ANEJO

NORMA DE CONSTRUCCIÓN SISMORRESISTENTE: PUENTES (NCSP-07)

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto

Dentro del marco establecido por la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación, esta Parte de la Norma contiene los criterios específicos que han de tenerse en cuenta dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto de los puentes de carretera y de ferrocarril.

1.2 Ámbito de aplicación y consideraciones previas

Esta norma es de aplicación a aquellos puentes en que las acciones horizontales son resistidas básicamente por los estribos o mediante flexión de las pilas, es decir, puentes formados por tableros que se sustentan en pilas verticales o casi verticales. Es también de aplicación al proyecto sísmico de puentes en arco o atirantados, aunque este tipo de puentes no está tratado en toda su extensión.

No están incluidos en el ámbito de aplicación de esta Norma los puentes colgantes, móviles o flotantes. Tampoco lo están aquellos puentes proyectados con configuraciones extremas, ni los puentes constituidos por materiales distintos del acero y el hormigón.

En los casos excluidos, deben adoptarse métodos suficientemente conservadores basados principalmente en principios de proyecto según capacidad, con objeto de cubrir las peculiaridades de cada caso y evitar la aparición de modos de rotura frágil.

El proyectista podrá adoptar, bajo su responsabilidad, criterios distintos a los que se establecen en esta Norma, siempre que el nivel de seguridad y de servicio de la construcción no sea inferior al aquí fijado, debiéndolo reflejar en el proyecto.

No podrá efectuarse ninguna modificación estructural en los puentes durante su construcción ni durante su vida en servicio si no se justifica adecuadamente y se efectúan las comprobaciones pertinentes. Debido a la naturaleza particular de la respuesta sísmica de las estructuras, esta consideración es de aplicación incluso al caso de las modificaciones que den lugar a un incremento de la resistencia estructural de algún elemento.

La consecución de los objetivos de esta Norma está condicionada por la realización de una ejecución y conservación adecuadas.

1.3 Referencias normativas

El presente documento constituye la Parte 2 de la Norma de Construcción Sismorresistente. Su contenido es, por tanto, coherente con las prescripciones de índole general incluidas en la Parte general y edificación. En esta Parte de puentes, se han reproducido los artículos o apartados de la Parte general que son necesarios para la aplicación del resto del documento, los cuales quedarán automáticamente modificados cuando así lo sean en la Parte general.

Además, esta Parte contiene referencias a otros documentos normativos del ámbito de los puentes, bien relativos a la definición de las acciones, o bien relativos a los criterios de cálculo específicos de cada material.

1.4 Contenido

Este documento está organizado en ocho capítulos y seis anejos, cuyo contenido se indica a continuación.

En el capítulo 2, se establecen los requisitos fundamentales que deben cumplir los puentes bajo la acción del sismo y se plantean los conceptos básicos que se van a desarrollar en el resto del documento, especialmente en lo que se refiere a los diferentes tipos de comportamiento estructural durante el sismo y a las exigencias que corresponden a cada tipo de comportamiento.

El capítulo 3 trata de la caracterización de la acción sísmica, haciendo hincapié en los aspectos específicos del tratamiento de esta acción en el caso de obras de desarrollo lineal.

En el capítulo 4, se describen los distintos métodos de cálculo para evaluar los efectos de la acción sísmica en los puentes, especificándose las condiciones de aplicación de cada uno de ellos.

El capítulo 5 establece la metodología de la comprobación de la capacidad resistente de las secciones y elementos estructurales, que será diferente en función de determinados criterios de proyecto que deben ser adoptados en la fase conceptual del proyecto sísmico del puente. La adopción de esos criterios lleva aparejado también un conjunto de requisitos en cuanto a dimensiones y disposición de armaduras, que es el objeto del capítulo 6, y otras verificaciones relativas a movimientos en juntas, longitudes de entrega, comportamiento de apoyos y conectores sísmicos, etc., recogidas en el capítulo 7.

Por último, el capítulo 8 contiene una serie de consideraciones y criterios geotécnicos y estructurales sobre los elementos de cimentación y los estribos.

El documento consta también de varios anejos en los que se desarrollan aspectos específicos complementarios del articulado.

2 BASES DE PROYECTO

2.1 Requisitos fundamentales

Los criterios recogidos en la presente Norma tienen como objetivo lograr que los puentes situados en zona sísmica cumplan los requisitos siguientes, cada uno con un grado de fiabilidad aceptable:

A) *Ausencia de colapso para el sismo último de cálculo.* El puente soportará el sismo último de cálculo, definido en el apartado 2.2.2, sin que se produzca colapso, local o global. Es decir, después de que ocurra un evento sísmico de estas características, el puente mantendrá su configuración y una capacidad resistente residual suficiente para permitir el tráfico de emergencia, aunque los daños producidos podrán ser importantes en determinadas partes de la estructura.

En los puentes cuyo procedimiento constructivo suponga cambios significativos del esquema estructural respecto del correspondiente a la situación de servicio, o cuando el periodo de construcción sea superior a un año, el requisito de ausencia de colapso debe cumplirse bajo la acción de un sismo de construcción, definido en el apartado 2.2.5, para las situaciones constructivas que se consideren críticas.

B) *Limitación del daño para el sismo frecuente de cálculo.* La acción sísmica denominada sismo frecuente de cálculo, definida en el apartado 2.2.4, podrá causar únicamente daños menores y no será necesario acometer reparaciones inmediatas ni restringir el tráfico sobre el puente después de un terremoto de esas características.

2.2 Definiciones

2.2.1 Sismo básico

En esta Norma se denomina sismo básico a un sismo de baja probabilidad de ocurrencia, que corresponde a un periodo de retorno de 500 años.

2.2.2 Sismo último de cálculo

Se denomina sismo último de cálculo, al que resulta de multiplicar la acción del sismo básico por el factor de importancia γ_I, cuyo valor se indica en el apartado 2.3.

2.2.3 Sismo frecuente

En esta Norma, se denomina sismo frecuente a un sismo de alta probabilidad de ocurrencia, que corresponde a un periodo de retorno de 100 años.

2.2.4 Sismo frecuente de cálculo

Se denomina sismo frecuente de cálculo, al resultado de multiplicar la acción del sismo frecuente por el factor de importancia γ_I, cuyo valor se indica en el apartado 2.3.

2.2.5 Sismo de construcción

Cuando se considere necesario tener en cuenta la acción sísmica durante la construcción, se tomará el sismo correspondiente a un periodo de retorno no menor de cinco veces la duración de la etapa constructiva.

2.3 Clasificación de los puentes según su importancia

Los puentes se clasificarán por su importancia en función de los daños que pueda ocasionar su destrucción.

Para el factor de importancia se adoptarán los valores siguientes:

Importancia del puente	γ_I
Normal	1,0
Especial	1,3

Tabla 2.1 Factor de importancia

En caso de que un puente sea clasificado como de importancia moderada, la autoridad competente deberá especificar además el valor del factor de importancia correspondiente.

Si debido a la gestión de emergencias un puente fuera considerado de singular importancia, podría adoptarse para el factor γ_I un valor superior al indicado en la tabla 2.1.

Durante la etapa constructiva, para todos los puentes se considerará, salvo justificación especial, un factor de importancia de valor $\gamma_I = 1,0$.

2.4 Situación sísmica de cálculo

Teniendo en cuenta que la acción sísmica se considera accidental, las situaciones de cálculo en que aparece involucrada esta acción son situaciones accidentales.

La combinación de acciones a considerar para el estudio de la situación sísmica que se puede presentar a lo largo de la vida útil de los puentes es la siguiente:

$$\sum_{i\geq 1} \gamma_{G,i} \cdot G_{k,i} + \sum_{j\geq 1} \gamma_{G^*j} \cdot G^*_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{2,1} \cdot Q_{k,1} + \gamma_A \cdot A_E \qquad (2.1)$$

donde:

$\gamma_{G,i}$, $\gamma_{G^*,j}$, $\gamma_{Q,1}$, γ_A : Coeficientes parciales de seguridad para las acciones

$G_{k,i}$: Valor característico de las acciones permanentes

$G^*_{k,j}$: Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante

$\psi_{2,1}\ Q_{k,1}$: Valor casi-permanente de la sobrecarga de uso. A efectos de la aplicación de esta Norma, en los puentes de baja o media intensidad de tráfico y en las pasarelas peatonales, se podrá tomar $\psi_{2,1} = 0$

A_E : Valor de la acción sísmica que sea pertinente según la comprobación que se vaya a realizar (sismo último de cálculo, sismo frecuente de cálculo o sismo durante la construcción), según el capítulo 3.

No se combinará la acción sísmica con la acción del viento ni de la nieve.

2.5 Tipos de comportamiento estructural

Con el objeto de satisfacer los requisitos fundamentales establecidos en el apartado 2.1, los puentes deben proyectarse para que su comportamiento sea uno de los indicados a continuación, en función de la acción sísmica considerada.

El tipo de comportamiento del puente se asegurará mediante el cumplimiento de las exigencias que se indican en el apartado 2.6.

— *Bajo la acción del sismo último de cálculo*

Los puentes podrán proyectarse para que su comportamiento bajo la acción del sismo último de cálculo sea dúctil, de ductilidad limitada o esencialmente elástico.

— *Bajo la acción del sismo frecuente de cálculo*

El comportamiento de los puentes bajo la acción del sismo frecuente de cálculo deberá ser elástico.

— *Bajo la acción del sismo durante la construcción*

El comportamiento de los puentes durante su construcción, sometidos a la acción del sismo definido en el apartado 2.2.5, podrá ser dúctil, de ductilidad limitada o esencialmente elástico.

2.6 Exigencias para cada tipo de comportamiento

2.6.1 Comportamiento dúctil

En los puentes con comportamiento dúctil, se supone que la disipación de energía se produce por la formación de rótulas plásticas, cuya ductilidad es suficiente y compatible con los efectos de la acción sísmica considerados.

Los puentes para los que se desea un comportamiento dúctil se proyectarán, en general, de forma que las rótulas plásticas aparezcan en las pilas. Aunque no es necesario que las rótulas se formen en todas las pilas, el óptimo comportamiento sísmico post-elástico de un puente se consigue cuando las rótulas plásticas se forman simultáneamente en la mayor cantidad posible de pilas.

El tablero debe permanecer dentro del rango elástico. Únicamente se permitirá la formación de rótulas plásticas en las losas de continuidad entre vanos isostáticos de vigas prefabricadas.

Cuando algún elemento de sustentación del tablero (pila o estribo) esté conectado al mismo mediante apoyos elastoméricos o deslizantes, deberá permanecer dentro del rango elástico.

Para asegurar un comportamiento dúctil bajo la acción del sismo último de cálculo o del sismo de construcción, además de cumplirse las reglas constructivas recogidas en el capítulo 6, es necesario que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

— *Condición de resistencia*

Debe comprobarse que las rótulas plásticas disponen de una resistencia adecuada, tanto a flexión como a cortante, y que el resto de las zonas de la estructura, fuera de las rótulas plásticas, disponen también de resistencias adecuadas, todo ello de acuerdo con los criterios de proyecto por capacidad definidos en el capítulo 5.

Deben tenerse en cuenta los efectos de segundo orden inducidos en las pilas, como consecuencia de los desplazamientos globales de la estructura.

— *Condición de desplazamientos*

Debe comprobarse, siguiendo las indicaciones del capítulo 7, que la longitud de entrega en apoyos es suficiente para evitar descalces y que la anchura de juntas es suficiente para evitar el martilleo entre elementos estructurales.

— *Condición de ductilidad*

Debe garantizarse una ductilidad local adecuada en las zonas en las que se admita la formación de rótulas plásticas. En general, podrá considerarse que se cumple la condición de ductilidad, si se adoptan los criterios definidos en los capítulos 5 y 6.

2.6.2 Comportamiento con ductilidad limitada

En los puentes con comportamiento de ductilidad limitada, se supone que se alcanza un determinado nivel de plastificación que, sin ser significativo, da lugar a una cierta disipación de energía.

