

ANEJO 5

DETERMINACIÓN DE LOS ASIENTOS INDUCIDOS POR LA VIBRACIÓN SÍSMICA EN ARENAS

A continuación se incluyen dos procedimientos, uno para arenas saturadas y otro para arenas no saturadas, que permiten calcular, en una primera aproximación, el asiento producido por la vibración sísmica.

A5.1 Arenas saturadas

Con carácter orientativo, se podrá estimar el asiento inducido por la vibración sísmica de acuerdo con el siguiente procedimiento, válido inicialmente para arenas limpias. En general, cabe esperar que para un mismo valor del índice $N_{1,60}$, los asientos en arenas con más de un 5 % de finos sean menores que los obtenidos de acuerdo con dicho procedimiento.

- Establecimiento del perfil geotécnico del terreno, que deberá quedar caracterizado al menos por la distribución en profundidad de los valores del índice $N_{1,60}$, cuya definición se incluye en el comentario al apartado 8.3.1
- Determinación de la tensión tangencial provocada por el terremoto τ_E , según el comentario al apartado 8.3.1
- Determinación de la presión vertical efectiva σ'_v sobre el plano horizontal a cada profundidad z
- Determinación del factor (τ_E/σ'_v) , cociente entre las tensiones anteriores, correspondiente a un terremoto de magnitud M
- Determinación del factor $K_{M,\varepsilon}$ en función de la magnitud del terremoto, que puede obtenerse de la tabla A.5.1. A falta de un estudio específico, la magnitud del terremoto de cálculo puede estimarse de forma aproximada de acuerdo con los valores que se indican en la tabla C.3.3.

Magnitud M	$K_{M,\varepsilon}$
5,25	0,40
6	0,57
6,75	0,76
7,5	1,00
8,5	1,38

Tabla A.5.1 Valor de $K_{M,\varepsilon}$, para arenas saturadas

- Determinación de la deformación vertical unitaria $\varepsilon_{c,M}$, correspondiente a un terremoto de magnitud M , en función del índice $N_{1,60}$ y del factor $(K_{M,\varepsilon} \cdot \tau_E/\sigma'_v)$, a partir de la figura A.5.1.

