

Programa de cálculo de Diques y muelles

E.T.S. Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

# Manual de ayuda

Jaime García Palacios

Ovidio Varela Carnero

Vicente Negro Valdecantos

Julio 2005

# 1. Transmisión de cargas desde el trasdós a la estructura

## 1.1. Introducción

La ROM 0.2-90 en la tabla 3.4.2.2.12 de la página 122 detalla la forma simplificada para transmitir cargas verticales actuantes en el trasdós de la estructura hasta la misma.

El criterio adoptado para aplicar esta tabla, de forma sistemática se detalla a continuación.

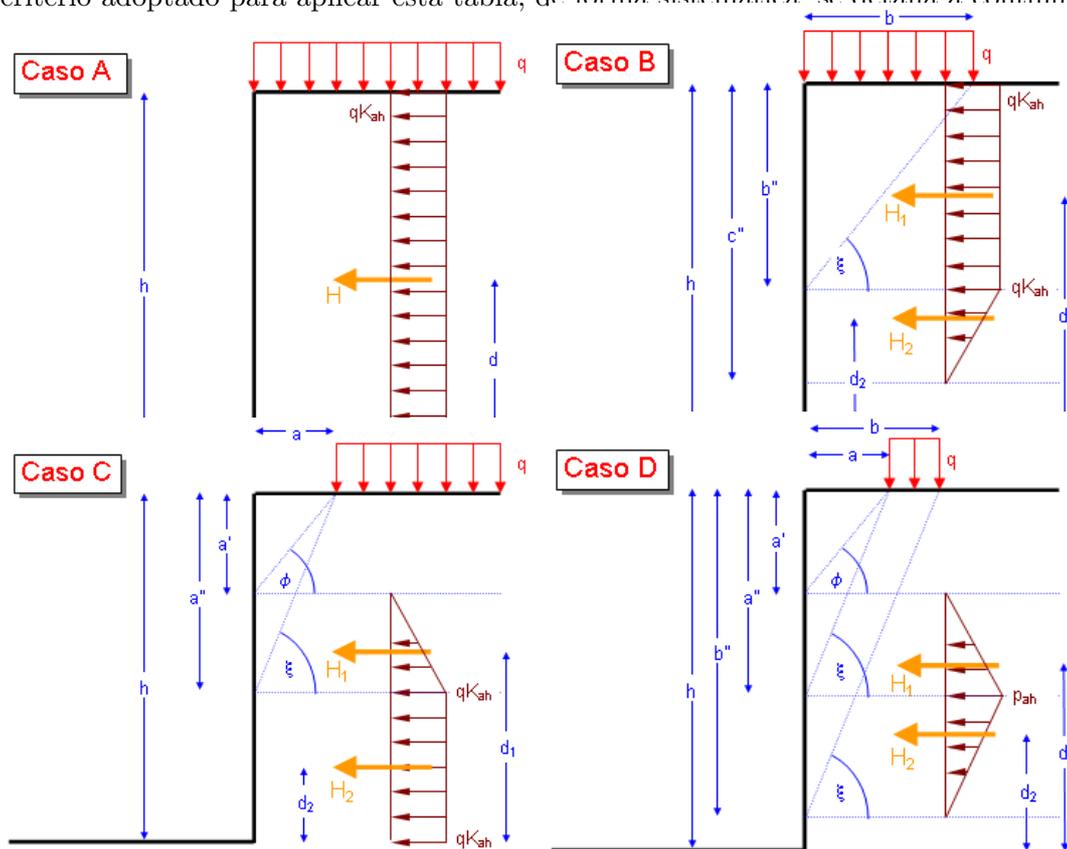


Figura 1: Forma de transmisión de las cargas sobre el trasdós a la estructura

- Se consideran los cuatro casos mostrados en la figura 1, de los que el A no es más que una extrapolación del B o el C
- Para distinguir más claramente entre ellos, se ha denominado siempre  $a$  a la distancia desde la línea de trasdós virtual al comienzo de la carga, y  $b$  a la distancia con el mismo origen y finalización de la carga.
- Se llama  $q$  a la carga vertical sobre el trasdós.
- No se considera el caso de cargas puntuales o cuchillo puntual de cargas descrito en la tabla 3.4.2.2.11 por ser irreal, ya que cualquier carga puede considerarse repartida en un área (ej: la pata de una grúa sobre carriles se repartirá en el ancho de cimentación del bloque de hormigón que embebe el carril).
- Se han utilizado las distancias auxiliares  $a' = a \tan \phi$ ,  $a'' = a \tan \xi$ ,  $b' = b \tan \phi$ ,  $b'' = b \tan \xi$ , siendo  $\phi$  el ángulo de rozamiento interno del terreno del trasdós y  $\xi$  el ángulo de rotura activo

de ese mismo terreno.

- Se ha denominado  $h$  a la distancia desde la cota de cimentación de la estructura hasta la coronación del trasdós.
- Con estas distancias se diferencian los casos mediante:
  - *Caso A*: si  $a = 0$  y  $b'' \geq h$
  - *Caso B*: si  $a = 0$  y  $b'' < h$