Para asegurar este tipo de comportamiento, bajo la acción del sismo último de cálculo o del sismo de construcción, además de cumplirse las reglas constructivas recogidas en el capítulo 6, deben cumplirse las condiciones indicadas a continuación.

— *Condición de resistencia*

Debe comprobarse que todas las secciones y elementos estructurales tienen una resistencia adecuada, de acuerdo con los mismos criterios que los utilizados para situaciones persistentes (no sísmicas), establecidos en las Instrucciones o disposiciones específicas para cada material, sin que sea necesario tener en cuenta criterios de proyecto por capacidad.

— *Condición de desplazamientos*

Debe comprobarse, siguiendo las indicaciones del capítulo 7, que la longitud de entrega en apoyos es suficiente para evitar descalces y que la anchura de juntas es suficiente para evitar el martilleo entre elementos estructurales.

— *Condición de ductilidad*

En las zonas donde se prevea la formación de rótulas plásticas, deberán adoptarse los detalles constructivos indicados en el capítulo 6.

2.6.3 Comportamiento esencialmente elástico

En los puentes con comportamiento esencialmente elástico, se supone que no se produce disipación de energía por la formación de rótulas plásticas y, por tanto, los efectos de la acción sísmica no se reducen como en los casos descritos en los apartados 2.6.1 y 2.6.2.

Para asegurar este tipo de comportamiento, bajo la acción del sismo último de cálculo o del sismo de construcción, deben cumplirse las condiciones recogidas a continuación.

— *Condición de resistencia*

Debe comprobarse que todas las secciones y elementos estructurales tienen una resistencia adecuada, de acuerdo con los mismos criterios que los utilizados para situaciones persistentes (no sísmicas).

— *Condición de desplazamientos*

Debe comprobarse, siguiendo las indicaciones del capítulo 7, que la longitud de entrega en apoyos es suficiente para evitar descalces y que la anchura de juntas es suficiente para evitar el martilleo entre elementos estructurales.

— *Condición de ductilidad*

Para este tipo de comportamiento, no es necesario hacer ninguna comprobación específica de ductilidad ni adoptar ningún tipo de detalle constructivo específico.

2.6.4 Comportamiento elástico

Este comportamiento se exige a todos los puentes bajo la acción del sismo frecuente de cálculo. Se puede considerar que queda asegurado, sin necesidad de comprobaciones adicionales, cuando el puente ha sido proyectado para tener un comportamiento esencialmente elástico o de ductilidad limitada bajo la acción del sismo último de cálculo. Si, para esta acción, se ha previsto un comportamiento dúctil, será necesario efectuar las comprobaciones indicadas a continuación para la combinación de acciones correspondiente al sismo frecuente de cálculo.

— *Condición de plastificaciones*

Debe comprobarse que en ninguna sección se alcanza el límite elástico del acero ni se producen pérdidas de recubrimiento de las armaduras.

— *Condición de desplazamientos*

Debe tenerse en cuenta que en esta situación se supone que el puente queda abierto al tráfico después del sismo, por lo que es necesario comprobar que las juntas de calzada permiten los desplazamientos máximos y mínimos calculados teniendo en cuenta la acción sísmica.

2.7 Algunos criterios conceptuales de proyecto

En general, las estructuras con tablero continuo funcionan, en condiciones de solicitación sísmica, mejor que los puentes con muchas juntas.

En puentes en los que se admita comportamiento dúctil, las rótulas plásticas deberán formarse en las pilas. Sólo con carácter excepcional se admitirá la formación de rótulas plásticas en los tableros.

Es conveniente que las zonas en las que se haya previsto la formación de rótulas plásticas sean accesibles para su reparación. La falta de accesibilidad se considerará en el cálculo según se indica en el apartado 4.2.2.1.

Debe procurarse que las rótulas plásticas se produzcan de forma simultánea ya que, en caso contrario, se incrementa la demanda de ductilidad local en las que se forman primero. Ello es difícil en puentes de tablero continuo en los que la rigidez transversal de los estribos o las pilas cortas es muy alta frente a otras pilas más esbeltas. En estos casos debe considerarse la posibilidad de apoyos deslizantes o elastoméricos que minimicen la participación de las pilas cortas u otros elementos rígidos, en el proceso de reparto de la carga.

Para puentes muy largos, el uso de juntas de tablero puede ser obligado cuando la traza transcurra a lo largo de formaciones heterogéneas de suelo y sea inadecuado absorber los movimientos inducidos a costa de esfuerzos en la estructura.

Los aparatos de apoyo deben estar accesibles para su reparación o sustitución después del sismo.

En algunos casos, puede plantearse la conveniencia de sustituir un comportamiento dúctil basado en el desarrollo de rótulas plásticas por el aislamiento del tablero o la utilización de elementos amortiguadores especiales. La utilización de este tipo de sistemas está permitida por esta Norma siempre que para su proyecto se efectúen las comprobaciones, teóricas y experimentales, necesarias para garantizar un comportamiento adecuado, de acuerdo con el estado actual del conocimiento.

2.8 Consideración de la acción sísmica

No será necesaria la consideración de las acciones sísmicas cuando la aceleración sísmica horizontal básica del emplazamiento a_b definida en el apartado 3.4 cumpla:

$$a_b < 0{,}04\ g \qquad (2.2a)$$

donde g es la aceleración de la gravedad.

Tampoco será necesaria la consideración de las acciones sísmicas en las situaciones en que la aceleración sísmica horizontal de cálculo a_c definida en el apartado 3.4 cumpla:

$$a_c < 0{,}04\ g \qquad (2.2b)$$

3 ACCIÓN SÍSMICA

3.1 Introducción

Los principales efectos de los terremotos en los puentes provienen del movimiento vibratorio que el terreno de apoyo transmite a la estructura a través de su cimentación. Este movimiento es el único que se considera en este capítulo.

Los terremotos pueden dar lugar también a otros efectos, como desplazamientos permanentes entre los diferentes apoyos causados por licuacción, movimientos de ladera, subsidencia, rupturas del terreno por fallas activas, colapso en cavidades, densificación, etc, que podrían suponer importantes daños en la estructura. El emplazamiento de los puentes debe, en general, estar libre de este tipo de riesgos. Cuando se considere posible la aparición de estos fenómenos, deberán ser objeto de estudios específicos que los cuantifiquen, de forma que en el proyecto se analice a su vez, la posibilidad de adoptar medidas adecuadas para eliminar o minimizar los daños asociados.

3.2 Caracterización del terreno

Los movimientos del suelo provocados por un terremoto están influidos por el tipo de terreno. Por ello, es necesario llevar a cabo las investigaciones necesarias para identificar el tipo de terreno de acuerdo con las indicaciones recogidas a continuación.

En esta Norma, los terrenos se clasifican en los siguientes tipos:

- Terreno tipo I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s > 750$ m/s

- Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelo granular denso o cohesivo duro. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750 \text{ m/s} \geq v_s > 400$ m/s

- Terreno tipo III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $400 \text{ m/s} \geq v_s > 200$ m/s

- Terreno tipo IV: Suelo granular suelto, o suelo cohesivo blando. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $v_s \leq 200$ m/s

A cada uno de estos tipos de terreno se le asigna un valor del coeficiente C, coeficiente del terreno, que aparece en la tabla 3.1.

Tipo de terreno	Coeficiente C
I	1,0
II	1,3
III	1,6
IV	2,0

Tabla 3.1 Coeficientes del terreno

Este coeficiente participa en la definición del espectro elástico de respuesta tal como se indica en los apartados 3.4 y 3.5.

El coeficiente C correspondiente a un emplazamiento concreto, dependerá de las características de los primeros 30 metros bajo la superficie. Para obtener su valor, se determinarán los espesores e_1, e_2, e_3, y e_4 de los tipos terreno I, II, III y IV, respectivamente, existentes en esos primeros 30 m. Se adoptará como valor de C, el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i, en metros (m), mediante la expresión:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30} \qquad (3.1)$$

El coeficiente C depende de los espesores y rigideces de las capas de suelo superficial existentes en cada punto, por lo que podrá ser diferente en cada uno de los apoyos del puente. Cuando esto ocurra, se tendrá en cuenta su repercusión en el espectro de respuesta, según las indicaciones recogidas en el apartado 3.5.1.2.

3.3 Caracterización del movimiento sísmico

Para aplicar los procedimientos de cálculo del capítulo 4, los sismos de proyecto se caracterizarán, en general, mediante su espectro de respuesta elástica. La máxima aceleración sísmica del terreno, se utilizará como un valor de referencia para formar el espectro.

En el apartado 3.4 se define la aceleración sísmica horizontal de cálculo, con la cual se establece el espectro de respuesta, en la forma indicada en el apartado 3.5, tanto para el sismo último de cálculo como para el sismo frecuente de cálculo y el de construcción.

Para definir el movimiento sísmico, es necesario cuantificar las componentes del movimiento en dirección horizontal y en dirección vertical. La acción sísmica horizontal se describe mediante dos componentes, en dirección longitudinal y transversal al puente, consideradas como independientes y representadas mediante el mismo espectro de respuesta. El espectro correspondiente a la componente vertical podrá obtenerse simplificadamente a partir del horizontal de acuerdo con las indicaciones recogidas en el apartado 3.5.1.1.

Se deberá considerar la actuación conjunta de las componentes en las diferentes direcciones, siguiendo los criterios recogidos en el capítulo 4.

En los puentes cuyos estribos y pilas se apoyen sobre terrenos con diferencias significativas en sus características, se podrá definir la acción sísmica mediante un espectro de respuesta representativo del conjunto, según las indicaciones del apartado 3.5.1.3. En algunos casos, cuando concurra alguna de las circunstancias indicadas en el apartado 3.8, no será suficiente con esto y será necesario considerar un modelo de la acción sísmica que tenga en cuenta la variabilidad espacial.

Adicionalmente, el movimiento sísmico puede caracterizarse mediante conjuntos de acelerogramas horizontales y verticales compatibles con los espectros de respuesta citados, de acuerdo con las indicaciones del apartado 3.7.

3.4 Aceleración sísmica horizontal de cálculo

La aceleración sísmica horizontal de cálculo se define como el producto:

$$a_c = S \ \rho \ a_b \qquad (3.2)$$

a_b Aceleración sísmica básica, según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, cuyo mapa sísmico se reproduce en la figura 3.1 y cuyo listado por términos municipales se recoge en el Anejo 1.

Es el valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un período de retorno de 500 años.

ρ Coeficiente adimensional de riesgo, obtenido como producto de dos factores: $\rho=\gamma_I \cdot \gamma_{II}$

γ_I Factor de importancia, función de la importancia del puente, cuyo valor figura en el apartado 2.3.