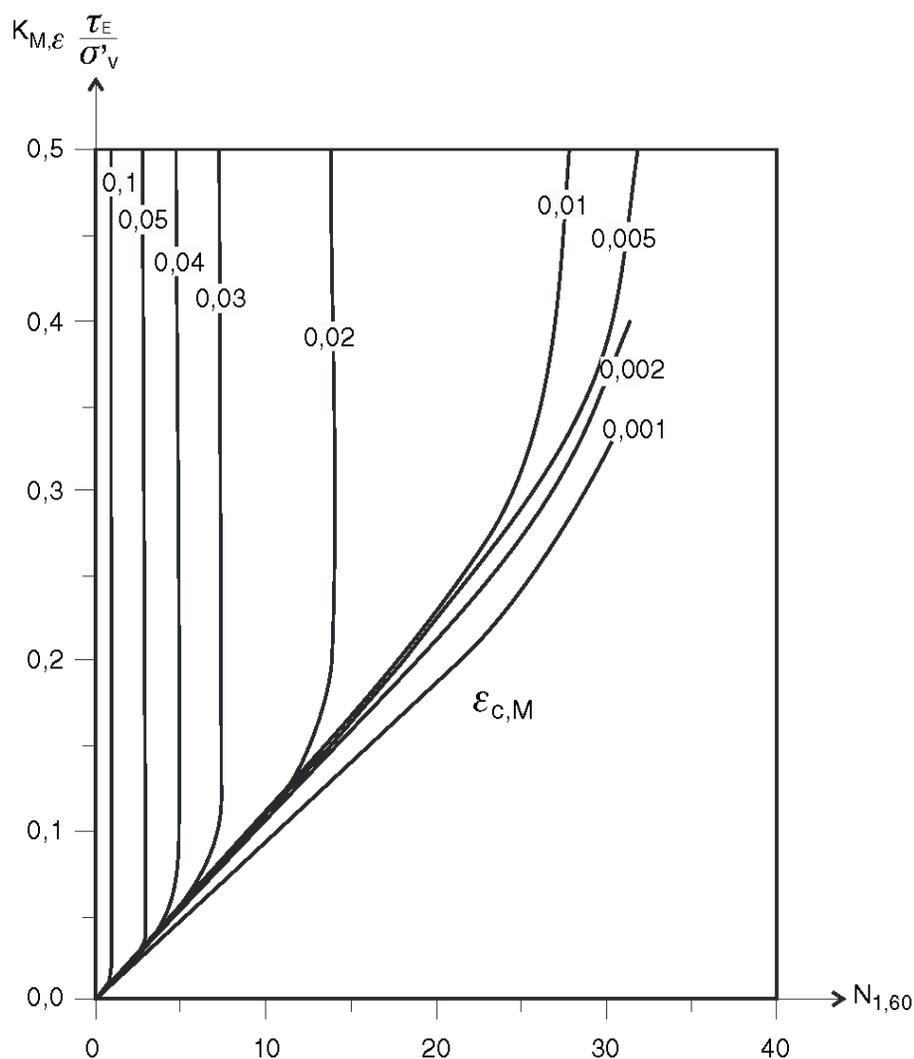


Figura A.5.1

- g) Obtención del asiento total, como suma de los correspondientes a los diferentes estratos, calculados como producto del espesor de cada estrato por su deformación vertical unitaria. Es decir:

$$s_{tot} = \sum_{j=1}^n \epsilon_{c,M} \cdot h_j$$

donde:

s_{tot}	asiento total
$\epsilon_{c,M}$	deformación vertical unitaria
h_j	espesor del estrato j-ésimo

A5.2 Arenas no saturadas

Con carácter orientativo, se podrá estimar el asiento inducido por la vibración sísmica en arenas no saturadas de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- a) Establecimiento del perfil geotécnico del terreno, que deberá quedar caracterizado al menos por la distribución en profundidad de los valores del índice de densidad I_D ó del índice $N_{1,60}$

Se entiende por índice de densidad de una arena I_D , la relación entre los índices de poros, o pesos específicos, que se indica en la expresión siguiente:

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}} = \frac{\gamma_{\max}}{\gamma} \frac{\gamma - \gamma_{\min}}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}$$

donde:

- I_D índice de densidad
- e índice de poros en el estado analizado
- γ peso específico de la arena en el estado analizado

Los pesos γ_{\max} y γ_{\min} pueden obtenerse conforme a lo especificado en UNE 103106 y UNE 103105, respectivamente.

- b) Determinación de la tensión tangencial provocada por el terremoto τ_E , según el comentario al apartado 8.3.1.
- c) Determinación del módulo de rigidez transversal del terreno para pequeñas deformaciones G_{\max} , según el comentario al apartado 8.2.3. Alternativamente, podrá obtenerse G_{\max} [kPa] a partir de la correlación siguiente, o de otras que el proyectista justifique convenientemente:

$$G_{\max} \text{ [kPa]} = 4400 (N_{1,60})^{1/3} (\sigma'_m \text{ [kPa]})^{1/2}$$

donde:

- $N_{1,60}$ índice definido en el comentario al apartado 8.3.1
- σ'_m presión media vertical efectiva sobre el plano horizontal a la profundidad z , expresada en [kPa]. Puede considerarse $\sigma'_m = 0,65 \sigma'_v$ siendo σ'_v la presión vertical efectiva sobre el plano horizontal a la profundidad z

- d) Determinación de la deformación angular unitaria γ_c , a partir de la figura A.5.2.

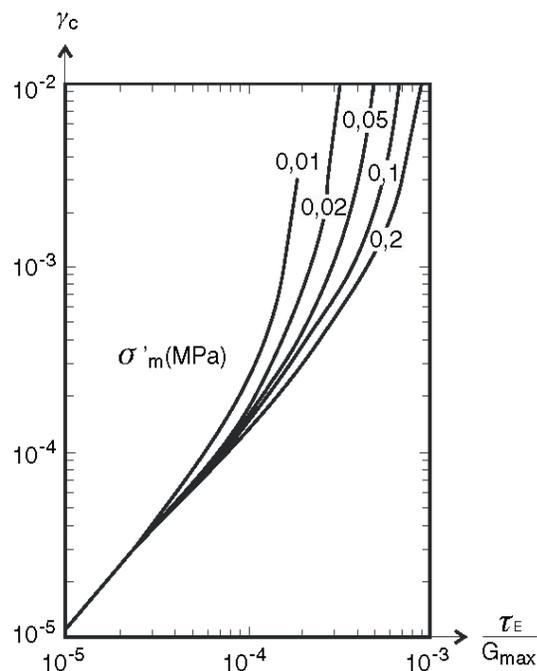


Figura A.5.2

- e) Determinación del valor de la deformación vertical unitaria $\varepsilon_{c,7,5}$ a partir de la deformación angular unitaria γ_c y el índice de densidad I_D ó el índice $N_{1,60}$, utilizando para ello la figura A.5.3, válida para un terremoto de magnitud $M = 7,5$.

