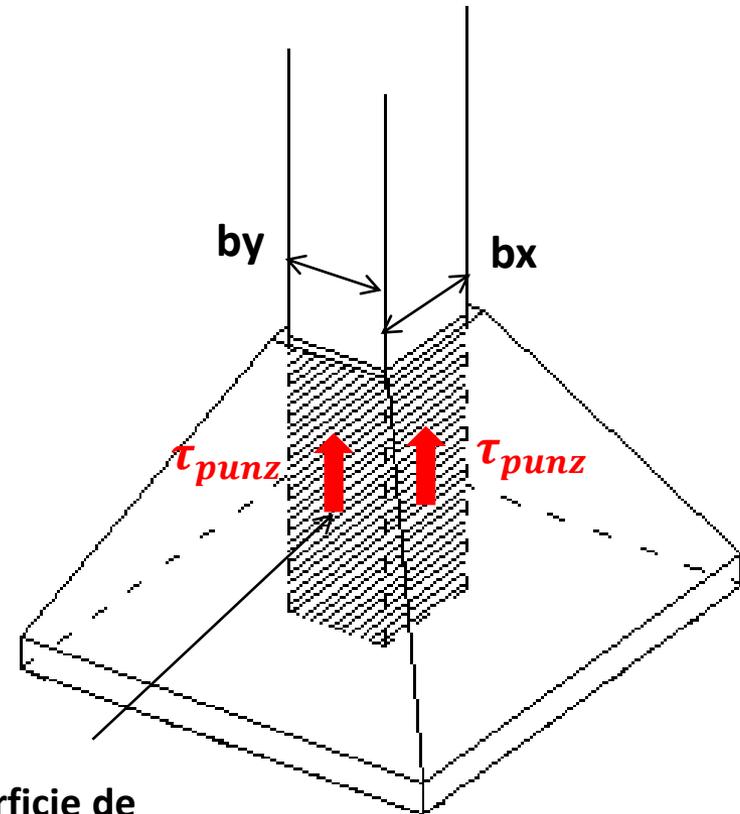
$$\tau_{punz} = \frac{P_{total}}{Perimetro \cdot z} \leq \tau_{adm}$$

Adoptamos  $z = 0,90 \cdot h_u$

Perímetro =  $2 \cdot bx + 2 \cdot by$

$$\tau_{punz} = \frac{P_{total}}{(2 \cdot bx + 2 \cdot by) \cdot 0,90 \cdot h_u} \leq \tau_{adm}$$

$$h_u = \frac{P_{total}}{(2 \cdot bx + 2 \cdot by) \cdot 0,90 \cdot \tau_{adm}}$$



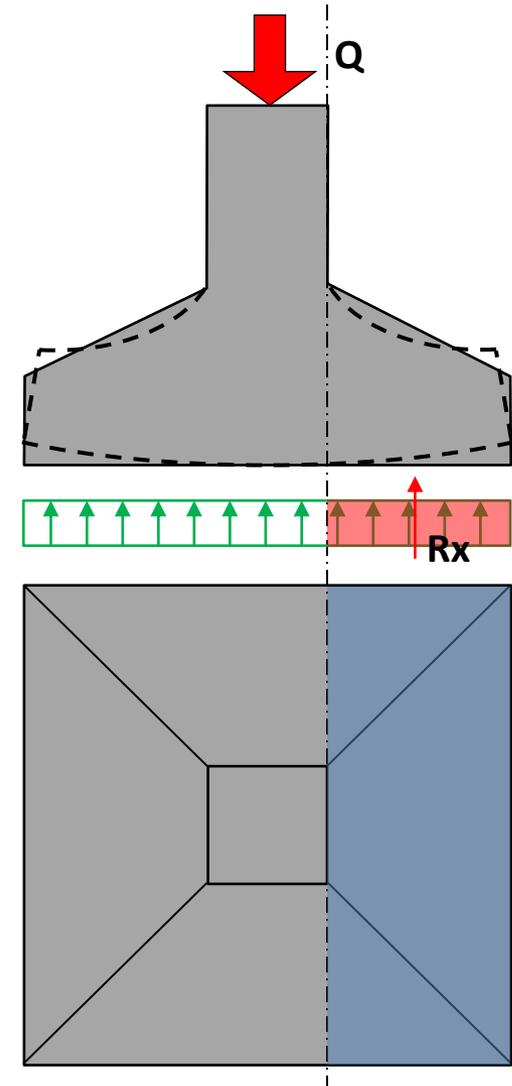
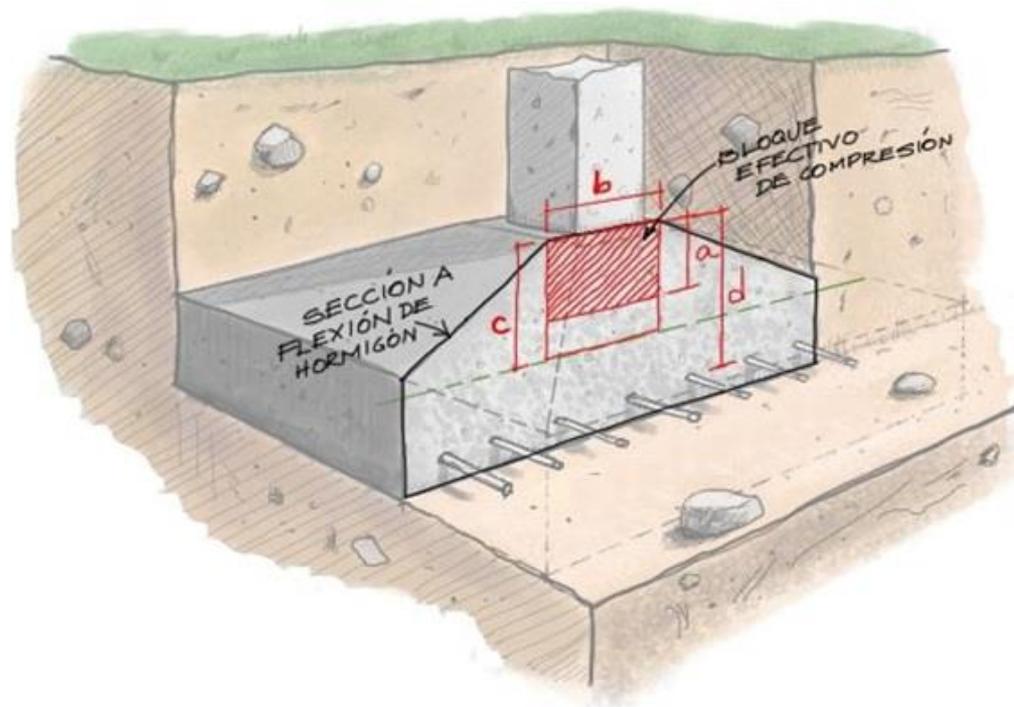
Superficie de  
punzonado

# Bases aisladas centradas

## Dimensionado

### 3) Flexión

Por efecto de la carga superior de la columna y la reacción del suelo sobre la superficie de la base, se genera un estado de cargas y momentos flectores. Estas tensiones de reacción del suelo provocan momentos en voladizo y fibras traccionadas en la parte inferior de la base que deben ser absorbidas con armadura.



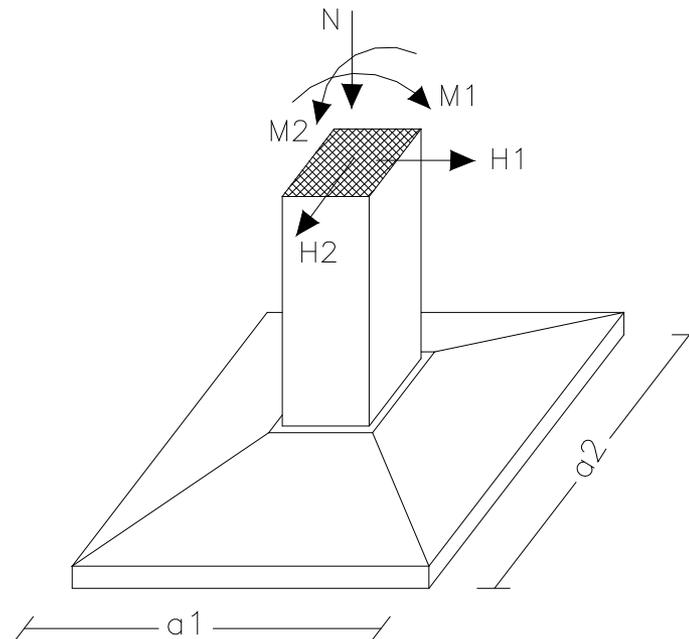
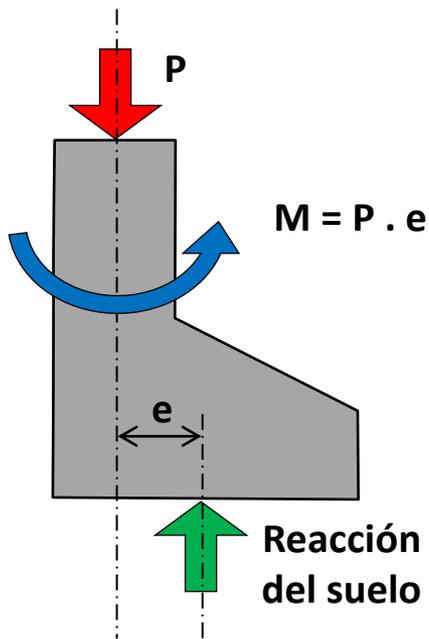
# Bases aisladas **excéntricas**

## Definición

Se dice que una base es excéntrica cuando no coinciden el centro de presiones  $c_p$  (lugar de paso de la resultante) con el centro de gravedad  $c_g$  de la base.