γ_{II} Factor modificador para considerar un periodo de retorno diferente de 500 años. El producto $\rho\, a_b$ representa la aceleración sísmica horizontal correspondiente a un periodo de retorno P_R. El valor de esa aceleración puede deducirse de un estudio probabilista de la peligrosidad sísmica en el emplazamiento del puente. A falta de este estudio, de forma aproximada puede suponerse:

$$\gamma_{II} = (P_R / 500)^{0,4} \qquad (3.3)$$

S Coeficiente de amplificación del terreno. Toma el valor:

Para $\rho\, a_b \leq 0,1$ g $\qquad S = \dfrac{C}{1,25}$ (3.4a)

Para $0,1\ g < \rho\, a_b < 0,4$ g $\qquad S = \dfrac{C}{1,25} + 3,33\left(\rho \dfrac{a_b}{g} - 0,1\right)\left(1 - \dfrac{C}{1,25}\right)$ (3.4b)

Para $0,4\ g \leq \rho\, a_b$ $\qquad S = 1,0$ (3.4c)

C Coeficiente del terreno definido en el apartado 3.2

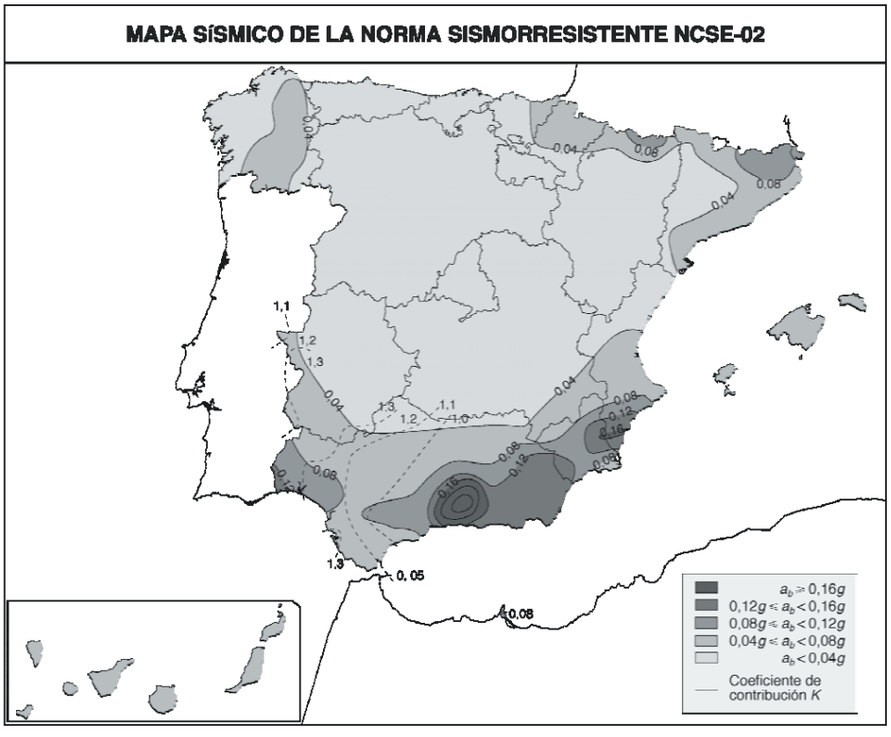


Figura 3.1 Mapa de peligrosidad sísmica (según NCSE-02)

3.5 Espectros de respuesta elástica

3.5.1 Espectros de aceleraciones

3.5.1.1 Componentes horizontales

Para las componentes horizontales de la acción sísmica, se considerará el siguiente espectro de respuesta elástica de aceleraciones $S_a(T)$, correspondiente a un oscilador lineal simple.

$$0 \le T \le T_A: \qquad S_a(T) = \left[1 + \frac{T}{T_A}(2{,}5\,\nu - 1)\right] a_c \tag{3.5a}$$

$$T_A \le T \le T_B: \qquad S_a(T) = 2{,}5\,\nu\, a_c \tag{3.5b}$$

$$T_B \le T \le T_C: \qquad S_a(T) = 2{,}5\,\nu\,\frac{T_B}{T}\, a_c \tag{3.5c}$$

$$T_C \le T: \qquad S_a(T) = 2{,}5\,\nu\,\frac{T_B\, T_C}{T^2}\, a_c \tag{3.5d}$$

siendo:

a_c aceleración sísmica de cálculo definida en el apartado 3.4

ν factor corrector dependiente del amortiguamiento equivalente de la estructura, que puede obtenerse mediante la expresión:

$$\nu = (5/\zeta)^{0,4} \ge 0{,}55 \qquad \text{válida para } \zeta > 1\% \tag{3.6}$$

ζ es el índice de amortiguamiento, en porcentaje, cuyo valor figura en el apartado 4.2.3.3 para cada tipo de sismo y de estructura.

T_A, T_B, T_C valores del periodo que delimitan el espectro. Estos valores, que dependen del tipo de sismo de cálculo y del tipo de terreno de cimentación del puente, se obtienen de las expresiones indicadas en la tabla 3.2.

Sismo último de cálculo	Sismo frecuente de cálculo Sismo de construcción
$T_A = K\ C / 10$ $T_B = K\ C / 2{,}5$ $T_C = K\ (2 + C)$	$T_A = K\ C / 20$ $T_B = K\ C / 5$ $T_C = K\ (1 + 0{,}5\ C)$

Tabla 3.2 Valores del periodo que delimitan el espectro (en segundos)

K coeficiente de contribución, que se indica en la figura 3.1 y en el Anejo 1

C coeficiente de terreno que se define en el apartado 3.2.

En la figura 3.2 se muestra la forma del espectro de aceleraciones.

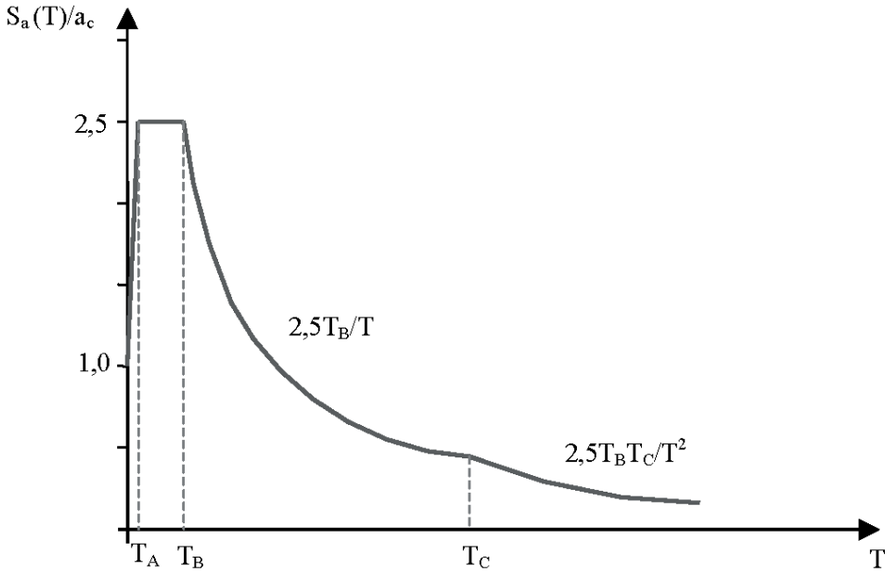


Figura 3.2 Forma del espectro de respuesta de aceleraciones para un índice de amortiguamiento $\zeta = 5\%$

En aquellos casos especiales en que el valor de C sea mayor que 1,8, el espectro de respuesta definido con las reglas anteriores puede no ser aplicable a las construcciones con período fundamental mayor de T_B. En este caso, para $T > T_B$ se tomará $S_a(T) = 2,5 \nu a_c$, a menos que se determine un espectro de respuesta específico del emplazamiento, cuyas ordenadas en ningún caso serán menores que las que se obtendrían con las expresiones (3.5) (ver apartado 8.2.3).

3.5.1.2 Componente vertical

A falta de estudios más detallados, el espectro correspondiente a la componente vertical podrá obtenerse simplificadamente a partir del horizontal multiplicado por un factor igual a 0,7.

3.5.1.3 Espectro promedio del emplazamiento

En el caso de que las cimentaciones de una misma estructura se encuentren sobre terrenos con características diferentes, siempre que la diferencia entre los valores máximo y mínimo del coeficiente C sea menor de 0,4, se podrá considerar como espectro representativo del emplazamiento el que resulta de considerar un coeficiente C igual a la media ponderada de los valores correspondientes a cada apoyo, según la siguiente expresión:

$$C = \sum_k \frac{R_k}{\sum_j R_j} C_k \qquad (3.7)$$

donde:

R_k reacción en la base de la pila k cuando el tablero, considerado rígido, se somete a un desplazamiento unidad

$\sum_j R_j$ suma de las reacciones en todos los apoyos, obtenidas como se indica en el párrafo anterior

C_k coeficiente C correspondiente a las condiciones de la cimentación del apoyo k

De forma simplificada, y a falta de una estimación de los valores de R_k contenidos en la expresión anterior, se podrá adoptar como espectro representativo del emplazamiento, la envolvente de los espectros correspondientes a cada cimentación.

Cuando la diferencia entre el valor máximo y el mínimo del coeficiente C sea mayor de 0,4, se adoptará como espectro representativo del emplazamiento, la envolvente de los correspondientes a cada cimentación.

3.5.2 Espectro de desplazamientos

El espectro de respuesta elástica de desplazamientos, S_d, puede obtenerse del de aceleraciones, S_a, mediante la expresión:

$$S_d(T) = S_a(T)\left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \quad (3.8)$$

Para periodos suficientemente mayores que T_C podrán considerarse, previa justificación, valores menores que los que se deducen a partir de la expresión (3.5d), pero nunca menores que el desplazamiento sísmico de la superficie del terreno d_c definido en el apartado 3.6.

3.6 Velocidad y desplazamiento máximos del terreno

La velocidad y el desplazamiento horizontales máximos de la superficie del terreno pueden estimarse por medio de las siguientes expresiones:

$$v_c = 0{,}2\ T_B\ a_c \quad (3.9a)$$

$$d_c = 0{,}025\ T_B\ T_C\ a_c \quad (3.9b)$$

donde a_c es la aceleración sísmica horizontal de cálculo, definida en el apartado 3.4, y T_B y T_C son los periodos del espectro de respuesta que se definen en el apartado 3.5.1.

3.7 Acelerogramas

Los acelerogramas deberán ser elegidos entre los registrados, o generados artificialmente, de forma que se ajusten al espectro de respuesta elástica para un amortiguamiento del 5%, definido en el apartado 3.5.1. Deberán, además, tener una duración representativa del movimiento esperable en cada caso.

Cuando el cálculo sísmico se realice utilizando acelerogramas, debido a su variabilidad, será necesario calcular la estructura con diferentes conjuntos de acelerogramas. En general, serán necesarios pares coherentes de acelerogramas horizontales y, cuando sea preciso considerar la componente vertical del sismo, tríos coherentes formados por dos acelerogramas horizontales y uno vertical.

Los acelerogramas generados pertenecientes al mismo conjunto (par de dos acelerogramas horizontales o trío de dos horizontales y uno vertical) deberán ser estadísticamente independientes.

3.8 Variabilidad espacial

En determinadas circunstancias, los movimientos sísmicos en los distintos apoyos del puente pueden ser lo suficientemente diferentes como para que este hecho requiera una consideración especial.

Será necesario considerar la variabilidad espacial en la caracterización de la acción sísmica cuando se presente alguna de las circunstancias siguientes:

- Rasgos topográficos muy acusados
- Puentes de gran longitud

El tratamiento de la variabilidad espacial de la acción sísmica será objeto de un estudio especial.

4 CÁLCULO

4.1 Métodos de cálculo

Esta Norma recoge el *cálculo modal espectral* como método de cálculo tipo para evaluar el efecto de la acción sísmica sobre los puentes. Este método consiste en un cálculo elástico de las respuestas dinámicas máximas para todos los modos significativos de la estructura, usando las ordenadas del espectro de respuesta y combinando estadísticamente las contribuciones modales (apartado 4.2). Este tipo de cálculo debe efectuarse en todos los casos y constituirá la referencia básica para el proyecto del puente.

La evolución en el tiempo de la respuesta no lineal de la estructura podrá estudiarse por cualquier procedimiento que permita analizar los efectos de segundo orden y el comportamiento no lineal de los materiales. En particular, podrá utilizarse el método de integración directa paso a paso, usando los acelerogramas de cálculo, teniendo en cuenta los efectos de las acciones gravitatorias y casi-permanentes concurrentes con el sismo (apartado 4.3). Este *método dinámico no lineal en el tiempo* podrá utilizarse cuando se considere necesario profundizar en el comportamiento post-elástico de la estructura y siempre tras un cálculo modal espectral de referencia.

Será necesario profundizar en el comportamiento post-elástico de la estructura, para comprobar las condiciones de ductilidad adoptadas simplificadamente en el cálculo modal espectral, cuando se proyecte con comportamiento dúctil un puente irregular, con el sentido indicado para este término en el apartado 4.2.2.

En estos casos, como alternativa al método dinámico no lineal en el tiempo, se podrá utilizar el *método del empuje incremental*. Es un método estático no lineal en el que se analiza la estructura sometida a las cargas gravitatorias de valor constante y a cargas horizontales, monótonamente crecientes, que representan una componente de la acción sísmica (apartado 4.4). En este método deben tenerse en cuenta la no linealidad mecánica debida al material y la no linealidad geométrica debida a los efectos de segundo orden. Este procedimiento se utilizará en casos especiales como los indicados en el párrafo anterior y únicamente como complemento del cálculo modal espectral para confirmar las hipótesis adoptadas en el mismo.

