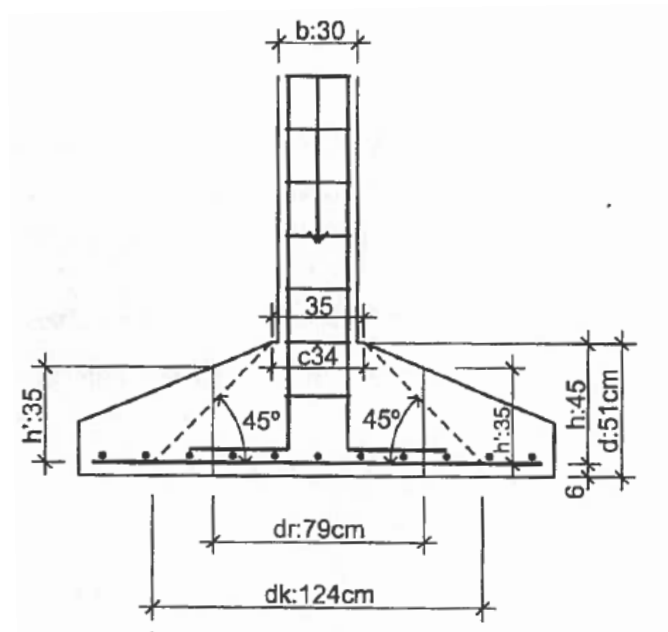


UNIDAD 5

PARTE 3 de 3

FUNDACIONES

VERIFICACION PUNZONADO



Bibliografía consultada

Manual de cálculo de estructuras de hormigón armado
Zapatatas de hormigón Armado
Hormigón Armado
Apuntes Cátedra Hormigón I - II
Reglamento CIRSOC 201 Tomo II

Ing. Osvaldo Pozzi Azaro
Ing. Jorge R. Bernal
Arq. Pedro Perles
Ing. Jose M. Canciani
INTI

INTRODUCCION

En los capítulos de Bases centradas y Bases excéntricas, para determinar la altura de la base utilizamos en general el criterio de dar rigidez a la base.

En los dos capítulos se indicaba que se debía verificar la tensión de punzonado en la base para comprobar si la altura adoptada, verifica las tensiones tangenciales que se producen.

Este esfuerzo se agudiza cuando mayor en la resistencia del terreno, pues la base tiende a tener menor dimensión por el aumento de la capacidad portante del suelo, y como para la establecer una altura por rigidez de la base se toman sus lados, puede ocurrir que la altura resultante por rigidez no sea suficiente para verificar las tensiones de punzonado admisibles.

Existen varios criterios para establecer las tensiones según que norma sea la consultada.

Por ejemplo el **PRAEH** (Proyecto de Reglamento Argentino de Estructuras de Hormigón Tomo II de 1964) establecía una tensión de corte máxima de **9.5 kg/cm²**.

Para esta verificación tenía en cuenta la carga transmitida por la columna y la sección considerada en el perímetro de la columna en contacto con la base y la altura de la misma **h''** a una distancia de la columna igual a **h / 2**, (**h** = altura total de la base desde la armadura hasta donde apoya la columna)

$$\tau_p = \frac{P \text{ Col}}{\text{Perímetro Col} \times h''}$$

En **Estructuras de Hormigón armado para Edificios** Editado por el Instituto de Cemento Portland Argentino en su revisión de 1974 establecía una tensión máxima de **8 kg/cm²**.

$$\tau_p = \frac{P \text{ Col (Carga de la Columna)}}{\text{Perímetro de la columna} \times \text{Altura total de la base}}$$

Según la norma Din 1045

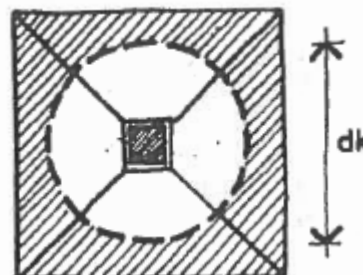
Toda la carga que transmite la columna es transmitida al terreno a través de la base, Pero solo una parte de ella es la que produce el esfuerzo de punzonamiento sobre la placa de fundación.