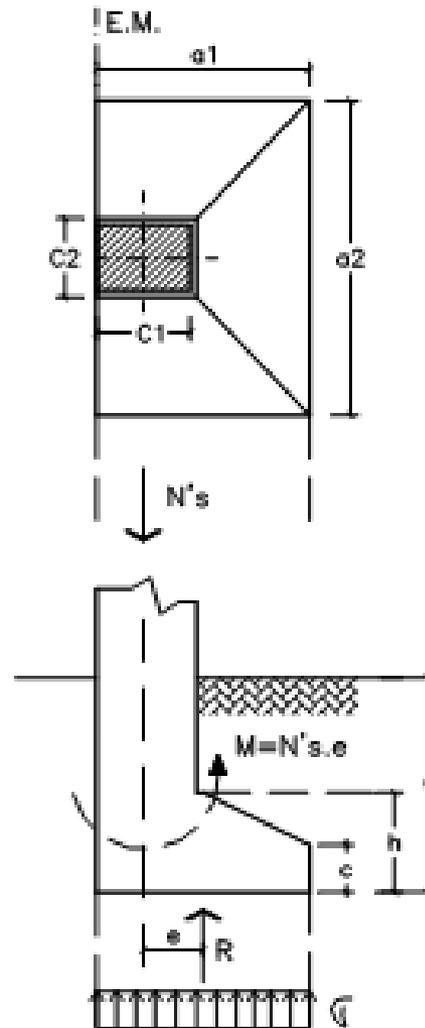
Esa excentricidad puede darse por:

- 1) Razones espaciales o geométricas
- 2) Simultaneidad de esfuerzos axiales y flexionantes



# Bases aisladas excéntricas

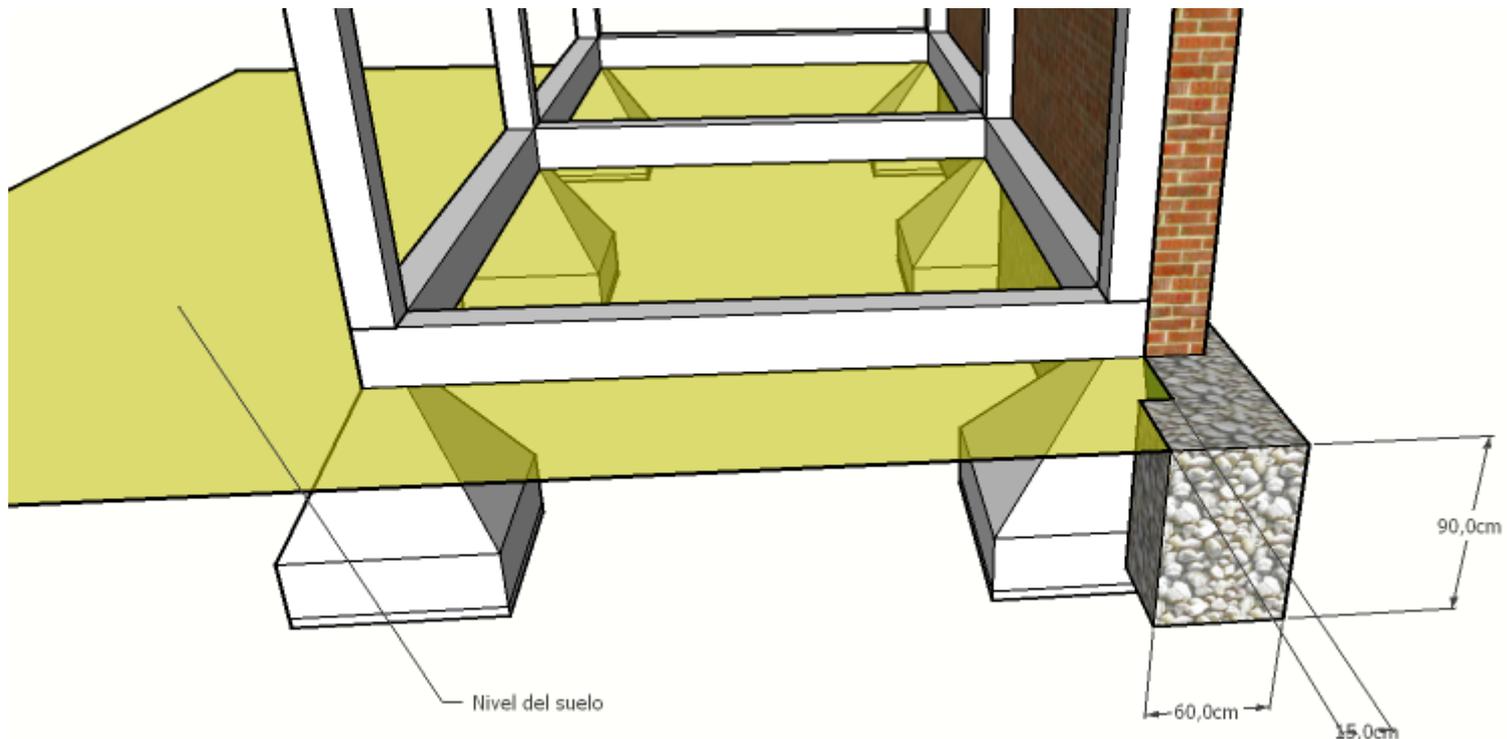
## I) Excentricidad por razones espaciales - Base medianera



# Bases aisladas **excéntricas**

## Sistemas estructurales para “tomar” la excentricidad

- 1) Columna sometida a flexión compuesta (M y N)
- 2) Base con tensor
- 3) Base aporticada
- 4) Base cantilever



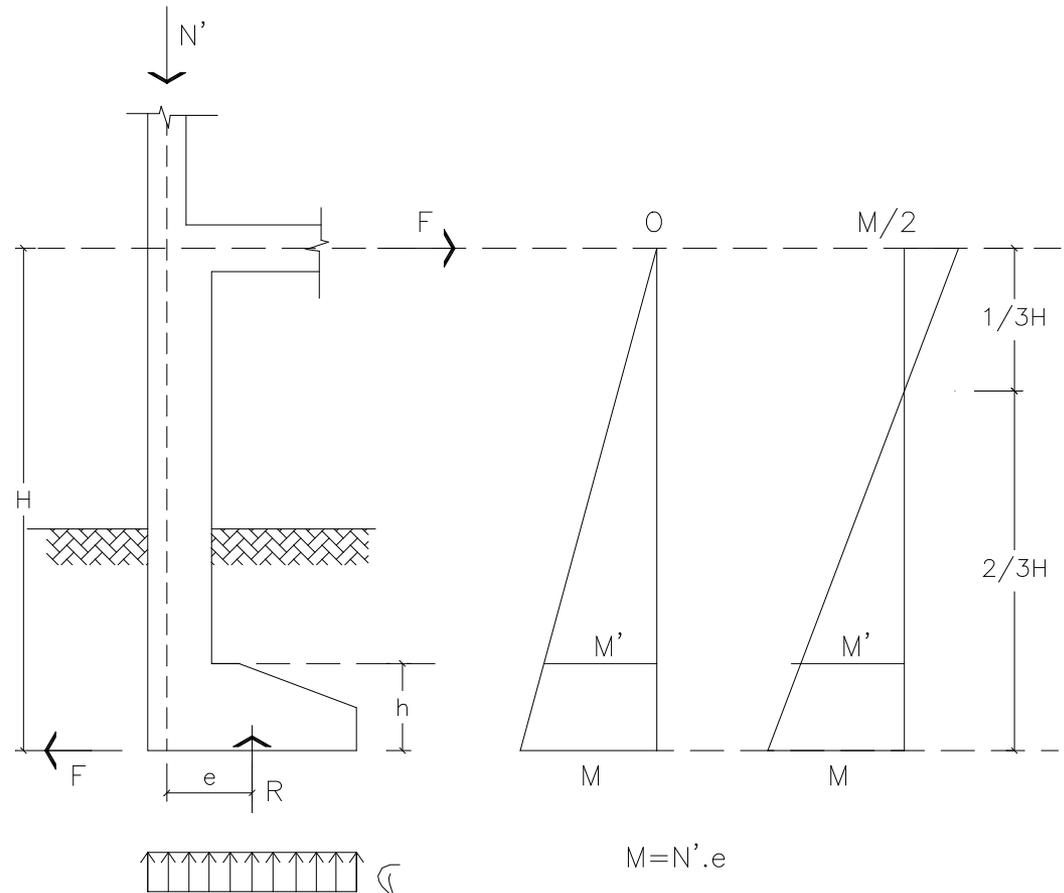
# Bases aisladas excéntricas

## Sistemas estructurales para “tomar” la excentricidad

### 1) Columna sometida a flexión compuesta (M y N)

Columna estará sometida a **flexión compuesta**, las dimensiones de la sección y la armadura necesaria pueden ser importantes y la mayor dimensión es conveniente que sea la perpendicular al eje medianero lo que muchas veces trae inconvenientes en la planta baja.

Fuerzas horizontales al nivel de losas sobre planta baja y en el contacto base suelo que deben tenerse en cuenta en el dimensionado de la estructura (esfuerzo de tracción  $F$ ) y verificando la base al deslizamiento,  $F = M/H$ .



# Bases aisladas **excéntricas**

## Sistemas estructurales para “tomar” la excentricidad

### 1) Columna sometida a flexión compuesta (M y N)



# Bases aisladas **excéntricas**

## Sistemas estructurales para “tomar” la excentricidad

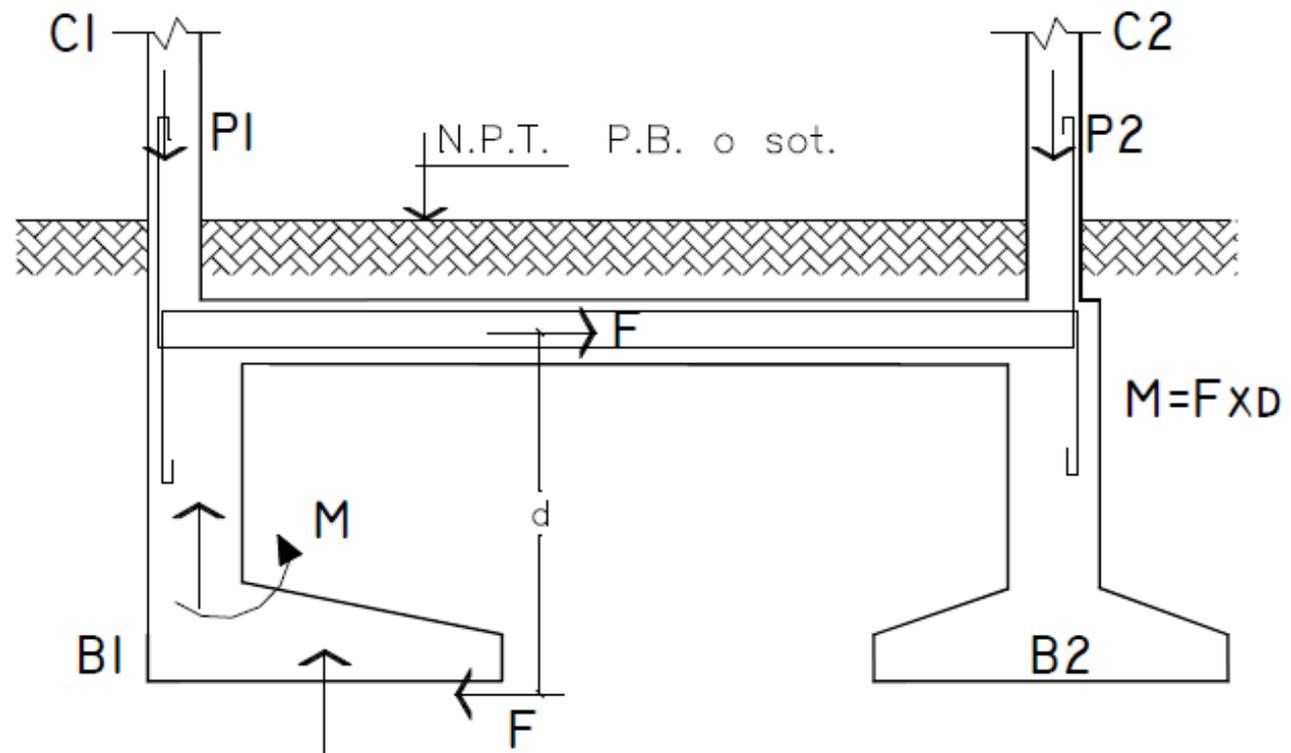
### 2) Base con tensor

En la práctica este sistema resulta apto para equilibrar momentos inducidos por bases excéntricas cuyas cargas no son demasiado importantes, como suele ocurrir en viviendas de dos o tres plantas y en edificios de hasta seis o siete pisos con una distribución racional de columnas.