El estudio de la evolución en el tiempo estará especialmente indicado cuando esté prevista la colocación en el puente de dispositivos cuyo comportamiento sea no lineal, como amortiguadores, disipadores de energía, dispositivos de aislamiento sísmico, etc. También en ese caso, se efectuará en primer lugar un cálculo modal espectral, considerando para esos elementos unas propiedades lineales equivalentes.

4.2 Cálculo modal espectral

4.2.1 Acción sísmica

Para la aplicación del método de cálculo modal espectral, la acción sísmica se representará mediante los espectros de respuesta elástica definidos en el apartado 3.5.

El cálculo del puente puede efectuarse considerando separadamente las componentes longitudinal, transversal y vertical de la acción sísmica. Los efectos correspondientes a cada componente se combinarán de acuerdo con las indicaciones del apartado 4.2.4.3.

En general, no será necesario tener en cuenta los efectos de la componente vertical de la acción sísmica sobre las pilas, salvo en el caso de tipologías en que los esfuerzos inducidos por esta componente puedan ser comparables a los generados por el sismo horizontal (pilas inclinadas y arcos).

En el caso de tableros de hormigón pretensado, será necesario tener en cuenta la componente vertical ascendente de la acción sísmica.

También será necesario evaluar los efectos de la componente vertical sobre todos los apoyos y elementos de unión.

En aquellos casos en que se establezca, de acuerdo con el capítulo 2, que la estructura va a tener un comportamiento dúctil o de ductilidad limitada bajo la acción del sismo último de cálculo, se utilizará un espectro de respuesta reducido de acuerdo con la siguiente expresión:

$$S_{a,r}(T) = \frac{1}{q} S_a(T) \qquad (4.1)$$

donde:

$S_{a,r}(T)$	espectro de respuesta reducido o espectro de cálculo
$S_a(T)$	espectro de respuesta elástica correspondiente al sismo último de cálculo
q	factor de comportamiento, según el apartado 4.2.2

Cuando se estudie la respuesta de la estructura bajo la acción del sismo frecuente, el espectro de cálculo será siempre el espectro de respuesta elástica.

4.2.2 Factor de comportamiento

El factor de comportamiento se define globalmente para toda la estructura y es un índice de su ductilidad.

Para el cálculo en la dirección vertical, debe tomarse siempre un factor de comportamiento de valor q = 1,0.

Para cada componente horizontal de la acción sísmica, debe determinarse un factor de comportamiento q, cuyos valores, en general, serán diferentes. Para determinar el factor de comportamiento en cada dirección horizontal, se tendrán en cuenta los valores máximos que figuran en la tabla 4.1, así como las limitaciones a esos valores recogidas en los apartados 4.2.2.1 y 4.2.2.2.

El valor máximo que se puede adoptar para el factor de comportamiento está estrechamente relacionado con la regularidad de la estructura. A efectos de la aplicación de esta Norma, se considerará que un puente es regular, en relación con el comportamiento dúctil, cuando las rótulas plásticas aparezcan prácticamente de forma simultánea en la mayoría de las pilas (ver apartado 4.2.2.2).

Si un puente se proyecta para que se comporte con ductilidad limitada, los valores del factor de comportamiento que figuran en el apartado 4.2.2.1 son aplicables con independencia de la regularidad o irregularidad de la estructura.

4.2.2.1 Factor de comportamiento en puentes regulares

Los valores máximos del factor comportamiento q, aplicables a cada componente horizontal de la acción sísmica, se especifican en la tabla 4.1, en función del tipo de elemento en el que se van a producir las plastificaciones y en función del tipo de comportamiento deseado para la estructura (dúctil o con ductilidad limitada).

Si un puente dispone de distintos tipos de elementos dúctiles, debe tomarse como factor q el correspondiente al grupo que más contribuya a la resistencia sísmica.

TIPO DE ELEMENTO DÚCTIL	Tipo de comportamiento	
	Ductilidad limitada	Dúctil
Pilas de hormigón armado:		
Pilas verticales trabajando a flexión (1)	1,5	3,5 $\lambda(\alpha_S)$
Pilas inclinadas trabajando a flexión	1,2	2,1 $\lambda(\alpha_S)$
Pilas de acero		
Pilas verticales trabajando a flexión	1,5	3,5
Pilas inclinadas trabajando a flexión	1,2	2,0
Pilas con arriostramientos centrados	1,5	2,5
Pilas con arriostramientos descentrados (2)	-	3,5
Estribos rígidamente unidos al tablero		
En general	1,5	1,5
Marcos encajados en el terreno	1,0	1,0
Arcos	1,2	2,0

(1) $\alpha_S = L / h$ es el índice de cortante de la pila, siendo L la distancia desde la rótula plástica hasta el punto de momento nulo y h el canto de la sección transversal

Si $\alpha_S \geq 3$ $\quad \lambda(\alpha_S) = 1$

Si $1 \leq \alpha_S < 3$ $\quad \lambda(\alpha_S) = \sqrt{\frac{\alpha_S}{3}}$

(2) Esta tipología estructural sólo está indicada cuando se desee un tipo de comportamiento dúctil

Tabla 4.1 Factor de comportamiento en puentes regulares

Con independencia del tipo de elemento, cuando la mayor parte de la acción sísmica sea transmitida a través de apoyos elastoméricos, se tomará para el factor de comportamiento un valor q = 1.

Cuando los elementos dúctiles sean de hormigón armado, los valores indicados en la tabla 4.1 sólo son válidos si el axil reducido η_k es inferior a 0,30.

$$\eta_k = \frac{N_{Ed}}{A_c f_{ck}} \qquad (4.2)$$

donde:

N_{Ed} axil en la rótula plástica correspondiente a la combinación sísmica
A_c área de la sección transversal
f_{ck} resistencia característica del hormigón

Si $0,3 < \eta_k \leq 0,6$ debe tomarse un factor de comportamiento máximo q_r de valor reducido:

$$q_r = q - \left(\frac{\eta_k}{0,3} - 1\right)(q-1) \geq 1 \qquad (4.3)$$

Si $\eta_k > 0,6$ se tomará $q_r = 1,0$, lo que equivale a considerar un comportamiento elástico.

Los valores del factor q dados en la tabla 4.1 para estructuras con comportamiento dúctil pueden utilizarse sólo si las rótulas plásticas previstas están ubicadas en zonas en las que sea posible llevar a cabo su inspección y reparación. En caso contrario, deben multiplicarse por un factor reductor de valor 0,6.

Las estructuras cuya masa siga esencialmente el movimiento horizontal del suelo, es decir, aquéllas que no sufren una amplificación significativa respecto a la aceleración horizontal del suelo, deben calcularse utilizando la aceleración sísmica horizontal de cálculo y un factor de comportamiento de valor q = 1. Estas estructuras se caracterizan por tener un valor muy bajo del período natural en la dirección horizontal considerada ($T \leq 0,03$ s). Los estribos conectados con el tablero mediante un elemento flexible pertenecen, en general, a este tipo de estructuras (ver apartado 8.5.2.1).

4.2.2.2 Factor de comportamiento en puentes irregulares

Una forma de estimar cuantitativamente la irregularidad de un puente para el que se prevea un comportamiento dúctil es comparar entre sí las demandas de ductilidad en las pilas. Para ello, será necesario previamente dimensionar las pilas considerando que el puente es regular y seguir después el procedimiento indicado a continuación:

a) Para cada pila *i* se calcula, en la zona donde se prevé la formación de la rótula, el factor reductor local r_i:

$$r_i = \frac{M_{Ed,i}}{M_{Rd,i}} q \qquad (4.4)$$

donde:

q	factor de comportamiento global, según el apartado 4.2.2.1
$M_{Ed,i}$	valor de cálculo del momento flector correspondiente a la combinación sísmica, obtenido a partir del espectro de respuesta reducido
$M_{Rd,i}$	valor de cálculo del momento resistente

En la estimación de los factores r_i se puede prescindir de algunas pilas si la suma de su contribución en la resistencia del cortante sísmico total, inducido en la dirección considerada, es menor del 20% del mismo.

b) A partir de los valores extremos de r_i obtenidos en el paso anterior, se define el índice siguiente:

$$p = \frac{r_{max}}{r_{min}} \qquad (4.5)$$

c) Se considera que un puente tiene un comportamiento irregular, en la dirección considerada, cuando:

$$p > 2 \qquad (4.6)$$

Si, como resultado del proceso anterior, el puente resulta irregular en la dirección considerada, se aplicará el método del empuje incremental siguiendo las indicaciones del apartado 4.4 o bien se repetirá el cálculo modal espectral con un factor de comportamiento reducido q_r, tal como se define a continuación:

$$q_r = \frac{2}{p} q \geq q_{dl} \qquad (4.7)$$

siendo q_{dl} el factor de comportamiento correspondiente al caso de ductilidad limitada, cuyos valores figuran en la tabla 4.1.

4.2.3 Modelo estructural

El modelo estructural del puente se definirá discretizando la estructura con un número suficiente de grados de libertad para representar adecuadamente las distribuciones de masa, rigidez y amortiguamiento.

El modelo debe ser capaz de reproducir los modos de vibración más importantes de la estructura que puedan ser activados por la acción sísmica. También debe permitir los modos locales, como la vibración de pilas entre arco y tablero.

4.2.3.1 Masa

En el modelo de cálculo, se considerará la participación de las masas correspondientes a las acciones que están presentes en la combinación sísmica definida en el apartado 2.4.

Cuando existan pilas sumergidas, debe considerarse la masa de agua añadida por arrastre en el movimiento horizontal.

La masa debe concentrarse en puntos que posean los grados de libertad de desplazamiento pertinentes. Estos puntos deben ser seleccionados en número y posición suficientes para que no se produzcan pérdidas de la masa total movilizada por el sismo. Además, la masa debe distribuirse de la forma más fiel posible a su posición real, teniendo en cuenta los posibles modos de vibración, globales y locales.

4.2.3.2 Rigidez

Para determinar las características de rigidez a flexión en el modelo de cálculo, se considerará la sección bruta de los elementos.

Los apoyos elastoméricos normales se modelizan mediante elementos elásticos lineales, con capacidad de deformación por cortante y, en caso oportuno, por compresión. Se tendrá en cuenta lo indicado respecto a las características de los apoyos en los apartados 7.3 y 7.6.

En general, es conveniente tener en cuenta los efectos de la interacción dinámica entre terreno y estructura, incluyendo en el modelo el terreno circundante. La consideración de estos efectos es necesaria en los casos de estructuras rígidas apoyadas sobre suelos blandos.

La flexibilidad del terreno en los apoyos podrá simularse mediante sistemas de muelles. En aquellos casos en que sea difícil estimar unos valores fiables de las propiedades mecánicas del suelo, el análisis se llevará a cabo

utilizando los valores máximos y mínimos estimados. Para el cálculo de esfuerzos, se utilizará el valor máximo de la rigidez del suelo y, para el cálculo de desplazamientos, se utilizará el valor mínimo.

4.2.3.3 Amortiguamiento

Como valor del índice de amortiguamiento de la estructura, se tomará el que corresponda según la tabla 4.2, salvo que se justifique adecuadamente otro valor.

Tipo de estructura	Bajo la acción del sismo frecuente de cálculo	Bajo la acción del sismo último de cálculo
Puentes de acero Puentes de hormigón pretensado Puentes mixtos	2	4
Puentes de hormigón armado	3	5

Tabla 4.2 Valores recomendados para el índice de amortiguamiento ζ (en porcentaje)

Para los apoyos elastoméricos normales se supondrá un índice de amortiguamiento igual al del resto de la estructura.

Cuando se tengan en cuenta los efectos de la interacción dinámica entre terreno y estructura, se incluirá el amortiguamiento del terreno de cimentación, que tiene dos componentes: el amortiguamiento interno, debido al comportamiento friccional e histerético y el amortiguamiento de radiación, debido a la pérdida de energía en las ondas radiadas hacia el infinito desde las interfases con la cimentación.