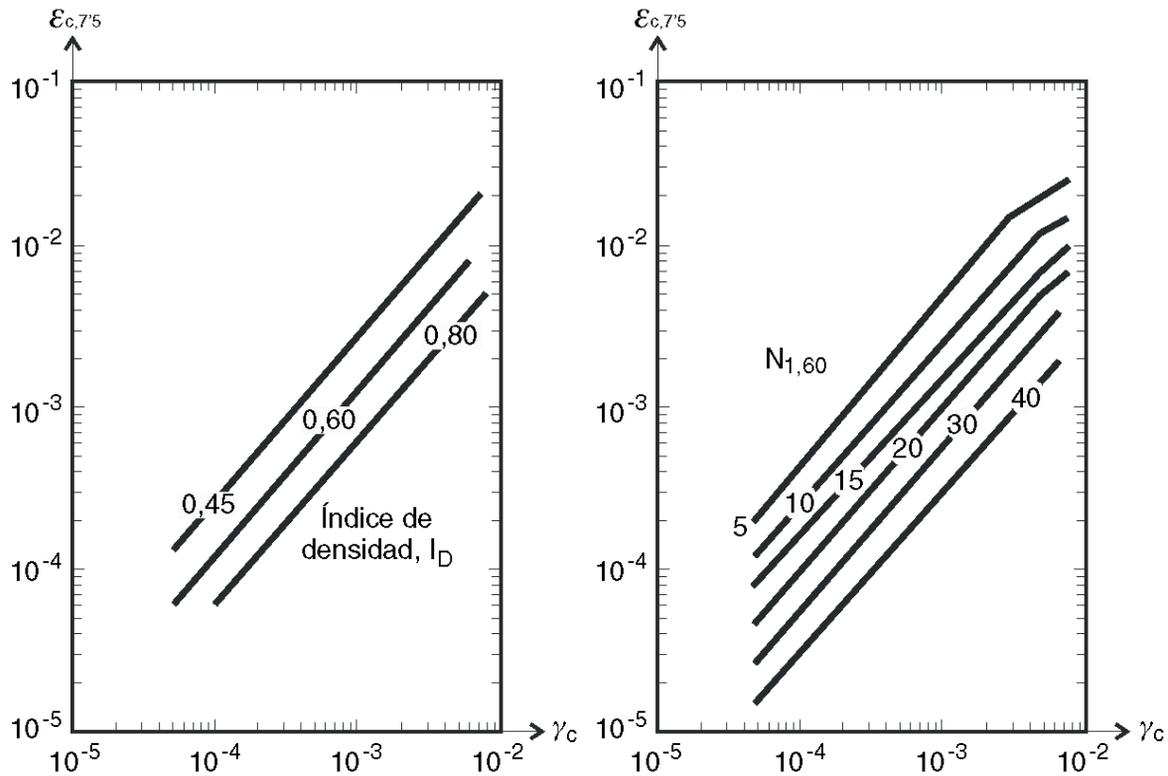


Figura A.5.3

- f) Corrección de la deformación vertical unitaria $\varepsilon_{c,7,5}$ obtenida de la figura A.5.3, de acuerdo con los siguientes criterios:
- Para magnitudes de terremoto diferentes de $M = 7,5$ deberá multiplicarse el valor de $\varepsilon_{c,7,5}$ por el factor incluido en la tabla A.5.2. A falta de un estudio específico, la magnitud del terremoto de cálculo puede estimarse de forma aproximada de acuerdo con los valores que se indican en la tabla C.3.3

Magnitud M	$\varepsilon_{c,M} / \varepsilon_{c,7,5}$
5,25	0,40
6	0,60
6,75	0,85
7,5	1,00
8,5	1,25

Tabla A.5.2 Relación, $\varepsilon_{c,M} / \varepsilon_{c,7,5}$ para arenas no saturadas

- En todos los casos, el valor obtenido deberá multiplicarse por 2, para tener en cuenta el efecto multidireccional de la vibración.

- g) Obtención del asiento inducido por la vibración sísmica, como suma de los asientos correspondientes a los diferentes estratos, calculados como producto del espesor de cada estrato por su deformación vertical unitaria, teniendo en cuenta el efecto multidireccional de la vibración. Es decir:

$$s_{tot} = \sum_{j=1}^n 2\varepsilon_{c,M} \cdot h_j$$

donde:

s_{tot} asiento total
 $\varepsilon_{c,M}$ deformación vertical unitaria
 h_j espesor del estrato j-ésimo