$$F=M/d$$

La fuerza horizontal  $F$  es mayor cuanto más pequeña es  $d$  (bases a poca profundidad)

Se debe verificar que el resto de la estructura sea capaz de absorber la fuerza horizontal  $F$



# Bases aisladas **excéntricas**

Sistemas estructurales para “tomar” la excentricidad

2) Base con tensor



# Bases aisladas **excéntricas**

Sistemas estructurales para “tomar” la excentricidad

2) Base con tensor



# Bases aisladas excéntricas

## Sistemas estructurales para “tomar” la excentricidad

### 3) Base “aporticada”

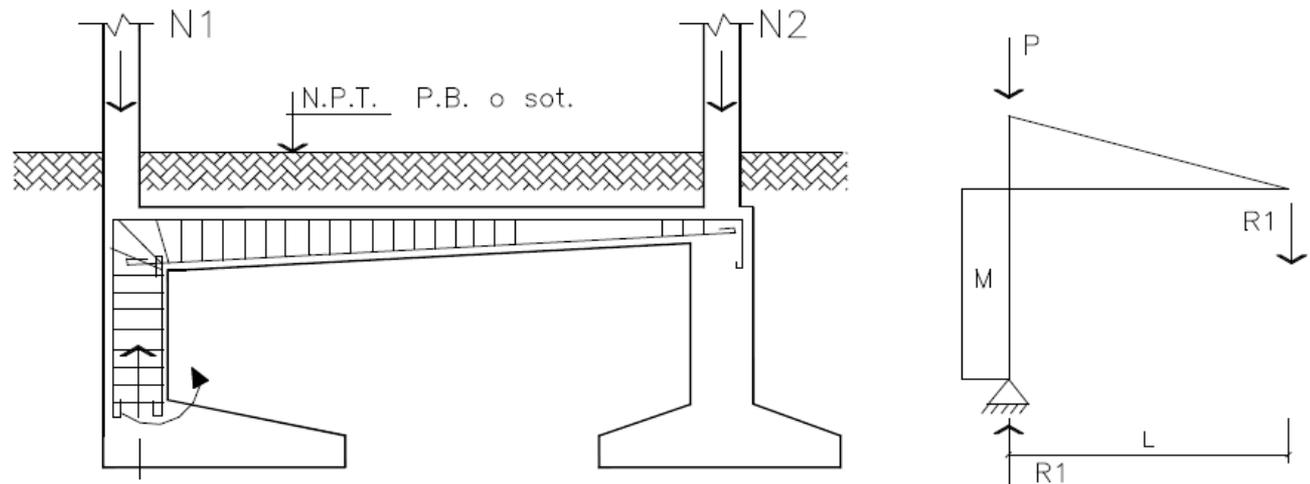
Si en la base con tensor es difícil tomar la fuerza  $F$  (baja resistencia del suelo o incapacidad estructural) se puede rigidizar el nudo de unión de la base-viga y absorber el momento por debajo del nivel del piso, sin generar fuerzas horizontales.

$$R1 = M/L$$

La columna estará sometida a flexión compuesta solo en su tronco

La viga puede tener sección variable siguiendo el diagrama de momentos, con su máximo en el nudo

Se generan fuerzas verticales que tienden a levantar la base B2 y a recargar B1, se debe verificar que  $N2$  resulte mayor que  $1,5 \times R1$  para evitar el levantamiento y B1 debe calcularse para  $N1 + R1$ .



# Bases aisladas **excéntricas**

## Sistemas estructurales para “tomar” la excentricidad

### 4) Base Cantilever

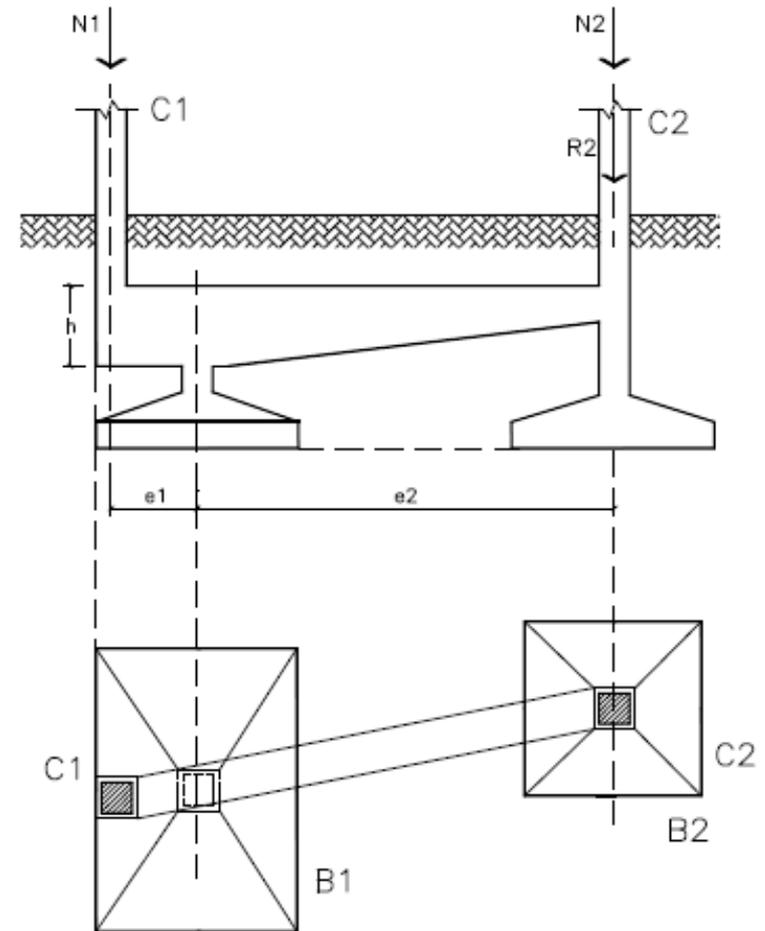
Este esquema (permite evitar el momento en la columna mediante un desvío de la carga. La base medianera será transformada en una base centrada y la columna no recibe momentos inducidos.

La carga en la columna C2 ( $N_2$ ) debe ser suficientemente mayor que  $R_2$  para que no exista levantamiento.

Las dimensiones de la base B1 se determinan considerando que la carga que debe soportar es  $N_1 + R_2$

Las dimensiones de la viga ( $h$ ,  $b$ ) estarán condicionadas por el corte.

La armadura de flexión principal estará en la parte superior.



# Bases aisladas **excéntricas**

Sistemas estructurales para “tomar” la excentricidad

4) Base Cantilever



# Bases aisladas **excéntricas**

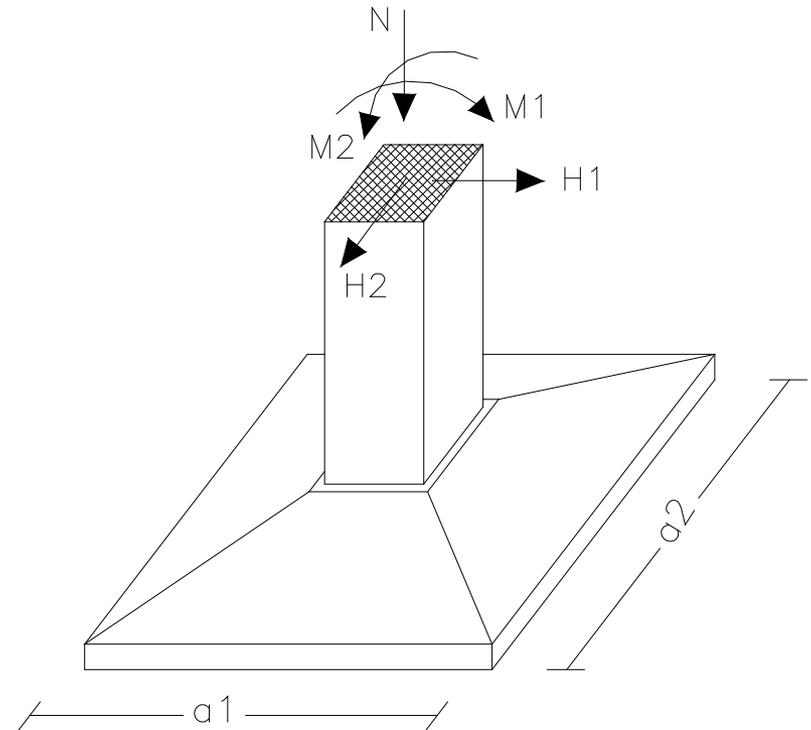
## II) Simultaneidad de esfuerzos axiales y flexionantes

### a) Cargas que permanecen aproximadamente constantes:

- Bases de contrafuertes de muros de contención sometidos a cargas horizontales de empujes de suelo.
- Columnas de entrepisos sin viga donde la acción de cargas permanentes es preponderante respecto a las sobrecargas.
- Otros casos de estructuras sometidas a empujes.

### b) Acciones variables:

- Bases de columnas de pórticos en estructuras de edificios sometidos a viento, sismo y en general cargas de tipo horizontal.
- Bases de depósitos de líquidos (tanques) elevados.