4.2.4 Procedimiento de cálculo

A partir de las ordenadas del espectro de respuesta reducido, definido en el apartado 4.2.1, y utilizando el modelo de la estructura establecido según el apartado 4.2.3, se determinará mediante un cálculo elástico, de acuerdo con las leyes de la mecánica y con los principios del cálculo de estructuras, la respuesta dinámica máxima de la estructura para todos los modos de vibración significativos. La respuesta global de la estructura se obtendrá mediante una combinación estadística de las contribuciones modales máximas.

4.2.4.1 Modos significativos

Deberán considerarse en el cálculo todos aquellos modos cuya contribución a la respuesta estructural sea significativa.

Si M es la masa total del puente y M_i la masa correspondiente a un modo de vibración, se considerará que la condición anterior se cumple si la suma de las masas modales movilizadas, correspondientes a los modos considerados $(\sum M_i)_c$, alcanza al menos el 90% de la masa total M.

$$(\sum M_i)_c / M \geq 0{,}90 \qquad (4.8)$$

Si, excepcionalmente, una vez considerados todos los modos en que $T \geq 0{,}033s$, no se alcanza el porcentaje de masa indicado en el párrafo anterior, el número de modos considerados podrá considerarse aceptable siempre que se cumpla la condición siguiente:

$$(\sum M_i)_c / M \geq 0{,}7 \tag{4.9}$$

y, en ese caso, los valores finales de los efectos de la acción sísmica se multiplicarán por el factor α definido en la expresión (4.10).

$$\alpha = \frac{41 - 30\eta}{14} \tag{4.10}$$

donde:

$$\eta = \frac{(\sum M_i)_c}{M} \tag{4.11}$$

4.2.4.2 Combinación de respuestas modales

Una vez efectuados los cálculos modales, el valor máximo E del efecto de la acción sísmica (esfuerzos, desplazamientos, etc) se obtendrá, en general, mediante la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los efectos modales E_i.

$$E = \sqrt{\sum E_i^2} \tag{4.12}$$

El valor E del efecto de la acción sísmica se considerará actuando en los dos sentidos.

Cuando dos modos tengan períodos naturales muy próximos, la regla anterior queda del lado de la inseguridad y deben aplicarse reglas de combinación más precisas. Se considerará que los períodos $T_j \leq T_i$ son muy próximos cuando la relación $\rho = T_j / T_i$ supera el valor $0{,}1/(0{,}1+\zeta)$, donde ζ es el índice de amortiguamiento, expresado en tanto por uno.

4.2.4.3 Combinación de componentes de la acción sísmica

El valor máximo del efecto de las acciones E debido a la actuación simultánea de la acción sísmica en las direcciones horizontales X e Y, y en la dirección vertical Z, puede estimarse a partir de los efectos máximos E_x, E_y y E_z, debidos a las componentes independientes de la acción sísmica según cada eje, de acuerdo con la regla cuadrática:

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2} \tag{4.13}$$

Alternativamente, se puede utilizar como acción sísmica de proyecto A_{Ed} la peor de las combinaciones siguientes:

$$A_{Ex} \cup 0'30\ A_{Ey} \cup 0'30\ A_{Ez} \tag{4.14a}$$
$$0'30\ A_{Ex} \cup A_{Ey} \cup 0'30\ A_{Ez} \tag{4.14b}$$
$$0'30\ A_{Ex} \cup 0'30\ A_{Ey} \cup A_{Ez} \tag{4.14c}$$

donde A_{Ex}, A_{Ey} y A_{Ez} son las acciones en las tres direcciones citadas, teniendo en cuenta las consideraciones hechas en el apartado 4.2.1 para la componente vertical.

4.2.4.4 Corrección de desplazamientos en puentes con comportamiento dúctil

En estructuras con comportamiento dúctil o de ductilidad limitada, los desplazamientos d_E^e obtenidos del cálculo modal espectral con el espectro reducido se multiplicarán por la ductilidad en desplazamientos μ para obtener los desplazamientos sísmicos de cálculo d_E:

$$d_E = \pm\mu \cdot d_E^e \tag{4.15}$$

El valor de μ depende de la zona del espectro en que se encuentre el periodo fundamental T de la estructura en la dirección considerada:

$$\text{si } T \geq 1{,}25\ T_B \qquad \mu = q \tag{4.16}$$

$$\text{si } T < 1{,}25\ T_B \qquad \mu = (q-1)\frac{1{,}25T_B}{T} + 1 \leq 5q - 4 \tag{4.17}$$

donde:

- q factor de comportamiento considerado en el cálculo de los desplazamientos d_E^e
- T_B valor del periodo que figura en la definición del espectro de respuesta elástica, según el apartado 3.5.1.1

4.3 Cálculo dinámico no lineal en el tiempo

4.3.1 Acción sísmica

Para la realización de este tipo de cálculos, la acción sísmica estará caracterizada por acelerogramas, actuando de forma simultánea, de acuerdo con las indicaciones que, en cuanto a número y características de los mismos, figuran en el apartado 3.7. Se tendrán en cuenta los efectos de las acciones gravitatorias y de otras acciones casi-permanentes concurrentes con la acción sísmica.

4.3.2 Modelo estructural

El modelo estructural debe tener en cuenta las necesidades del tipo de cálculo que se realiza. Además de cumplir lo dicho en el apartado 4.2.3, la discretización del modelo permitirá representar adecuadamente el comportamiento post-elástico de los materiales (ver Anejo 3 y Anejo 4) y los efectos de segundo orden.

Se admite el uso de un amortiguamiento tipo Rayleigh en la banda de frecuencias de interés. El índice de amortiguamiento no incluirá el amortiguamiento histerético inherente al comportamiento no lineal del material si éste ya está tenido en cuenta en el propio modelo.

En estructuras que dispongan de equipos de amortiguamiento se tendrán en cuenta las características no lineales de tales equipos, de acuerdo con la información facilitada por el fabricante.

4.3.3 Procedimiento de cálculo y verificación

Se efectuará una integración directa paso a paso en el tiempo, utilizando al menos tres pares de acelerogramas horizontales independientes.

Como resultado final de los cálculos estructurales, se tomará el valor medio de los resultados máximos correspondientes a cada conjunto (pares o tríos) de acelerogramas, multiplicado por el siguiente coeficiente:

$$c_N = 1 + \frac{0{,}352}{\sqrt{N}} \tag{4.18}$$

donde N es el número de conjuntos de acelerogramas utilizados.

No es necesario verificar los distintos elementos estructurales a flexocompresión, puesto que tal verificación es inherente al cálculo no lineal. Sin embargo, sí debe verificarse que en el tablero no se producen plastificaciones significativas.

Sí es necesario, sin embargo, verificar todos los elementos frente a modos de fallo no dúctiles, como el cortante, así como el fallo del terreno de cimentación. Para ello, se tomará como esfuerzos solicitantes el valor máximo de las respuestas estructurales para el conjunto de los acelerogramas utilizados.

Cuando este método se utilice para comprobar las condiciones de ductilidad adoptadas en el cálculo modal espectral, será necesario verificar que la demanda de deformación es inferior a la capacidad de deformación de las rótulas plásticas. Esta verificación podrá efectuarse en términos de rotaciones:

$$\theta_{p,E} \leq \frac{\theta_{p,u}}{\gamma_R} \tag{4.19}$$

donde:

$\theta_{p,E}$ rotación total de la rótula plástica resultado del cálculo no lineal
$\theta_{p,u}$ capacidad de rotación de la rótula obtenida de la curvatura última
γ_R factor de seguridad

4.4 Cálculo estático no lineal. Método del empuje incremental

La aplicación de este procedimiento consiste en efectuar un cálculo estático de la estructura sometida a unas fuerzas horizontales progresivamente crecientes, que representan el efecto de la componente horizontal de la acción sísmica, y al resto de las acciones que participan en la combinación sísmica (ver capítulo 2) con su valor constante. En el cálculo se tendrá en cuenta la no linealidad mecánica de los materiales y la no linealidad geométrica debida a los efectos de segundo orden.

Este método, que puede ser aplicado a la estructura completa del puente o a elementos del mismo, debe ser empleado únicamente como complemento del cálculo modal espectral en los casos indicados en el apartado 4.1. Los objetivos perseguidos con su aplicación son los siguientes:

- Estimación de la secuencia de formación y distribución final de las rótulas plásticas.
- Estimación de la redistribución de esfuerzos subsiguiente a la formación de rótulas.
- Determinación de la curva carga-desplazamiento de la estructura y determinación de las demandas de deformación local en las rótulas plásticas hasta llegar al desplazamiento máximo provocado por la acción sísmica.

4.4.1 Acción sísmica

En este método, la acción sísmica se representa mediante un sistema de cargas horizontales que producen una deformación homotética a la del modo fundamental de vibración en la dirección estudiada.

Estas cargas se aplican de forma incremental hasta que se alcanza un desplazamiento límite, verificando que no se produce la rotura de ninguna sección o elemento estructural del puente o pérdida de equilibrio.

4.4.2 Modelo estructural

El modelo del puente debe ser adecuado para el análisis no lineal que se aborda. Deberá cuidarse especialmente la discretización, que debe ser compatible con las hipótesis adoptadas de comportamiento de los materiales que constituyen la estructura y el procedimiento empleado para tener en cuenta la no linealidad geométrica.

En particular, si se trata de estructuras o elementos de hormigón estructural, debe estar adecuadamente representado el comportamiento no lineal del hormigón confinado en compresión y el comportamiento no lineal de los aceros activos o pasivos que constituyen la armadura (ver ecuaciones constitutivas definidas en el Anejo 3).

Para elementos o estructuras metálicas, se debe representar el comportamiento no lineal del acero en tracción, del acero en compresión, los efectos específicos derivados de los problemas de abolladura de chapas delgadas, etc.

En el caso de elementos mixtos, se debe representar el comportamiento no lineal de los materiales constitutivos, acero y hormigón, tal como se indica en los párrafos anteriores.

En todos los casos, se utilizarán leyes constitutivas para los materiales con valores medios de la resistencia.

4.4.3 Procedimiento de cálculo y verificación

El método del empuje incremental debe aplicarse en dos direcciones horizontales:

- En la dirección longitudinal, definida por el centro de las dos secciones extremas del tablero.
- En la dirección transversal, ortogonal a la anterior.

En cada dirección, el incremento de carga se llevará a cabo de forma progresiva hasta que en el centro de gravedad del tablero se alcance un desplazamiento límite de valor igual al desplazamiento resultante del cálculo modal espectral, en la dirección estudiada, realizado tomando un valor del factor de comportamiento q = 1, para la peor de las siguientes combinaciones de las componentes de la acción sísmica: $A_{Ex} \cup 0'30\ A_{Ey}$ o bien $0'30\ A_{Ex} \cup A_{Ey}$.

Los incrementos de carga horizontal Δf_i aplicados en cada escalón sobre cada nudo i del modelo deben ser proporcionales al peso G_i de la parte de la estructura correspondiente a ese nudo y a una función de forma Ψ_i:

$$\Delta f_i = \Delta f\ G_i\ \Psi_i \qquad (4.20)$$

donde Ψ_i es proporcional al desplazamiento del nudo i en la dirección estudiada correspondiente al modo de vibración que tenga el mayor factor de participación en esa dirección.

Para la función de forma en las pilas empotradas, se podrá utilizar alternativamente la siguiente aproximación:

$$\Psi_i = \Psi_T \frac{z_i}{z_p} \qquad (4.21)$$

siendo:

Ψ_T valor de la función de forma en el nudo de unión entre tablero y pila

z_i altura del nudo i respecto a la cimentación del pilar

z_p altura del pilar

En cada dirección, se considerará que se alcanza la deformación última del puente cuando, en alguna de las rótulas, la rotación producida por la carga arriba definida iguala su capacidad de rotación, según la expresión (4.19). Si, en esta situación, el desplazamiento del centro de gravedad del tablero es menor que el desplazamiento límite establecido para la dirección estudiada, se considerará que el dimensionamiento es insatisfactorio y será necesario reconsiderar las hipótesis de partida.