El punzonamiento es producido por la resistencia del terreno ubicado en la zona rayada del gráfico y externa al círculo del cono de base **dk**

Qr : El esfuerzo de corte que actúa sobre la base será entonces

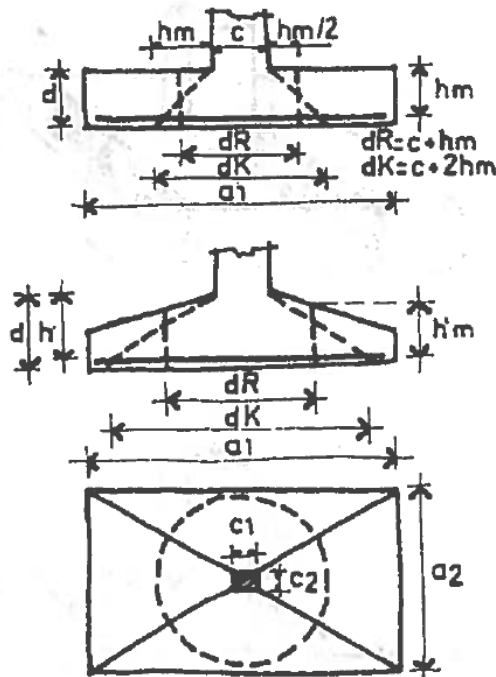
$$Q_r = P_c - \sigma_t \cdot \frac{3,14 \cdot dk^2}{4}$$

$$\text{donde } \sigma_t = \frac{P_c}{a_1 \cdot a_2}$$



Más adelante veremos la forma de obtener **dk**

En la mayoría de los casos **los esfuerzos de punzonado resultan más críticos** que los esfuerzos de flexión, Por lo que estos esfuerzos son los que rigen el diseño de la fundación.



PASO 1) hm = Altura útil de la base de caras paralelas

hm' = Altura promedio en ambas direcciones de la base de caras inclinadas.

$$h'1m = (hm - d'o) \cdot (a1 - dk) / (a1 - c1) + d'o$$

$$h'2m = (hm - d'o) \cdot (a2 - dk) / (a2 - c2) + d'o$$

También podemos determinarlo gráficamente dibujando la base en escala.

PASO 2) C = valor relativo a los lados de la columna. Para columnas circulares, el valor de C será igual al diámetro de la columna.

En columnas rectangulares con lados $C1$ y $C2$ Si la columna es redonda

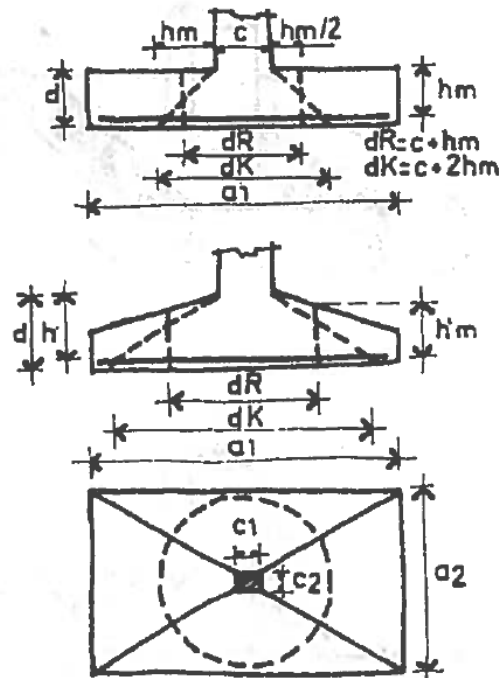
$$C = 1,13 \times \sqrt{C1 \times C2}$$

PASO 3)

$$dR = C + hm$$

$$dk = C + 2 hm$$

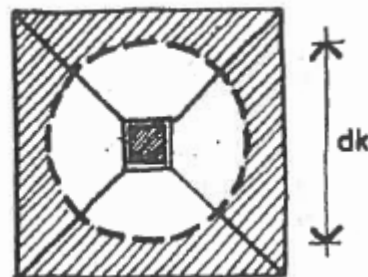
μ = Perímetro de la sección circular de la columna con diámetro d R ($3.14 \times d R$).



PASO 4) Q_r : El esfuerzo de corte que actúa sobre la base será entonces

$$Q_r = P_c - \sigma_t \cdot \frac{3,14 \cdot dk^2}{4}$$

$$\text{donde } \sigma_t = \frac{P_c}{a_1 \cdot a_2}$$



dk se obtuvo en el paso 3

PASO 5) Para bases de **caras paralelas** tenemos la siguiente tensión de punzonado (kg/cm²):

$$\tau_p = \frac{Q_r}{\mu \times h_m}$$

Para bases de **caras inclinadas** tenemos la siguiente tensión de punzonado (kg/cm²):

$$\tau_p = \frac{Q_r}{\mu \times h_m'}$$

Q_r = Esfuerzo de corte que actúa sobre la base (ver página 2)

μ = Perímetro de la sección circular de la columna con diámetro d R (**3.14 x d R**).

h_m = Altura útil de la base de caras paralelas **h_m'** = Altura promedio

PASO 6-7) Tensiones de comparación

τ₁ tensión de comparación para armadura de corte.