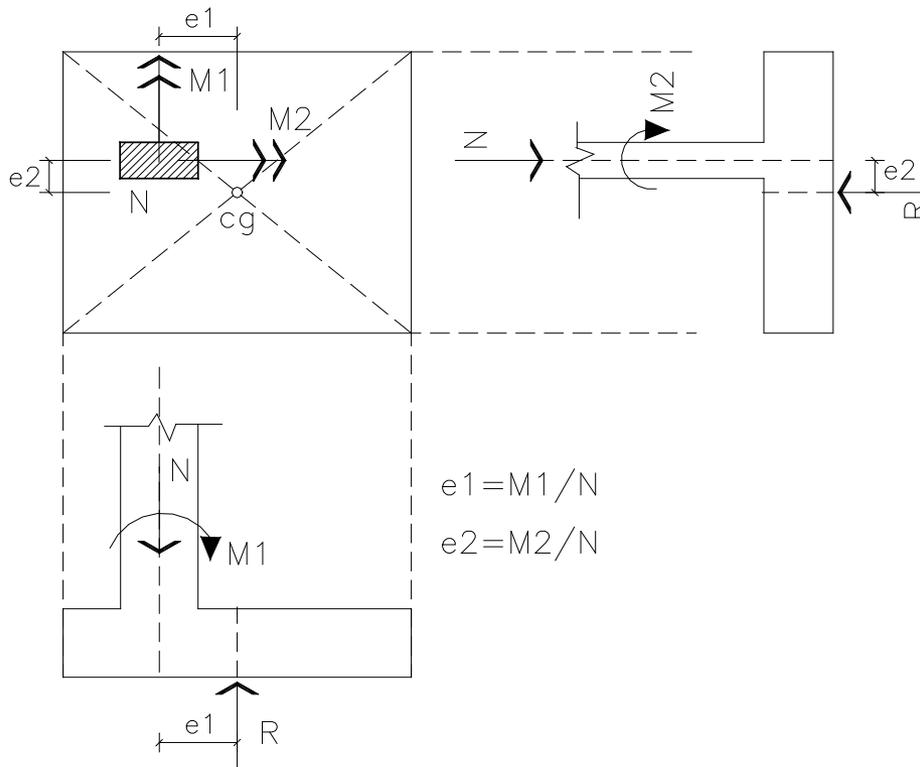
# Bases aisladas **excéntricas**

## II) Simultaneidad de esfuerzos axiales y flexionantes

a) Cargas que permanecen aproximadamente constantes:

Centrar la base con la resultante de las cargas permanentes

Se verificarán las tensiones máximas y mínimas para cargas accidentales



# Bases aisladas **excéntricas**

## II) Simultaneidad de esfuerzos axiales y flexionantes

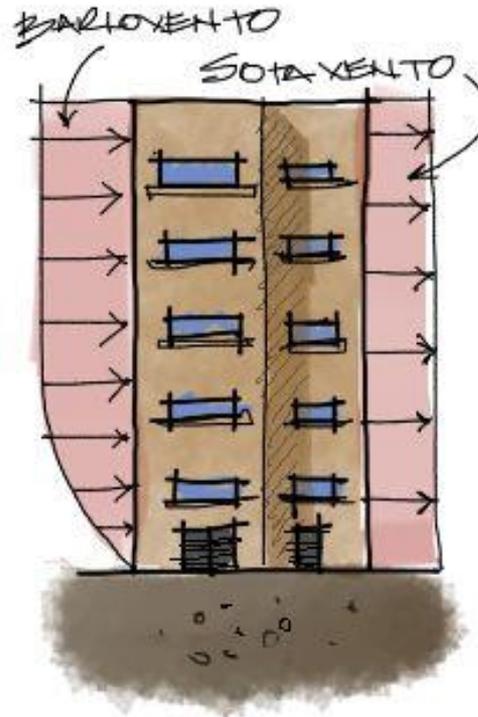
### b) Acciones variables:

Solicitaciones no permanentes tipo viento, sismo, etc.

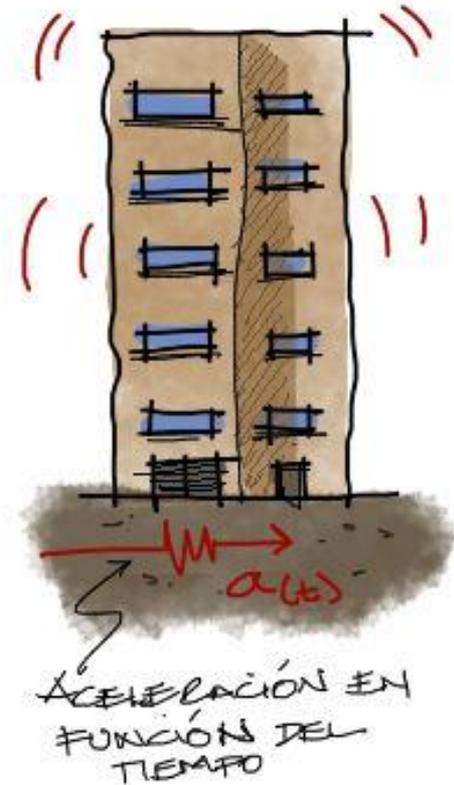
Se resuelven por **tanteo**, se comienza probando con una superficie algo mayor a la necesaria para tomar las cargas verticales  $N$  y se verifica si para dichas dimensiones las tensiones se mantienen dentro de los límites adecuados.

Cuando existen momentos en ambas direcciones  $M1$  y  $M2$  se tendrán las tensiones en la base como:

$$\sigma = -\frac{N}{A} \pm \frac{N_1}{W} \pm \frac{N_2}{W}$$



Viento



Sismo

# Bases aisladas excéntricas

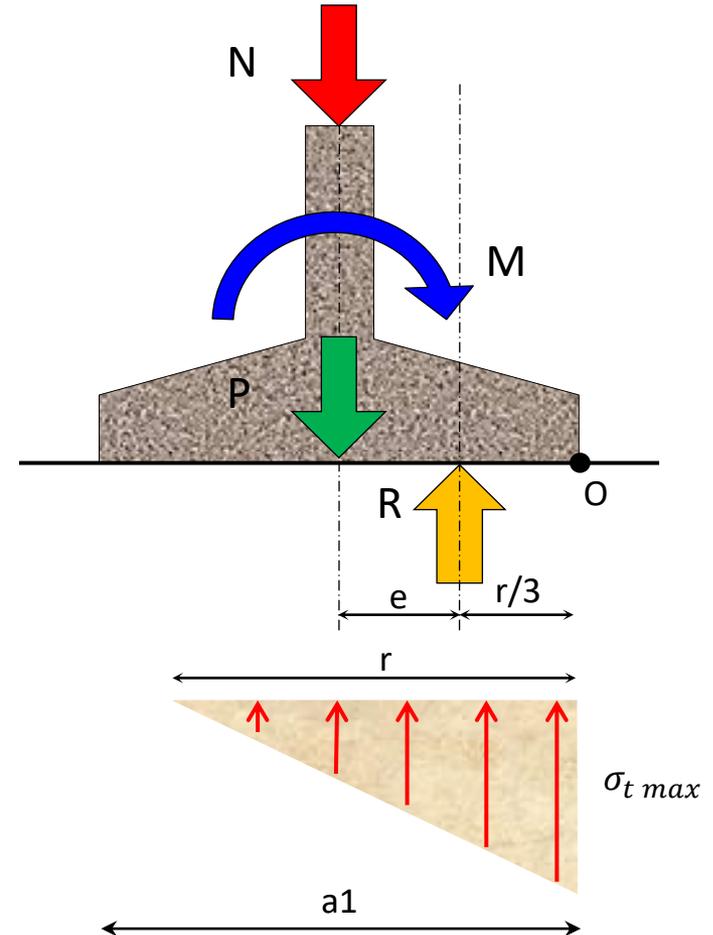
## II) Simultaneidad de esfuerzos axiales y flexionantes

### b) Acciones variables:

Puede darse el caso de que tengamos al alguno de los vértices de nuestra base, tensiones de tracción, con lo que la base se estaría despegando del suelo.

En estos casos, la zona comprimida debe generar un volumen de tensiones que equilibre la sollicitación

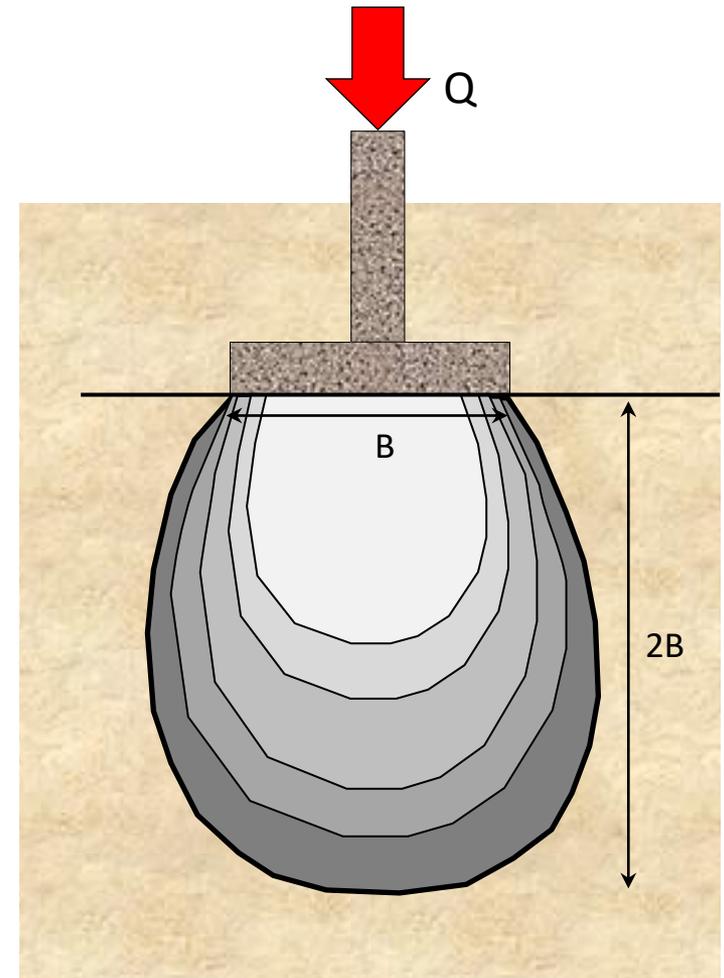
$$\sigma_{t \max} = \frac{4/3 P}{(a_2(a_1 - 2.e))}$$