En un puente recto, el desplazamiento longitudinal de las cabezas de pila cuando están empotradas en el tablero coincide con el desplazamiento del centro de gravedad del mismo. Es este caso, las demandas de rotación en las rótulas pueden estimarse directamente a partir del desplazamiento límite.

Una vez alcanzado el desplazamiento límite y después de comprobar que no se ha superado la capacidad de rotación de las rótulas plásticas, será necesario verificar las condiciones siguientes:

- No se han producido plastificaciones significativas en el tablero.
- No se han producido levantamientos por líneas de apoyo.
- No se han producido fallos de tipo no dúctil.

5 COMPROBACIONES RESISTENTES

5.1 Introducción

Las comprobaciones que es necesario efectuar para verificar el comportamiento estructural de un puente en situación sísmica son diferentes según cuál sea el comportamiento estructural previsto para el mismo en el proyecto (dúctil, de ductilidad limitada o esencialmente elástico).

Para que se cumpla el requisito fundamental de *ausencia de colapso* establecido en el capítulo 2, se deberán efectuar las comprobaciones indicadas en la tabla 5.1, según el tipo de comportamiento, bajo la acción del sismo último de cálculo y, en su caso, del sismo de construcción. En el caso de puentes proyectados con comportamiento dúctil, si se trata de puentes irregulares, será necesario efectuar una comprobación adicional, siguiendo las indicaciones que a este respecto figuran en el capítulo 4.

El requisito fundamental de *limitación de daño*, que debe verificarse bajo la acción del sismo frecuente de cálculo, podrá considerarse cumplido sin necesidad de efectuar comprobaciones adicionales si, para el sismo último de cálculo, el comportamiento del puente es esencialmente elástico o de ductilidad limitada. Si para el sismo último de cálculo el puente tiene un comportamiento dúctil, será necesario efectuar las comprobaciones indicadas en la tabla 5.1 para el sismo frecuente de cálculo.

En el presente capítulo, se establece la metodología y las condiciones de la comprobación de la capacidad resistente de las secciones y elementos estructurales, cuya respuesta haya sido analizada mediante cálculo modal espectral o algún método lineal equivalente. Si el método de cálculo empleado es no lineal, se seguirá el procedimiento de verificación establecido en los apartados 4.3 ó 4.4.

Como se indica en la tabla 5.1, los detalles específicos de los distintos elementos estructurales o partes de la estructura, necesarios para asegurar el comportamiento deseado, están definidos en el capítulo 6. Las comprobaciones relativas a longitudes de entrega de tableros, anchura de juntas y comprobación de apoyos están especificadas en el capítulo 7.

Acción	Comportamiento	Comprobaciones	Referencia
Sismo último de cálculo Sismo durante la construcción *(sólo en caso necesario)*	Dúctil	ELU según criterios de proyecto por capacidad	Apartado 5.3.1
		Comprobación de nudos contiguos a las rótulas	Apartado 5.3.1
		Detalles específicos en zonas de rótulas plásticas	Capítulo 6
		Longitudes de entrega y anchura de juntas	Apartado 7.2
		Estudio del comportamiento post-elástico *(sólo en puentes irregulares)*	Capítulo 4
	Ductilidad limitada	ELU según Instrucciones de materiales	Apartado 5.3.2
		Detalles específicos en zonas de rótulas plásticas	Capítulo 6
		Longitudes de entrega y anchura de juntas	Apartado 7.2
	Esencialmente elástico	ELU según Instrucciones de materiales	Apartado 5.3.3
		Longitudes de entrega y anchura de juntas	Apartado 7.2
Sismo frecuente de cálculo *(sólo si, bajo el sismo último de cálculo, el comportamiento es dúctil)*	Elástico	Condición de ausencia de plastificaciones	Apartado 5.4
		Movimiento de juntas	Apartado 7.1

Tabla 5.1 Comprobaciones estructurales

5.2 Materiales a utilizar en puentes de zonas sísmicas

Para puentes en zonas sísmicas, con independencia del tipo de comportamiento que se adopte, se utilizarán los materiales que se indican a continuación.

En elementos de hormigón estructural, se utilizarán armaduras de alta ductilidad como las definidas en la Instrucción EHE.

En elementos de acero estructural y en sus uniones, el material cumplirá las condiciones de ductilidad exigidas en la normativa específica.

5.3 Comprobaciones para el sismo último de cálculo

Las comprobaciones que se recogen en este apartado son comprobaciones de resistencia de secciones y de elementos estructurales y varían según cuál sea el comportamiento previsto para la estructura en el proyecto.

El resto de comprobaciones o condiciones que es necesario cumplir para el sismo último de cálculo se detallan en otros capítulos, según se indica en la tabla 5.1.

Cuando, de acuerdo con el capítulo 2, sea necesario estudiar la respuesta del puente bajo la acción de un sismo de construcción, las comprobaciones necesarias serán las mismas que las aquí indicadas, con la combinación de acciones correspondiente a dicho sismo.

En las comprobaciones de estados límite últimos, se utilizarán los coeficientes parciales de seguridad de los materiales definidos para situaciones accidentales de proyecto en las Instrucciones de materiales pertinentes.

5.3.1 Comprobaciones en estructuras con comportamiento dúctil

5.3.1.1 Principios generales del proyecto por capacidad

En las estructuras con comportamiento dúctil, la deformación plástica se concentra en zonas localizadas donde se forman rótulas, en las que prevalecen las deformaciones de flexión.

El proyecto sísmico debe comenzar por identificar las zonas en las que se formarán las rótulas plásticas del puente (ver apartado 2.6.1). Las secciones de las zonas de rótulas plásticas se denominan, de aquí en adelante, secciones dúctiles. Las secciones situadas fuera de estas zonas se denominan secciones no dúctiles o, en su caso, secciones protegidas por capacidad.

La capacidad resistente, tanto de las secciones dúctiles como de las no dúctiles, se obtendrá de acuerdo con los criterios definidos a estos efectos por las Instrucciones de materiales que corresponda, con algunas particularidades cuando así se indique específicamente en este capítulo. Adicionalmente, deberán cumplirse las reglas constructivas que se definen en el capítulo 6, para garantizar la ductilidad que se ha supuesto en el cálculo de esfuerzos.

Los esfuerzos solicitantes que intervienen en las verificaciones resistentes no son en todos los casos los que resultan del cálculo modal espectral definido en el apartado 4.2, sino que deben modificarse de acuerdo con los criterios de *proyecto por capacidad.*

Según estos criterios, los esfuerzos transversales solicitantes en las secciones dúctiles serán los máximos compatibles con la capacidad resistente real a flexocompresión. Con estos esfuerzos transversales, se efectuará la comprobación en estado límite último.

En las zonas protegidas por capacidad, los esfuerzos solicitantes serán los máximos compatibles con la capacidad resistente real a flexocompresión de las secciones dúctiles correspondientes.

5.3.1.2 Momento de sobre-resistencia en rótulas plásticas y esfuerzos asociados

Para la determinación del esfuerzo cortante asociado al de flexión compuesta en las secciones dúctiles y los esfuerzos máximos que pueden actuar en las secciones protegidas por capacidad, es necesario efectuar primero una estimación de la resistencia real a flexocompresión de las secciones dúctiles, que se denomina momento de sobre-resistencia, M_o.

El momento de sobre-resistencia se calculará mediante la expresión siguiente:

$$M_o = \gamma_o M_{Rd} \quad (5.1)$$

donde:

M_{Rd} Momento flector último de la sección dúctil, en la dirección y sentido considerados, calculado de acuerdo con los criterios de estado límite último establecidos por las Instrucciones de materiales, en presencia del axil correspondiente a la combinación sísmica definida en el apartado 2.4, teniendo en cuenta las armaduras longitudinales realmente existentes en la sección transversal y con los coeficientes parciales de seguridad para los materiales correspondientes a situaciones accidentales.

γ_o Coeficiente de sobre-resistencia para el que, en general, se tomará un valor $\gamma_o = 1{,}35$

En el caso de elementos de hormigón armado, que disponen de la armadura de confinamiento definida en el apartado 6.2.2.3, cuando se cumpla que $\eta_k > 0{,}1$ deberá incrementarse el valor del coeficiente de sobre-resistencia hasta:

$$\gamma_o = 1{,}35\ [1+2(\eta_k-0{,}1)^2] \quad (5.2)$$

siendo η_k el axil reducido definido en el apartado 4.2.2.1.

En los elementos que contienen secciones dúctiles, a partir del momento de sobre-resistencia, se determina la ley de momentos a considerar en el resto de las secciones, suponiendo, según se indica en la figura 5.1, que esa ley es lineal. Los esfuerzos así obtenidos se denominan esfuerzos por capacidad.

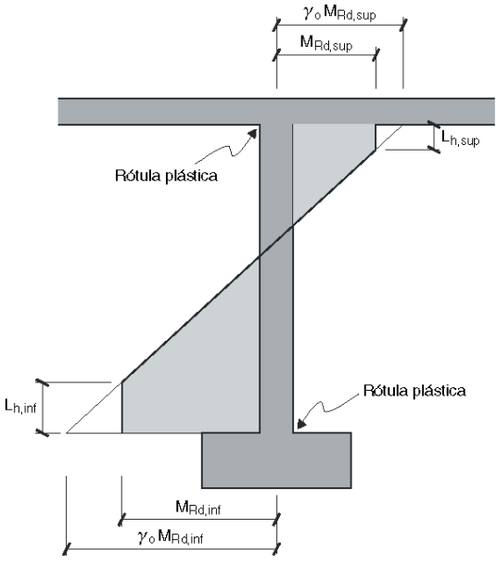


Figura 5.1 Distribución de momentos por capacidad M_C para pilas en ménsula y pilas empotradas

La longitud L_h (figura 5.1), a lo largo de la cual el momento por capacidad M_C está limitado por el momento flector último M_{Rd}, es la longitud teórica de cada rótula plástica. Esta longitud delimita la zona de rótula plástica respecto a la zona protegida por capacidad, únicamente a efectos de las comprobaciones que figuran en los apartados 5.3.1.3 y 5.3.1.4.

El cortante máximo transmitido por cada pila, V_C, será el correspondiente a la ley definida por los momentos flectores de sobre-resistencia.

Para una pila en ménsula de altura H, el máximo esfuerzo cortante por capacidad podrá calcularse mediante la expresión siguiente:

$$V_{C,max} = \frac{\gamma_0 \, M_{Rd}}{H} \tag{5.3}$$

En el caso de una pila biempotrada, podrá calcularse mediante la expresión:

$$V_{C,max} = \frac{\left|\gamma_0 \, M_{Rd,inf}\right| + \left|\gamma_0 \, M_{Rd,sup}\right|}{H} \tag{5.4}$$

Los esfuerzos por capacidad deberán calcularse, en general, para cada sentido de la acción sísmica tanto en la dirección longitudinal como transversal.

En el caso de que algún apoyo deslizante participe en el mecanismo plástico de colapso, la máxima fuerza horizontal que puede transmitir se supondrá igual a $\gamma_{of} R_{df}$ en donde $\gamma_{of} = 1{,}3$ es el factor de amplificación de la fricción por el envejecimiento del material y R_{df} es la máxima fuerza de fricción que es capaz de transmitir el apoyo.

En los puentes proyectados con comportamiento dúctil, en el caso de elementos donde no se prevé la formación de rótulas plásticas y que tienen que resistir esfuerzos cortantes transmitidos por apoyos elastoméricos, los esfuerzos de proyecto por capacidad se obtendrán a partir de la deformación máxima de los apoyos elastoméricos, correspondiente al desplazamiento de cálculo del tablero y considerando la rigidez del apoyo incrementada en un 30%.

Los esfuerzos por capacidad calculados con los criterios definidos en este apartado estarán limitados superiormente, a efectos de las comprobaciones resistentes, por los que resultarían en la hipótesis de comportamiento esencialmente elástico.