τ₂ tensión de comparación límite de corte.

$$d_R = c + h_m \quad d_K = c + 2 \cdot h_m$$

$$\gamma_1 = \gamma_1 \cdot \tau_{o11} \quad \tau_2 = \gamma_2 \cdot \tau_{o2}$$

τ_{o11} y **τ_{o2}** son las tensiones límites tangenciales según tabla 18 del CIRSOC (renglones 1 y 2).

$$\gamma_1 = 1,3 \cdot \alpha \cdot \sqrt{\mu} \quad \gamma_2 = 0,45 \cdot \alpha \cdot \sqrt{\mu}$$

$$\alpha = 1,00 \text{ para acero } f_s = 2200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 1,30 \text{ para acero } f_s = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 1,40 \text{ para acero } f_s = 5000 \text{ kg/cm}^2$$

μ = **A_s** / (**h_m** · **d_R**) cuántía en zona **d_R**.

A_s = (**A_{s1}** + **A_{s2}**) / 2 valor promedio de las armaduras en las direcciones 1 y 2 que se entrecruzan en la longitud **d_R**.

Para la cuántía en la zona **d_r** tomar **A_s** = (**A_s** total del lado x (**d_r** / **a1** o **a2**)
μ = ((**A_s** / (**h_m** x **d_r**)) x 100 **Ver valores orientativos en hoja 7**

Tensiones límites Tangenciales.

Tensiones límites de corte (kg/cm²)

	β_{cn}						
	110	130	170	210	300	380	470
τ_{011}	2,7	3,5	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0
τ_{012}	4	5	6,5	7,5	10	11	12,5
τ_{02}	9	12	15	18	24	27	30
τ_{03}	15	20	25	30	40	45	50

PASO 8) Verificaciones:

Una vez calculadas las tensiones de corte según lo establecido en las hojas anteriores, procedemos a realizar las verificaciones correspondientes con los siguientes parámetros:

Caso 1) No es necesaria Armadura de Corte si se cumple :

$$\tau_p \leq \gamma_1 \times \tau_{011}$$

Siempre es conveniente estar en este caso.

Caso 2) Es necesaria Armadura de Corte si se cumple :

$$\gamma_1 \times \tau_{011} < \tau_p \leq \gamma_2 \times \tau_{02}$$

En este caso para dimensionar la armadura se adopta el esfuerzo $Q_d : 0.75 Q_r$
La sección de armadura resultante A_{sc} es igual a:

$$A_{sc} = \frac{0,75 \cdot Q_d}{\beta_s / 1,75} = 1,31 \cdot \frac{Q_d}{\beta_s}$$

Caso 3) Es necesaria Redimensionar la base si ocurre :

$$\tau_p > \gamma_2 \times \tau_{02}$$

Ejemplo de tensión de comparación para hormigones H-17 / H-21 y Acero ADN-420 Con cuantía de armadura = 0.09 %

De la tabla de la hoja 4 extraemos la tensión límite de corte para H-17 $\tau_{011} = 4.50 \text{ kg/cm}^2$

$$\tau_p = \gamma_1 \cdot \tau_{011}$$
$$\gamma_1 = 1,30 \times 1,30 \times \sqrt{\mu} = 0,50 \quad (\text{habitualmente } \sqrt{\mu} = 0,30)$$

$$\tau_p = 4.50 \text{ kg/cm}^2 \times 0.50 = \mathbf{2.25 \text{ kg/cm}^2}$$
 para H-17 y cuantía en la zona dr : 0.09% aprox.

De la misma manera tendremos para H-21 $\tau_{011} = 5.00 \text{ kg/cm}^2$

$$\tau_p = 5.00 \text{ kg/cm}^2 \times 0.50 = \mathbf{2.50 \text{ kg/cm}^2}$$
 para H-21 y cuantía en la zona dr: 0.09% aprox.

Aumentando la sección de armadura en la zona **dr** se incrementa la tensión admisible.

Guía para los calculos

- 1) Calculo **hm** o **hm'**
- 2) Calculo **C**
- 3) Calculo **dk , dr , $\mu = (3.14 \times d R)$** .
- 4) Calculo esfuerzo de corte actuante **Qr**
- 5) Calculo esfuerzo de punzonado **τ_r**
- 6) Calculo de la tensión de comparación para armadura de corte **τ_1**
- 7) Calculo de la tensión de comparación límite de corte **τ_2**
- 8) Verificación para determinar en cual de los casos descriptos nos encontramos