## Bases combinadas

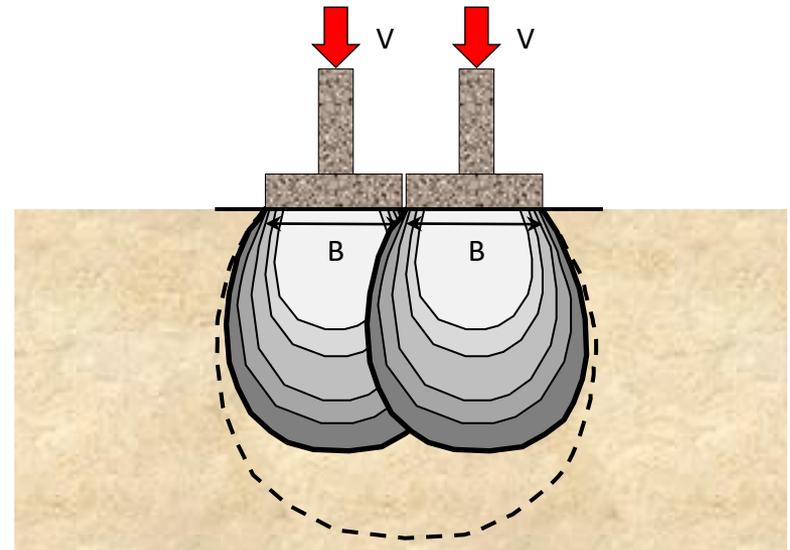
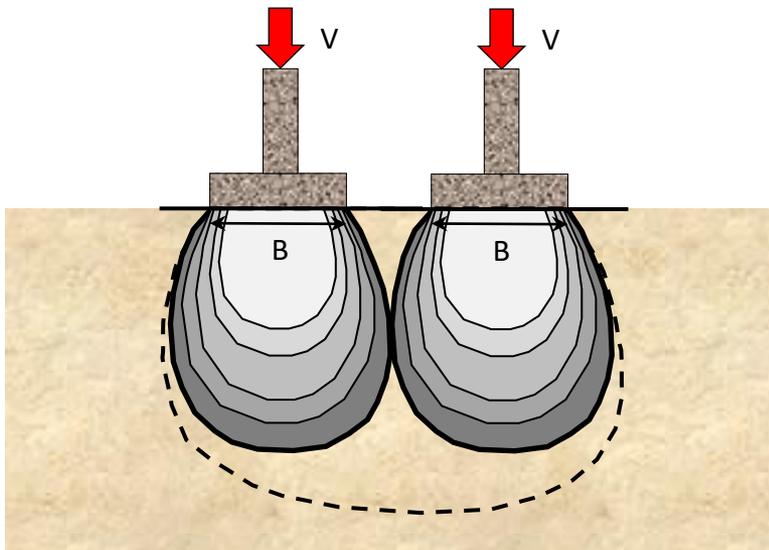
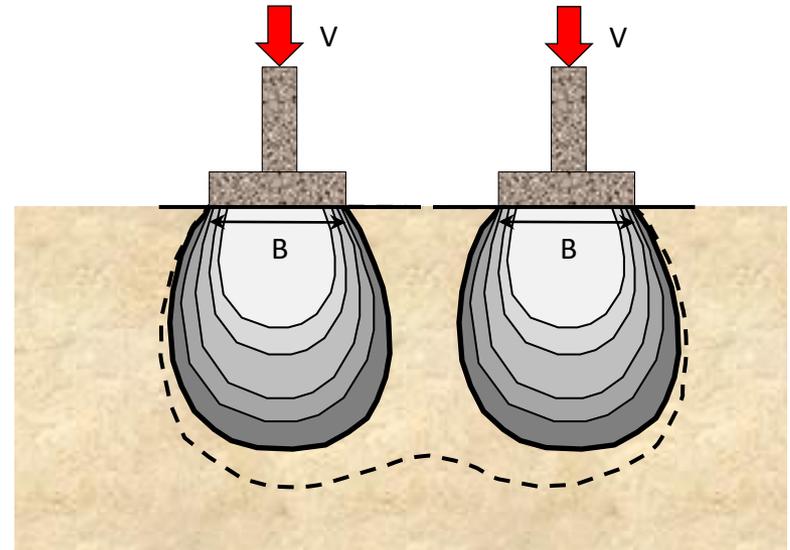
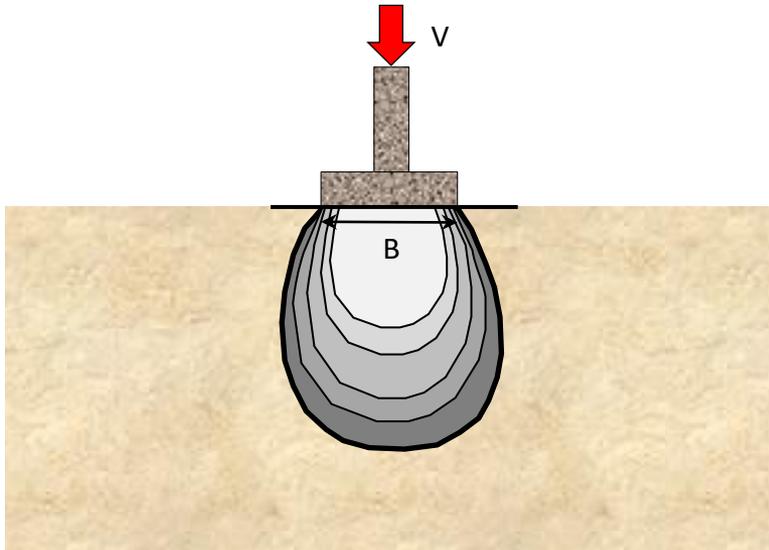
Como vimos, la función primordial de una fundación, es la transmitir las cargas de la super estructura al terreno de apoyo,

El bulbo de presiones en fundaciones, o bulbo de tensiones, es el lugar geométrico del espacio de suelo en cuyos puntos se producen incrementos de carga vertical considerables por efecto de la aplicación de una carga.



# Bases combinadas

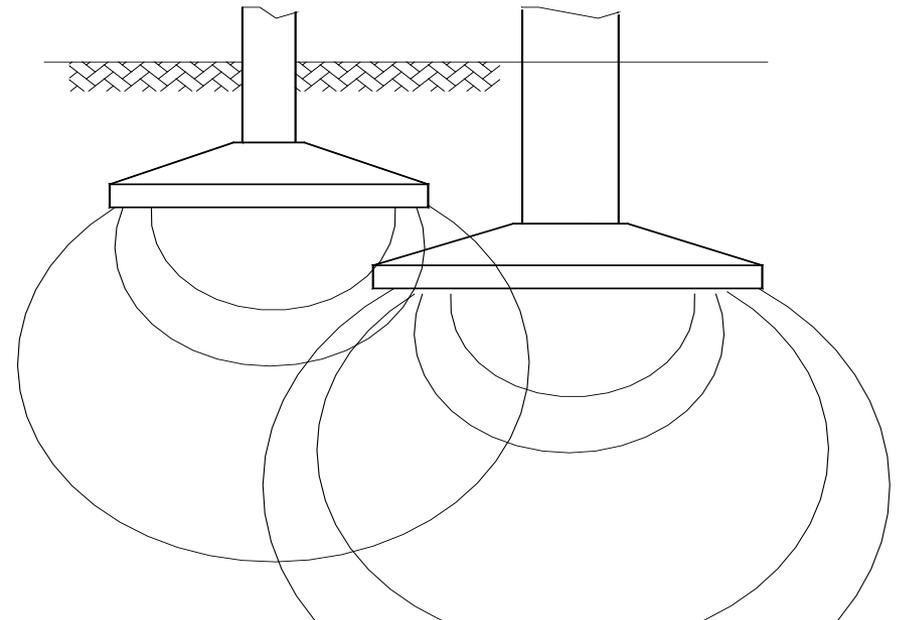
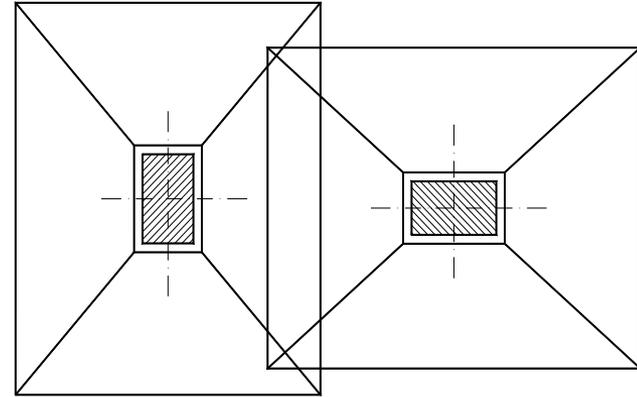
## Superposición de bulbos de tensiones



# Bases combinadas

## Causas probables

- 1) Cargas muy importantes
- 2) Baja capacidad portante del suelo
- 3) Columnas muy próximas entre sí
- 4) Combinación de los casos anteriores



# Bases combinadas

## Solución



# Bases combinadas

## Solución

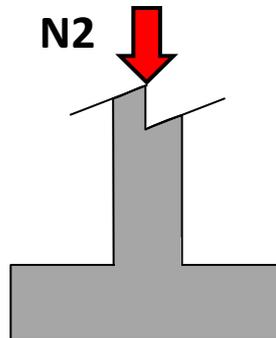
1) Estimamos el valor de la resultante R como la suma de las cargas que transmiten las columnas