5.3.1.3 Comprobación de las secciones dúctiles

— *Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales*

Deberá verificarse que:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \tag{5.5}$$

siendo:

M_{Ed} Momento flector solicitante correspondiente a la combinación sísmica, considerando el espectro de respuesta reducido definido por la expresión (4.1) e incluyendo, si procede, los efectos de segundo orden

M_{Rd} Momento flector último definido en el apartado 5.3.1.2

En el caso de elementos de hormigón, la armadura longitudinal debe ser constante y efectiva en toda la longitud de la rótula L_h indicada en la figura 5.1.

En el caso de elementos metálicos o mixtos, sólo se permitirá la formación de rótulas plásticas en secciones compactas.

— *Estado límite de agotamiento frente a cortante*

Deberá verificarse que:

$$V_C \leq V_{Rd} \qquad (5.6)$$

siendo:

V_C Esfuerzo cortante por capacidad en la rótula, según las expresiones (5.3) ó (5.4)

V_{Rd} Esfuerzo cortante último según Instrucciones de materiales, tomando, en el caso de elementos de hormigón, como dimensiones de la sección las del hormigón confinado y considerando que el ángulo entre las bielas de compresión y la armadura principal de tracción es de 45º.

5.3.1.4 Comprobación de las secciones protegidas por capacidad

— *Estado límite de agotamiento frente a solicitaciones normales*

Deberá verificarse que:

$$M_C \leq M_{Rd} \qquad (5.7)$$

siendo:

M_C Momento por capacidad definido en el apartado 5.3.1.2 (figura 5.1)

M_{Rd} Momento flector último de la sección, según las Instrucciones de materiales, teniendo en cuenta la interacción con el axil correspondiente a la combinación sísmica

— *Estado límite de agotamiento frente a cortante*

Deberá verificarse que:

$$V_C \leq V_{Rd} \qquad (5.8)$$

siendo:

V_C Esfuerzo cortante por capacidad definido en el apartado 5.3.1.2

V_{Rd} Esfuerzo cortante último según los criterios habituales en las Instrucciones de materiales

5.3.1.5 Comprobación de nudos contiguos a las rótulas

Los nudos contiguos a las rótulas plásticas, es decir, los empotramientos de pilas dúctiles con cimentación o tablero, deben dimensionarse para resistir el esfuerzo cortante vertical V_v indicado en la expresión siguiente.

$$V_v = \frac{M_0}{z_p} - V_C \qquad (5.9)$$

donde:

- M_0 momento de sobre-resistencia de la rótula (según expresión (5.1))
- z_p brazo mecánico del mecanismo de flexión de la pila
- V_C esfuerzo cortante en el elemento transversal (cimentación o tablero), en la zona adyacente a la cara de tracción de la pila, correspondiente a los esfuerzos por capacidad de la rótula

A efectos de la comprobación, se supondrá que la anchura efectiva del nudo está limitada por la anchura de la pila más la mitad de su canto y, en el caso de una pila cilíndrica, por vez y media su diámetro.

Además de efectuar la comprobación indicada en la expresión (5.9), en los nudos adyacentes a las rótulas plásticas, las tensiones principales de compresión σ_c y de tracción σ_t deben cumplir las condiciones siguientes:

$$\sigma_c \leq 0{,}6\, f_{cd} \qquad (5.10)$$

$$\sigma_t \leq 4{,}0\, f_{ctd} \qquad (5.11)$$

siendo:

- f_{cd} resistencia de cálculo del hormigón en compresión
- f_{ctd} resistencia de cálculo del hormigón en tracción

Las tensiones principales podrán obtenerse a partir de las expresiones siguientes:

$$\sigma_c = \frac{\sigma_h + \sigma_v}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\right)^2 + \tau^2} \qquad (5.12)$$

$$\sigma_t = \frac{\sigma_h + \sigma_v}{2} - \sqrt{\left(\frac{\sigma_h - \sigma_v}{2}\right)^2 + \tau^2} \qquad (5.13)$$

donde:

- σ_v tensión vertical media (carga vertical transmitida por la pila dividida por su área)
- σ_h tensión horizontal media (fuerza horizontal transmitida por el tablero o, en su caso, por la cimentación dividida por el área efectiva de la conexión vertical)
- τ tensión tangencial media (momento de sobre-resistencia de la rótula plástica dividido por el brazo mecánico efectivo de la rótula y por el área efectiva de la conexión vertical)

En el capítulo 6, apartado 6.2.3, se recogen algunos criterios de armado específicos para los nudos.

5.3.2 Comprobaciones en estructuras con ductilidad limitada

En puentes proyectados con ductilidad limitada, las verificaciones de secciones y elementos estructurales en estado límite último deberán efectuarse de acuerdo con la condición siguiente:

$$E_d \leq R_d \qquad (5.14)$$

donde:

E_d esfuerzos de cálculo correspondientes a la combinación sísmica, considerando el espectro de respuesta reducido definido por la expresión (4.9), con un factor de comportamiento $q \leq 1,5$, e incluyendo si procede los efectos de segundo orden

R_d capacidad resistente de la sección de acuerdo con las Instrucciones de materiales pertinentes (con los coeficientes parciales de seguridad correspondientes a verificaciones de estado límite último en situación accidental)

Para verificar la resistencia a cortante, se adoptará el valor de E_d correspondiente a la combinación sísmica con los efectos de la acción sísmica multiplicados por el factor de comportamiento utilizado en el cálculo.

En el caso de elementos metálicos o mixtos, las secciones en las que se prevea la formación de rótulas plásticas serán compactas.

5.3.3 Comprobaciones en estructuras con comportamiento esencialmente elástico

En puentes proyectados con comportamiento esencialmente elástico, las verificaciones de secciones y elementos estructurales en estado límite último deberán efectuarse de acuerdo con la expresión (5.14), con la salvedad de que, en este caso, el valor del factor de comportamiento es $q = 1$.

5.4 Comprobaciones para el sismo frecuente de cálculo

Cuando, de acuerdo con el apartado 5.1, sea necesario comprobar que bajo la acción del sismo frecuente de cálculo la estructura se comporta elásticamente, tal comprobación se llevará a cabo de la forma indicada a continuación.

En las secciones donde se prevé que bajo la acción del sismo último de cálculo se formarán rótulas plásticas, la condición de ausencia de plastificaciones bajo el sismo frecuente de cálculo quedará asegurada si, para la combinación sísmica correspondiente, se verifica lo siguiente:

- En secciones de hormigón estructural, la tensión en la armadura no alcanza el límite elástico del acero y la máxima deformación unitaria en el hormigón es inferior a la deformación de rotura del hormigón a compresión simple.
- En secciones metálicas, la tensión de comparación definida en la normativa en vigor no supera el límite elástico del acero.
- En secciones mixtas, las tensiones y deformaciones de los distintos materiales están dentro de los límites indicados en los párrafos anteriores.

6 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

6.1 Introducción

Los criterios que se exponen en este capítulo tienen como objetivo conseguir que los puentes situados en zona sísmica tengan las características de ductilidad necesarias, compatibles con la definición de la acción sísmica y los requisitos de comportamiento exigidos.

En estructuras a las que se exige comportamiento dúctil, estos criterios aseguran, en términos de curvaturas y rotaciones, que las zonas donde se prevé la formación de rótulas plásticas tengan una capacidad de deformación suficiente para garantizar dicho comportamiento.

En estructuras a las que se exige un comportamiento con ductilidad limitada, en este capítulo se establecen unos requerimientos mínimos específicos para las zonas críticas. En estructuras con comportamiento elástico, aunque estrictamente no requieran detalles específicos, se recomienda la aplicación de algunas condiciones mínimas.

Los criterios contenidos en este capítulo son aplicables a las pilas y a los nudos de unión entre éstas y la cimentación o el tablero. Los aspectos específicos de los apoyos y los conectores sísmicos se tratan en el capítulo 7 y los relativos a cimientos y estribos, en el capítulo 8.

6.2 Elementos estructurales de hormigón

Los elementos estructurales de hormigón deberán cumplir los requisitos que figuran en la Instrucción EHE para estructuras sometidas a la acción sísmica. En concreto, se tendrán en cuenta los aspectos siguientes:

- Criterios generales de armado en zona sísmica.
- Exigencias dimensionales para pilas huecas, que limiten la esbeltez de las paredes.
- Criterios para la armadura longitudinal en pilas, que permitan conseguir la ductilidad prevista.
- Armadura transversal de confinamiento en pilas. En el caso de estructuras con comportamiento dúctil o de ductilidad limitada, deberá disponerse una armadura transversal de confinamiento en las zonas de rótulas plásticas, con unas exigencias específicas en cuanto a su cuantía mecánica, disposición geométrica y anclaje.
- Armado de nudos de unión entre pilas y tablero o cimentación. Los detalles de armado y la solución de anclaje de barras se realizarán teniendo en cuenta que, durante la actuación del sismo, se puede producir la inversión de esfuerzos. En el caso de pilas empotradas en el tablero, será necesario estimar un ancho de tablero que será efectivo para la transmisión de momentos.

6.3 Elementos estructurales metálicos

Las uniones situadas en zonas de disipación de energía, zonas de rótulas plásticas, deberán proyectarse y ejecutarse de forma que se minimice la concentración de deformaciones plásticas, la generación de tensiones residuales y la aparición de defectos de fabricación. Las uniones soldadas situadas en estas zonas serán a tope con penetración total.

En las zonas de disipación de energía y en las zonas protegidas por capacidad, todas las uniones atornilladas o con soldaduras en ángulo se proyectarán con una sobre-resistencia de al menos un 20% respecto a lo que establece la normativa de elementos metálicos.

6.4 Elementos estructurales mixtos

Son de aplicación los criterios generales de armado en zona sísmica para elementos estructurales de hormigón, a los que se hace referencia en el apartado 6.2, y los indicados en el apartado 6.3 para elementos estructurales metálicos.

Las pilas mixtas deben cumplir unas exigencias dimensionales que limiten la esbeltez de las paredes metálicas en función de la ductilidad prevista para la estructura.

Cuando las chapas no dispongan de conexión específica con el hormigón, sólo podrá considerarse su contribución a la capacidad resistente de la sección mixta si se encuentran en la zona comprimida de la sección.

En el caso de pilas con sección cajón o tubos rellenos de hormigón, la parte metálica de la sección podrá considerarse, en la zona de rótulas plásticas, como armadura transversal de confinamiento mencionada en el apartado 6.2. En este caso, si además se ha considerado la sección metálica contribuyendo a resistir tensiones longitudinales deberá comprobarse el estado de tensiones bidimensional generado.

7 ELEMENTOS DE UNIÓN

7.1 Juntas de tablero

Las juntas de tablero deben ser capaces de absorber el valor de cálculo del desplazamiento total en situación sísmica para el caso del sismo frecuente de cálculo, $d_{Ed,f}$. Este valor podrá determinarse de la forma siguiente:

$$d_{Ed,f} = d_{E,f} + d_{G^*} + \alpha d_T \quad (7.1)$$

donde:

$d_{E,f}$ desplazamiento debido al sismo frecuente de cálculo que, a falta de una estimación más precisa, podrá tomarse igual a:

$$d_{E,f} = 0{,}4\ d_E \quad (7.2)$$

donde d_E es el desplazamiento sísmico debido al sismo último de cálculo obtenido según la expresión (4.15) del apartado 4.2.4.4

d_{G^*} desplazamiento debido a las acciones reológicas

d_T desplazamiento debido a la acción térmica

α factor reductor (ver comentario)

Cuando los efectos de segundo orden sean significativos, deben añadirse a la expresión anterior.

El desplazamiento sísmico $d_{E,f}$ relativo entre dos partes independientes del puente puede estimarse mediante la regla de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los desplazamientos de cada parte.

7.2 Entregas mínimas

Es necesario prever una longitud de entrega mínima del tablero sobre los elementos de sustentación, siempre que puedan producirse desplazamientos relativos entre ellos en situación sísmica.

Esta longitud de entrega debe ser tal que, bajo la acción del sismo último de cálculo, el elemento de soporte mantenga su función de sustentación.