  - *Caso C*: si  $a \neq 0$  y  $b'' \geq h$
  - *Caso D*: si  $a \neq 0$  y  $b'' < h$

En cada una de las secciones siguientes se desarrolla el cálculo de la componente horizontal y el momento volcador de cada uno de estos casos.

La componente vertical y el momento estabilizador pueden obtenerse siempre a partir de las expresiones:

$$V = \frac{K_{av}}{K_{ah}} H \quad (1)$$

$$M_e = V A_c \quad (2)$$

siendo,  $A_c$  el ancho total de cimentación de la estructura, incluidas las zapatas.

## 2. Caso A ( $a = 0$ y $b'' \geq h$ )

Componente horizontal de la carga:

$$H = hqK_{ah} \quad (3)$$

Brazo de la carga respecto de la cota de cimentación de la estructura:

$$d = \frac{1}{2}h \quad (4)$$

Momento volcador:

$$M_v = Hd \quad (5)$$

## 3. Caso B ( $a = 0$ y $b'' < h$ )

Componente horizontal de la parte rectangular de la carga:

$$H_1 = b''qK_{ah} \quad (6)$$

Brazo de esta carga respecto de la cota de cimentación de la estructura:

$$d_1 = h - \frac{1}{2}b'' \quad (7)$$

Momento volcador producido por la parte rectangular de la carga:

$$M_{v1} = H_1 d_1 \quad (8)$$

Antes de calcular la parte triangular de la carga, es necesario comprobar si el triángulo es, o no, completo, dando lugar a los casos siguientes, en función de una nueva distancia  $c''$  definida como:

$$c'' = \frac{3}{2} b'' \quad (9)$$

1. Carga triangular completa ( $c'' \leq h$ ):

Componente horizontal de la parte triangular de la carga:

$$H_2 = b'' \frac{qK_{ah}}{4} \quad (10)$$

Brazo de esta carga respecto de la cota de cimentación de la estructura:

$$d_2 = h - \frac{7}{6} b'' \quad (11)$$

Momento volcador producido por la parte triangular de la carga:

$$M_{v2} = H_2 d_2 \quad (12)$$

2. Carga triangular cortada ( $c'' > h$ ): Componente horizontal de la parte trapezoidal de la carga:

$$H_2 = \frac{qK_{ah}}{2} \left[ 1 + \frac{c'' - h}{c'' - b''} \right] (h - b'') \quad (13)$$