$$R = N1 + N2$$

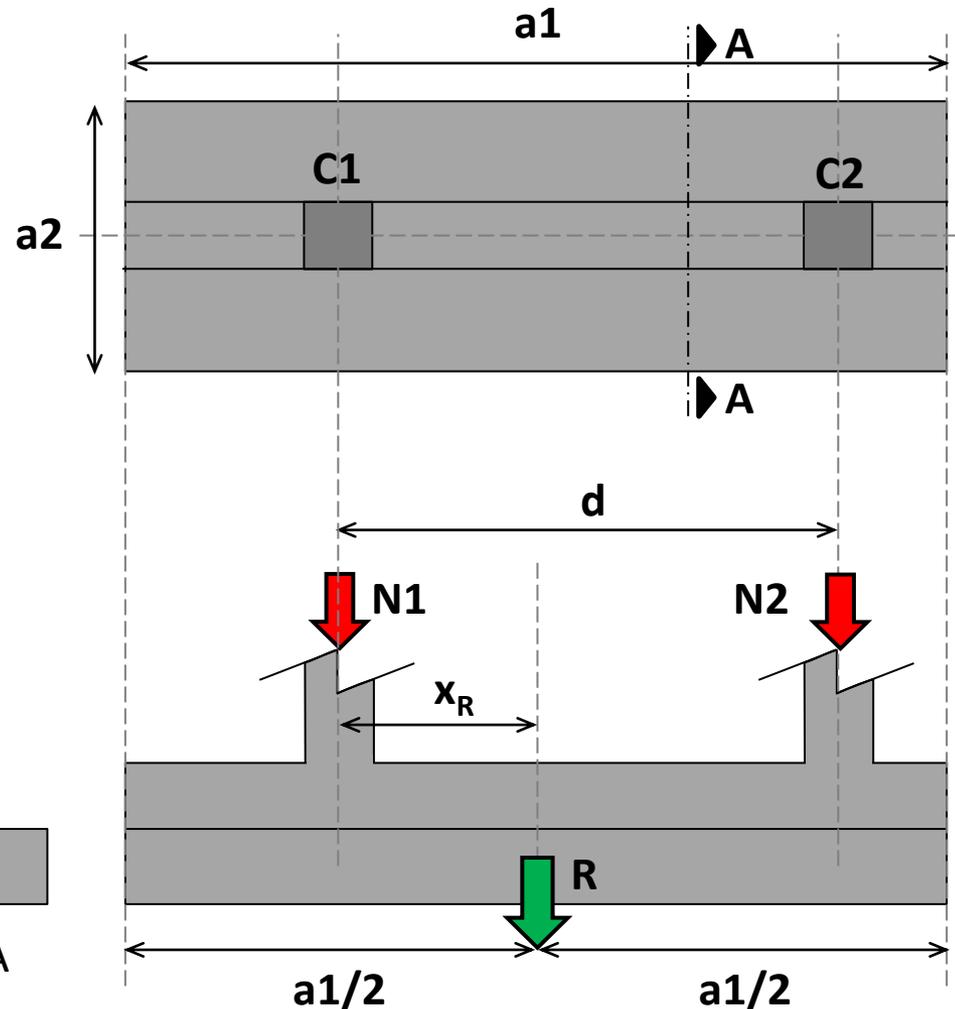
2) Buscamos el centro de presiones CP y lo hacemos coincidir con el centro de gravedad de la base (excentricidad nula)

$$x_R = N2 \cdot d / R$$

3) Dimensionamos  $a1$  y  $a2$  considerando al menos que  $a1/2$  debe ser al menos igual a la distancia al centro de presiones



Corte A-A

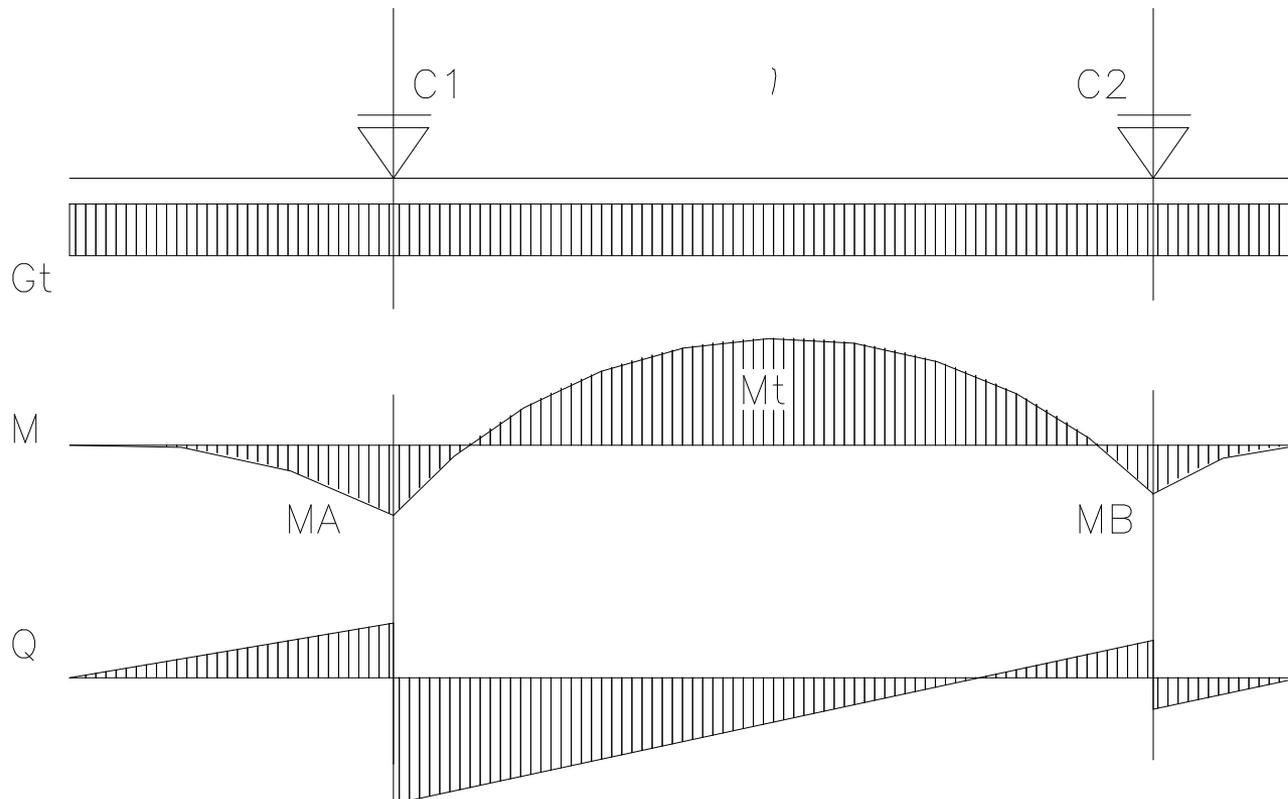


# Bases combinadas

## Esquema de cálculo

En sentido transversal funciona como una solera de fundación trabajando en voladizo a ambos lados de la viga, mientras que en sentido longitudinal los momentos y el corte serán absorbidos por la viga que vincula las columnas.

En la figura vemos un esquema de cálculo, el estado de cargas y la forma que tendrán los diagramas de M y Q.



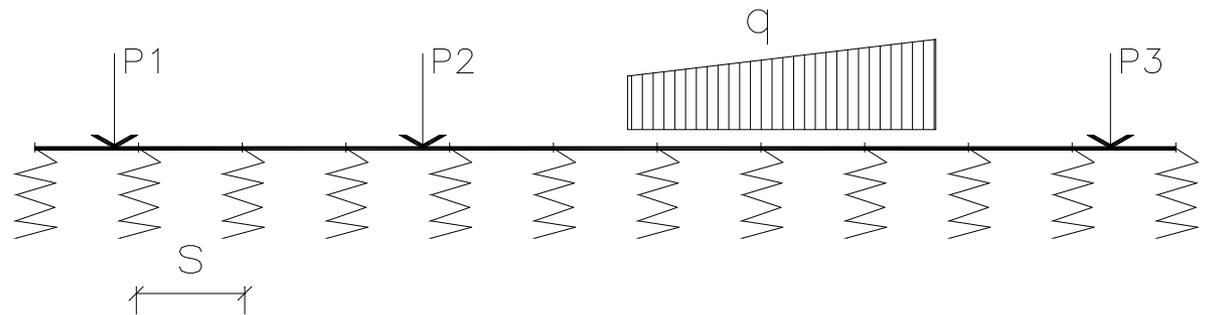
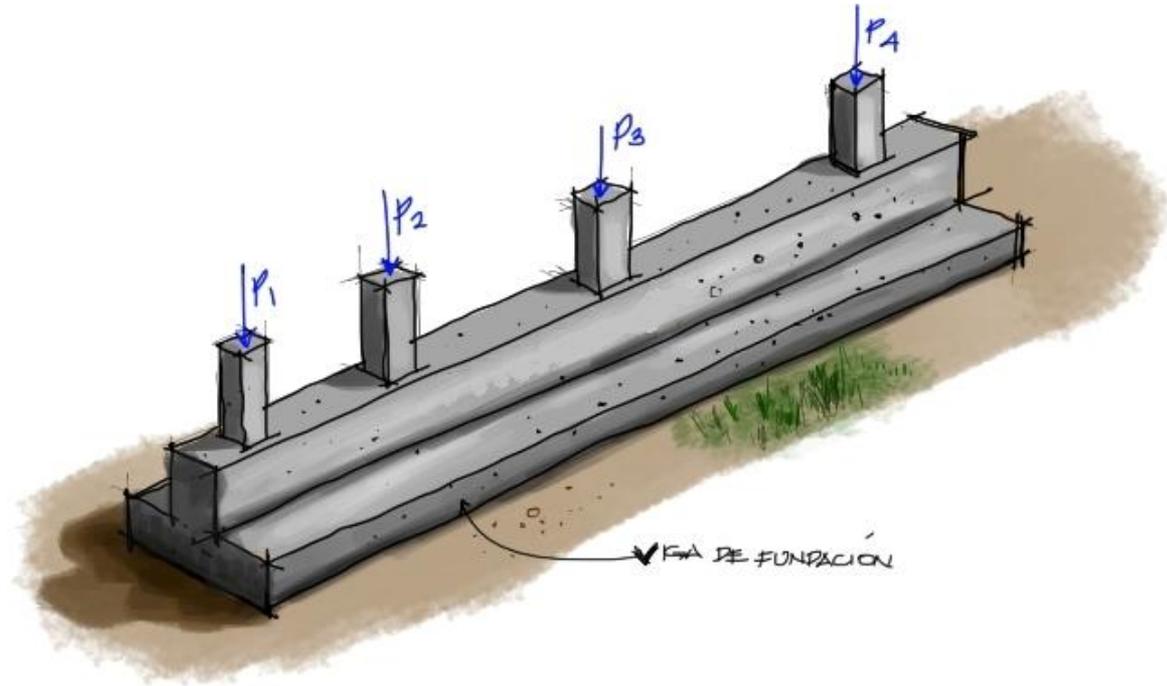
# Zapata corrida (vigas en medio elástico)

La zapata corrida es una zapata continua que servirá como fundación generalmente a un muro de hormigón armado o columnas independientes.

El funcionamiento es similar al de una viga apoyada en una serie de resortes con constante de resorte  $k$ .

Este valor de la constante del resorte  $k$  esta relacionada con el coeficiente de balasto del suelo  $c$ , que es la presión necesaria para producir una deformación unitaria del mismo.

Las unidades de  $c$  son  $[F/L^2/L]$  o lo que es lo mismo  $[F/L^3]$ .



# Zapata corrida (vigas en medio elástico)



# Zapata corrida (vigas en medio elástico)



# Zapata corrida (vigas en medio elástico)



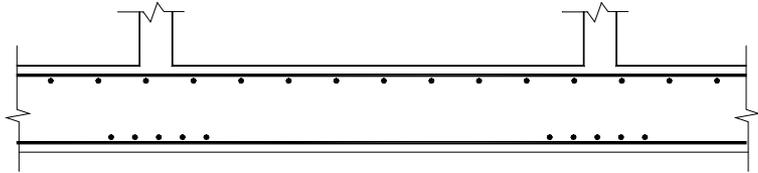
# Platea de fundación



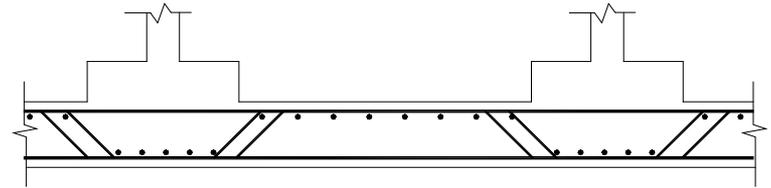
# Platea de fundación

## Tipos de platea de fundación

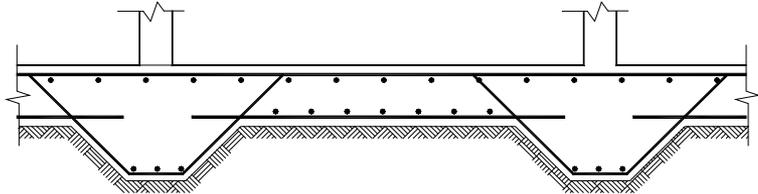
a) *espesor constante*



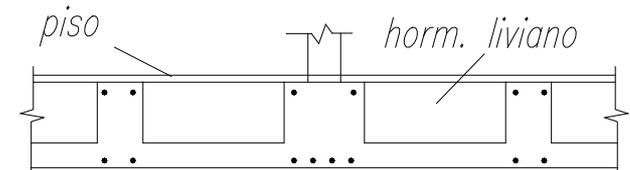
b) *Capiteles superiores*



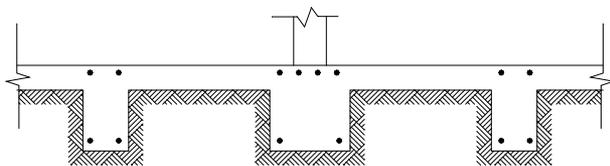
c) *Capiteles inferiores*



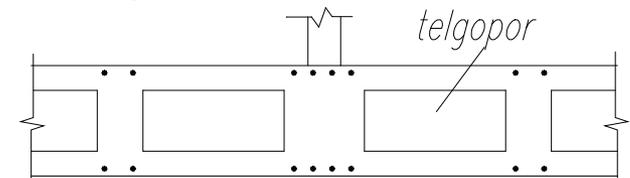
d) *Nervios superiores*



e) *Nervios inferiores*



f) *Aligerada*



# Plata de fundación

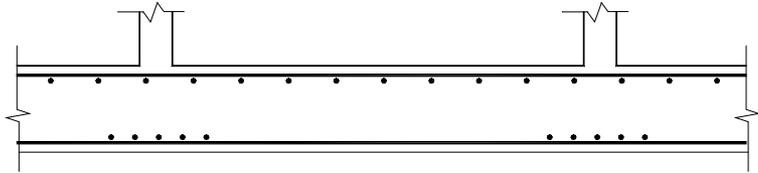
## Tipos de platea de fundación



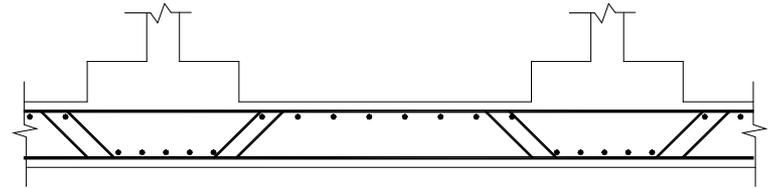
# Platea de fundación

## Tipos de platea de fundación

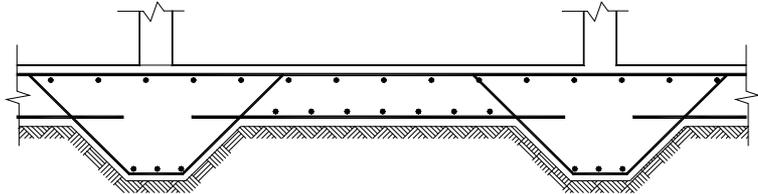
a) *espesor constante*



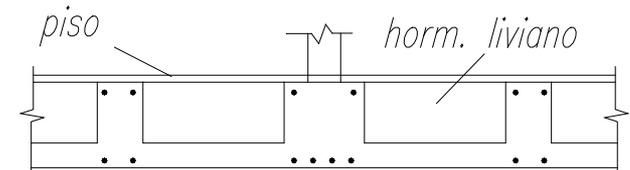
b) *Capiteles superiores*



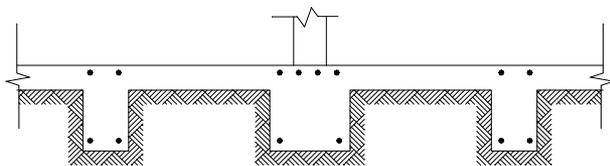
c) *Capiteles inferiores*



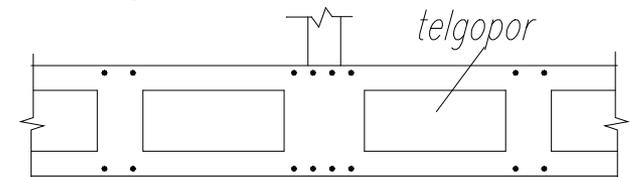
d) *Nervios superiores*



e) *Nervios inferiores*



f) *Aligerada*



# Plata de fundación

## Tipos de platea de fundación



# Platea de fundación

## Consideraciones en el proyecto de una platea

- Columnas igualmente separadas y con cargas similares
- Resultante de las acciones que transmite la estructura (centro de presiones) pase lo más próximo al centro de gravedad de la platea
- Para el predimensionado se puede suponer una distribución uniforme de tensiones.
- PLATEAS MACIZAS
- $h = (10.L + 30)$  en cm (espesor total de la platea) donde L es la máxima separación entre columnas, en metros.
- PLATEAS NERVURADAS espesor de la placa propiamente dicha: 20 cm.



# Platea de fundación

## Trabajos preliminares en el terreno (platea sobre TN)

Si la platea se **apoyara directamente sobre el terreno natural**, es necesaria la limpieza de la capa vegetal del mismo. En general la profundidad del manto vegetal esta en el orden de los 20 cm a 30 cm. Esta capa al tener un alto componente de materia orgánica es susceptible de descomponerse.



# Platea de fundación

## Trabajos preliminares en el terreno (platea sobre relleno)

Si por cuestiones hidráulicas o de proyecto, tenemos que subir el nivel del terreno y la platea se **apoyara sobre un relleno de suelos compactado**, además de la limpieza de la capa vegetal, es muy importante la calidad del suelo a colocar y el nivel de compactación que se logre en el relleno, mediante el uso de equipos adecuados.



# Platea de fundación

Trabajos preliminares en el terreno (platea sobre relleno)

**Aporte de suelo seleccionado  
de buena calidad**



# Platea de fundación

Trabajos preliminares en el terreno (platea sobre relleno)



Distribución y nivelación del  
suelo de aporte

# Platea de fundación

Trabajos preliminares en el terreno (platea sobre relleno)

**Compactación con equipos livianos  
(Pisón vibrocompactador)**



# Platea de fundación

Trabajos preliminares en el terreno (platea sobre relleno)



**Compactación con equipos  
livianos (Plancha)**

# Platea de fundación

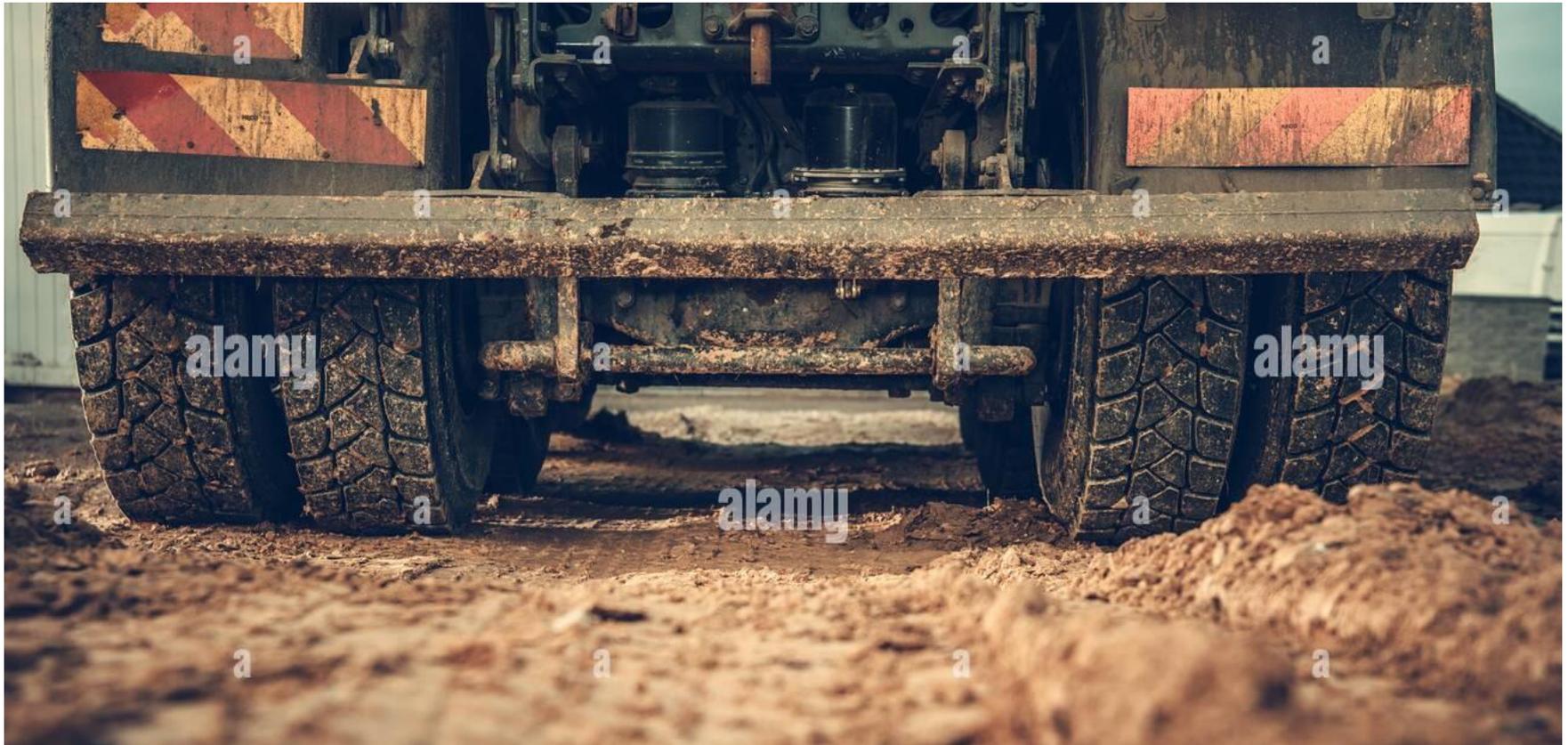
Trabajos preliminares en el terreno (platea sobre relleno)