Brazo de esta carga respecto de la cota de cimentación de la estructura:

$$d_2 = \frac{h - b''}{3} \frac{3c'' - 2b'' - h}{2c'' - b'' - h} \quad (14)$$

Momento volcador producido por la parte trapezoidal de la carga:

$$M_{v2} = H_2 d_2 \quad (15)$$

Finalmente, el valor del empuje horizontal, el momento volcador y el brazo respecto de la cota de cimentación resultan:

$$H = H_1 + H_2 \quad (16)$$

$$M_v = M_{v1} + M_{v2} \quad (17)$$

$$d = \frac{M_v}{H} \quad (18)$$

#### 4. Caso C ( $a \neq 0$ y $b'' \geq h$ )

Lo primero que hay que comprobar en este caso es si la carga afecta o no. Para ello

1. Carga que no afecta a la estructura ( $a' \geq h$ ): En este caso se devuelven valores nulos

$$H = 0 \quad (19)$$

$$M_v = 0 \quad (20)$$

$$d = 0 \quad (21)$$

2. Carga que afecta a la estructura ( $a' < h$ ) En este caso hay que hacer una nueva separación en función de si la carga triangular esta cortada o no:

- a) Carga triangular cortada ( $a'' \geq h$ )

Componente horizontal de la parte triangular de la carga:

$$H = \frac{qK_{ah}}{2} \frac{(h - a')^2}{a'' - a'} \quad (22)$$

Brazo de esta carga respecto de la cota de cimentación de la estructura:

$$d = \frac{1}{3}(h - a') \quad (23)$$

Momento volcador producido por la parte triangular de la carga:

$$M = Hd \quad (24)$$

- b) Carga triangular completa + carga rectangular ( $a < h$ )

Componente horizontal de la parte triangular de la carga:

$$H_1 = \frac{qK_{ah}}{2}(a'' - a') \quad (25)$$

Brazo de esta carga respecto de la cota de cimentación de la estructura:

$$d_1 = h - a'' + \frac{1}{3}(a'' - a') \quad (26)$$

Momento volcador producido por la parte triangular de la carga:

$$M_1 = H_1 d_1 \quad (27)$$

Componente horizontal de la parte rectangular de la carga:

$$H_2 = qK_{ah}(h - a'') \quad (28)$$

Brazo de esta carga respecto de la cota de cimentación de la estructura:

$$d_2 = \frac{h - a''}{2} \quad (29)$$

Momento volcador producido por la parte trapezoidal de la carga:

$$M_{v2} = H_2 d_2 \quad (30)$$

Finalmente, el valor del empuje horizontal, el momento volcador y el brazo respecto de la cota de cimentación resultan:

$$H = H_1 + H_2 \quad (31)$$

$$M_v = M_{v1} + M_{v2} \quad (32)$$

$$d = \frac{M_v}{H} \quad (33)$$

## 5. Caso D ( $a \neq 0$ y $b'' < h$ )

Este caso al comprobarse posteriormente a los anteriores implica que toda la zona de influencia de la carga sobre la línea de trasdós virtual queda comprendida en el altura de la estructura más la superestructura ( $h$ )

Primero se considera la tensión máxima dada por:

$$p_{ah} = \frac{2q(b-a) \operatorname{sen}(\xi - \phi) \cos \delta}{b'' - a' \cos(\xi - \phi - \delta)} \quad (34)$$

En función de esta tensión, se obtienen las cargas horizontales del triángulo superior, inferior y total respectivamente mediante:

$$H_1 = \frac{1}{2} p_{ah}(a'' - a') \quad H_2 = \frac{1}{2} p_{ah}(b'' - a'') \quad H = H_1 + H_2 \quad (35)$$

Los brazos de estas cargas respecto de la cota de cimentación de la estructura:

$$d_1 = h - a'' + \frac{1}{3}(a'' - a') \quad d_2 = h - a'' - \frac{1}{3}(b'' - a'') \quad (36)$$

Los momentos volcadores serán por tanto:

$$M_{v1} = H_1 d_1 \quad M_{v2} = H_2 d_2 \quad M_v = M_{v1} + M_{v2} \quad (37)$$

Finalmente, el brazo de la carga equivalente puede obtenerse con:

$$d = \frac{M_v}{H} \quad (38)$$