**Compactación con  
equipos pesados**



# Platea de fundación

Trabajos preliminares en el terreno (platea sobre relleno)



**RECOMENDACIÓN: NO COMPACTAR CON RUEDA DE CAMIÓN!!!**

# Platea de fundación

## Trabajos preliminares en el terreno



**Control del grado de compactación del relleno**



# Platea de fundación

## Trabajos preliminares en el terreno



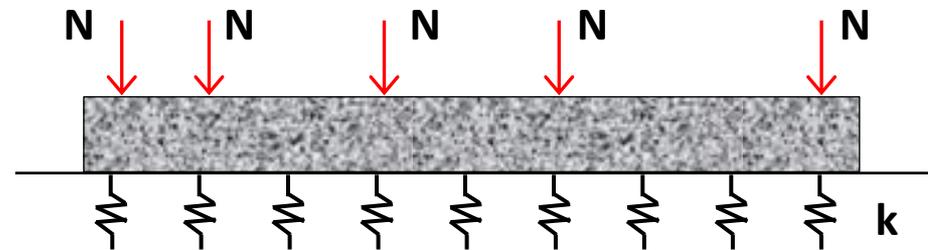
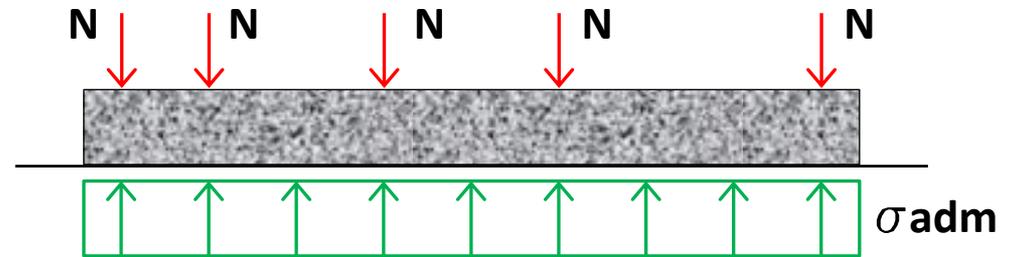
**Superficie lista para  
construcción de la platea**

# Platea de fundación **postesada**

Como vimos, la platea es un elemento de hormigón armado, lo suficientemente rígido como para distribuir de manera los suficientemente uniforme, las cargas al suelo.

Algunos **modelos** de calculo de plateas, utilizan el concepto que vimos para vigas apoyadas en medios elásticos y modelan la interacción con el suelo a partir de resortes.

Sin embargo, hay situaciones, donde el comportamiento del suelo (suelos expansivos, suelos blandos, etc.), no acompaña el modelo de cálculo que nosotros adoptamos. Una solución es postesar la platea



## Platea de fundación **postesada**

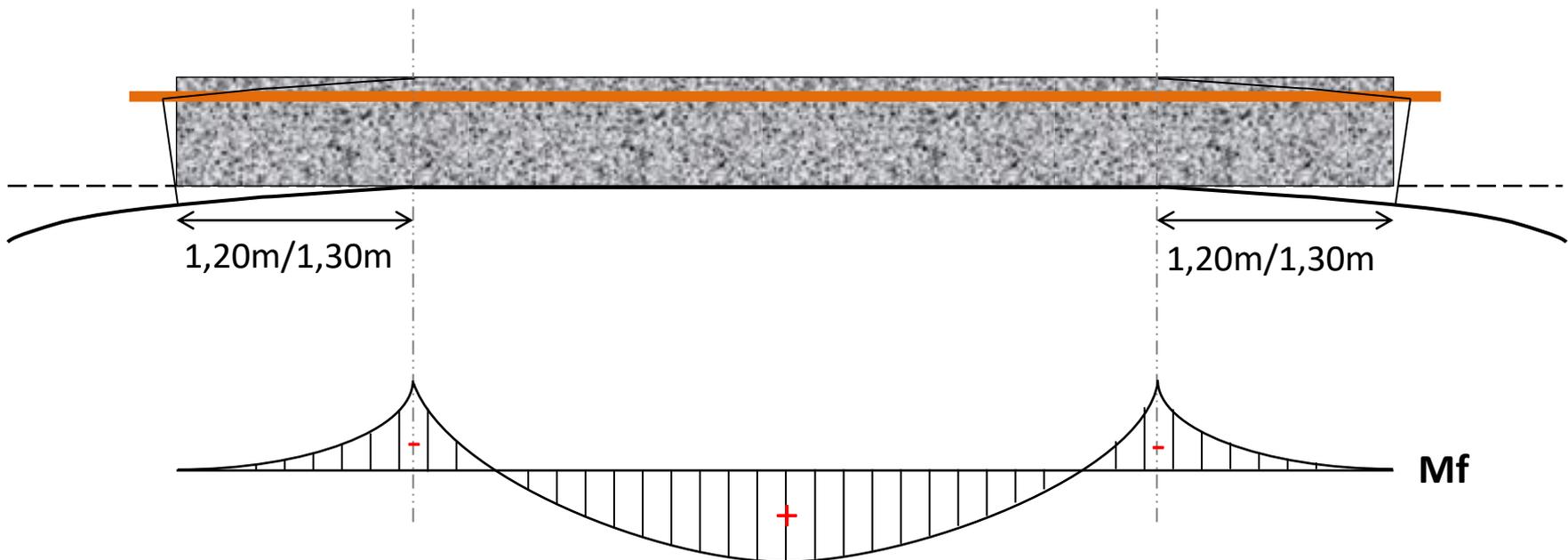
Como vimos, los suelos expansivos son suelos que modifican su volumen de acuerdo a las variaciones de humedad que sufren.

Esto quiere decir que en épocas estivales, al secarse se contraen, y en épocas invernales, al humedecerse se expanden.



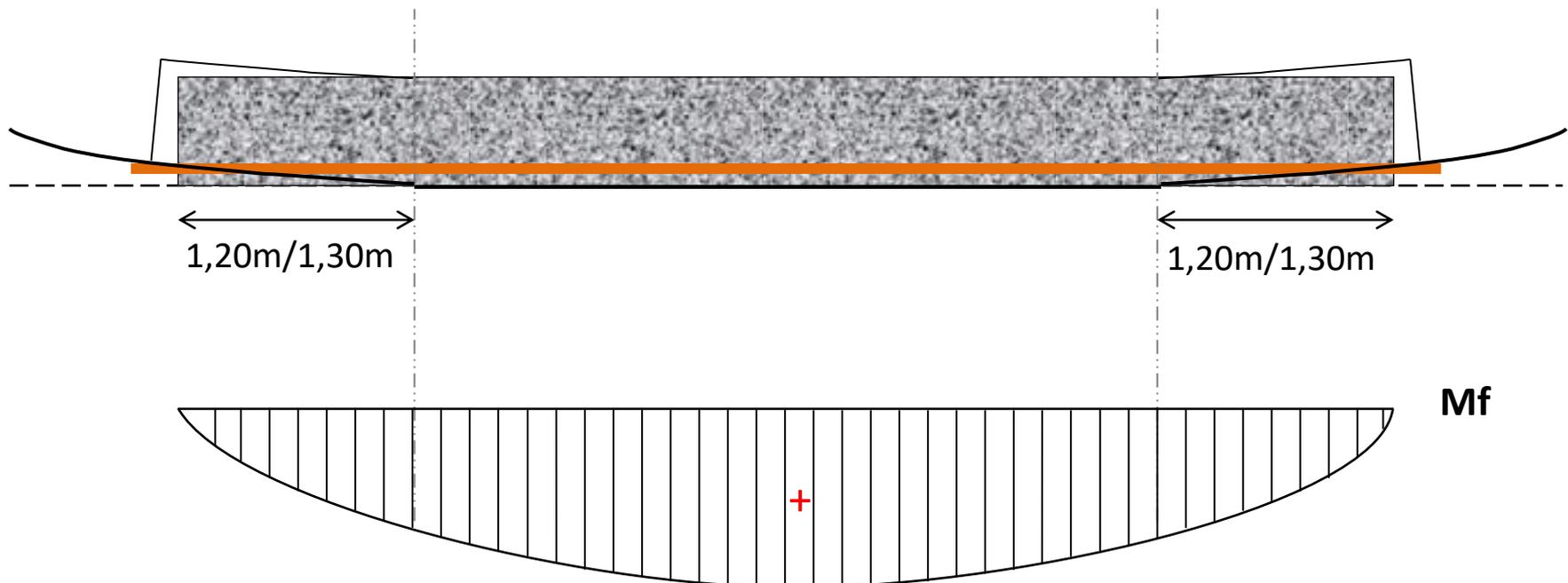
# Plata de fundación **postesada**

En época **seca**, se produce la **retracción de los suelos expansivos**, produciendo desprendimientos en los bordes de la platea, alejándolos de nuestro modelo de cálculo original. Estos desprendimientos alcanzan aproximadamente 1,20 m a 1,30 m y generan que los bordes de la platea trabajen en voladizo. Este efecto se analiza como “**levantamiento de centro**” y una posible solución es la instalación de cables pretensados en la parte superior de la platea



# Platea de fundación **postesada**

En época **húmeda**, se produce la **expansión de los suelos expansivos**, produciendo esfuerzos en los bordes de la platea, alejándonos de nuestro modelo de cálculo original. Estos desprendimientos alcanzan aproximadamente 1,20 m a 1,30 m y generan que los bordes de la platea trabajen en voladizo. Este efecto se analiza como “**levantamiento de borde**” y una posible solución es la instalación de cables pretensados en la parte inferior de la platea



# Plata de fundación **postesada**



# Platea de fundación **postesada**



# Platea de fundación **postesada**



# Plata de fundación **postesada**



# Platea de fundación **postesada**



# Platea de fundación **postesada**



# Plata de fundación **postesada**



**Muchas gracias por su atención**