En los estribos, la entrega mínima podrá determinarse como sigue:

$$L_{e,estribo} = L_m + d_s + d_{ef} \quad (7.3)$$

donde:

L_m longitud mínima capaz de garantizar la transmisión de la reacción vertical, nunca menor de 0,40 m

d_s desplazamiento relativo entre el estribo y el tablero debido a la variación espacial del desplazamiento sísmico del suelo:

$$d_s = 2d_c \frac{L}{L_{ref}} \leq 2d_c \quad (7.4)$$

con:

d_c desplazamiento horizontal máximo de la superficie del terreno, según la expresión (3.9b) del apartado 3.6

L longitud de tablero entre el estribo y un apoyo fijo (ver comentario)

L_{ref} distancia a partir de la cual se puede considerar que los movimientos del suelo no tienen correlación. A estos efectos, se podrá tomar $L_{ref} = 400$ m

d_{ef} desplazamiento sísmico efectivo del tablero debido a la deformación de la estructura, estimado como sigue:

- Para tableros unidos a las pilas mediante empotramiento o mediante aparatos de apoyo fijos en la dirección longitudinal:

$$d_{ef} = d_{Ed} \quad (7.5)$$

donde d_{Ed} es el desplazamiento en situación sísmica para el caso del sismo último de cálculo, cuyo valor, a su vez, se determinará como sigue:

$$d_{Ed} = d_E + d_{G^*} + \Psi_2 d_T \quad (7.6)$$

siendo Ψ_2 el factor de combinación casi-permanente para la acción térmica y las demás variables con el mismo significado que en la expresión (7.1).

- Para tableros unidos a las pilas o a un estribo mediante conectores sísmicos con una holgura *s*:

$$d_{ef} = d_{Ed} + s \quad (7.7)$$

con el mismo valor de d_{Ed} que en la expresión (7.6).

En caso de una junta intermedia entre dos elementos del tablero, la longitud de entrega de cada uno de ellos sobre la pila deberá ser:

$$L_{e,pila} = L_{e,estribo} + d_{E,pila} \quad (7.8)$$

con $L_{e,estribo}$ según la expresión (7.3) y siendo $d_{E,pila}$ el desplazamiento sísmico de la coronación de la pila debido al sismo último de cálculo obtenido según la expresión (4.15) del apartado 4.2.4.4.

7.3 Aparatos de apoyo

Los aparatos de apoyo deben estar dimensionados de forma que quede asegurada la integridad estructural del puente para los desplazamientos debidos a la acción del sismo último de cálculo. Esta condición se considerará cumplida si se tienen en cuenta los criterios indicados en este apartado para cada tipo de apoyo.

Los aparatos de apoyo deberán ser accesibles para su inspección, conservación y posible sustitución.

7.3.1 Aparatos de apoyo fijos

Los aparatos de apoyo fijos deben dimensionarse con criterios de proyecto por capacidad, aunque estos criterios no se considerarán si resultan más desfavorables que la hipótesis de comportamiento del puente esencialmente elástico (q = 1).

Alternativamente, los aparatos de apoyo fijos podrán dimensionarse únicamente para la combinación sísmica, definida en el apartado 2.4, siempre que se dispongan además conectores sísmicos como mecanismo adicional de transmisión.

7.3.2 Aparatos de apoyo móviles

Los aparatos de apoyo móviles deben admitir sin daño el desplazamiento en la situación sísmica correspondiente al sismo último de cálculo, d_{Ed}, obtenido de acuerdo con la expresión (7.6).

En las uniones con aparatos de apoyo móviles, el tablero deberá contar con la longitud de entrega mínima según las indicaciones del apartado 7.2.

7.3.3 Aparatos de apoyo elastoméricos

Los apoyos elastoméricos pueden ser utilizados con alguna de las disposiciones siguientes:

- En algún elemento de sustentación aislado, pila o estribo, sin participación en la resistencia frente a la acción sísmica, que es resistida mediante la conexión del tablero a otros elementos de sustentación (apoyos fijos o empotramientos).
- En todos o en algunos de los elementos de sustentación, sin participación en la resistencia frente a la acción sísmica, en combinación con conectores sísmicos proyectados para resistir la acción sísmica.
- En todos los elementos de sustentación, para resistir las acciones sísmicas y no sísmicas.

En el último caso, cuando toda la acción sísmica de cálculo sea resistida por apoyos elastoméricos normales, se considerará que el puente está aislado y, por tanto, será de aplicación lo indicado en el apartado 7.6.

Como valor nominal del módulo de elasticidad transversal del elastómero G_b podrá adoptarse el siguiente: $G_b=1,1G$ siendo G el módulo de elasticidad transversal convencional aparente del elastómero.

7.4 Dispositivos de anclaje vertical

Será necesario prever dispositivos de anclaje vertical en aquellos apoyos en que la reacción vertical producida por el sismo de cálculo supere a los siguientes porcentajes de la reacción de compresión debida a la carga permanente:

- 80% en estructuras proyectadas con comportamiento dúctil, con la reacción vertical producida por el sismo determinada con criterios de proyecto por capacidad correspondiente a la situación en que todas las rótulas plásticas han desarrollado su momento de sobre-resistencia.
- 50% en estructuras proyectadas con comportamiento elástico o con ductilidad limitada, con la reacción vertical producida por el sismo, sin considerar otras acciones, determinada incluyendo la componente sísmica vertical.

Estas condiciones se refieren a la reacción vertical por línea de apoyos y no son aplicables a apoyos individuales.

En cada apoyo individual, será necesario comprobar que no se produce levantamiento para la combinación de acciones correspondiente a la situación sísmica de cálculo, definida en el apartado 2.4, con $\gamma_{Q,1}= 0$.

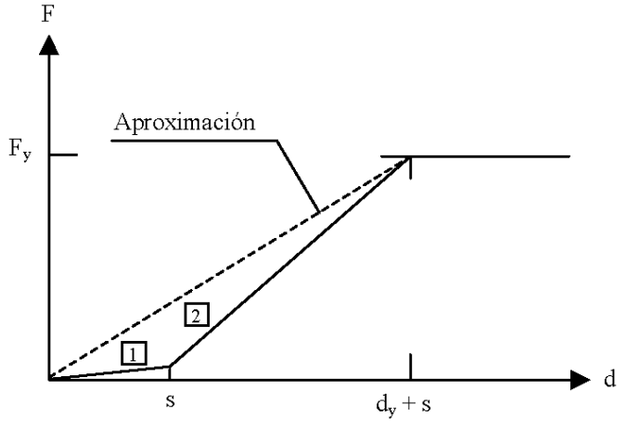
7.5 Conectores sísmicos

En general, la acción sísmica se transmitirá a través de los apoyos dispuestos entre el tablero y la subestructura, aunque también pueden utilizarse conectores sísmicos para este cometido. Los conectores sísmicos deberán, en general, permitir los desplazamientos debidos al resto de las acciones sin transmitir cargas significativas.

Los conectores sísmicos pueden ser llaves de corte, topes, cables o bulones de unión.

Al igual que los aparatos de apoyo, los conectores sísmicos deberán ser accesibles para su inspección, conservación y posible sustitución.

Cuando se utilicen conectores sísmicos, deben ser adecuadamente tenidos en cuenta en el modelo de la estructura. Como primera aproximación, se podrá considerar para los mismos una relación lineal fuerza-desplazamiento.



s holgura del conector
d_y desplazamiento elástico máximo del elemento de sustentación
1 relación fuerza-desplazamiento del aparato de apoyo
2 relación fuerza-desplazamiento del elemento de sustentación

Figura 7.1 Relación fuerza-desplazamiento para una estructura con conectores sísmicos

Los conectores sísmicos suelen proyectarse con alguna de las disposiciones siguientes:

a) Combinados con los aparatos de apoyo elastoméricos si se precisan para transmitir la acción sísmica

b) Combinados con apoyos fijos que no estén calculados con criterios de proyecto por capacidad

c) Entre tablero y estribo o entre tablero y pila, en dirección longitudinal, cuando existan apoyos móviles y no se cumplan los requisitos de entrega mínima según lo establecido en el apartado 7.2.

Los conectores sísmicos mencionados en los párrafos anteriores deben dimensionarse con criterios de proyecto por capacidad, suponiendo que la resistencia horizontal de los aparatos de apoyo es nula.

7.6 Sistemas de aislamiento sísmico

Los sistemas de aislamiento sísmico tienen como objetivo reducir la respuesta de la estructura frente a la acción sísmica horizontal. En general, esta reducción se consigue aumentando el período fundamental de la estructura (lo que da lugar a una reducción de los esfuerzos y a un aumento de los desplazamientos), aumentando el amortiguamiento (lo que reduce los desplazamientos y puede también reducir los esfuerzos) o mediante una combinación de ambas soluciones.

A efectos de la aplicación de esta norma, se considera que un puente está aislado sísmicamente cuando toda la acción sísmica horizontal de cálculo sea resistida por apoyos elastoméricos normales, cuando el puente esté equipado con dispositivos especiales para reducir la respuesta frente a esa acción o cuando se tenga una combinación de ambas disposiciones.

En un puente con aislamiento sísmico, todos los elementos, a excepción de los propios dispositivos especiales, deben permanecer en el rango elástico bajo la acción del sismo último de cálculo.

En general, será necesario tener en cuenta la variación de las propiedades del sistema de aislamiento por el envejecimiento debido a los procesos de carga, las variaciones de temperatura, contaminación, etc.

Para ello, se considerarán dos conjuntos de valores para las propiedades tanto de los apoyos elastoméricos normales como de los dispositivos especiales y, salvo que se justifique adecuadamente, se efectuarán dos cálculos: uno, correspondiente a los valores máximos, que en general dará lugar a los máximos esfuerzos en tablero y subestructura, y otro, correspondiente a los valores mínimos, que en general dará lugar a los máximos desplazamientos del tablero y del sistema de aislamiento.

En el caso de los apoyos elastoméricos normales, podrán considerarse como valor máximo y mínimo del módulo de elasticidad transversal los siguientes:

$$G_{b,min} = 0{,}9G \tag{7.9}$$

$$G_{b,max} = 1{,}65G \tag{7.10}$$

siendo G el módulo de elasticidad transversal convencional aparente del elastómero.

Los criterios de comprobación establecidos en esta norma deberán cumplirse para los resultados obtenidos con ambos conjuntos de valores.

Debido a la importancia que la capacidad de desplazamiento del sistema de aislamiento tiene en la seguridad de la estructura, los elementos del sistema deberán dimensionarse para permitir unos desplazamientos incrementados en un 50% respecto a los desplazamientos totales en situación sísmica y para resistir las fuerzas correspondientes.

Los dispositivos especiales deben ser sometidos a pruebas adecuadas para comprobar su funcionamiento bajo los desplazamientos de cálculo y las fuerzas correspondientes. Dichas pruebas se basarán en normas vigentes de ámbito nacional o internacional.

8 CIMIENTOS Y ESTRIBOS

8.1 Introducción

En este capítulo se trata la comprobación de cimentaciones y estribos de puentes, en los aspectos que son específicos de la situación sísmica.

Además, se dan algunos criterios geotécnicos que es necesario tener en cuenta para llevar a cabo la caracterización del terreno, exigida en el apartado 3.2, y para considerar la interacción terreno-estructura en el modelo de cálculo, cuando sea necesario según el apartado 4.2.3.2.

8.2 Propiedades del terreno

Para los cálculos en que interviene el terreno de cimentación es necesario determinar su estratigrafía, resistencia y rigidez. Un parámetro que permite la determinación de esta última es la velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales.

A los efectos de esta norma, los terrenos se clasifican según su naturaleza en roca, suelos granulares y suelos cohesivos.

8.2.1 Resistencia

Los esfuerzos asociados a la vibración sísmica toman la forma de carga rápida, por lo que, en general, el comportamiento del terreno queda definido mediante un proceso sin drenaje. Cuando no se prevean fenómenos de licuación, la resistencia de los suelos en condiciones sísmicas podrá determinarse a partir de los parámetros de cálculo correspondientes a una rotura sin drenaje bajo carga estática, en el estado de consolidación correspondiente a las fuerzas gravitatorias anteriores al terremoto.

Cuando el terreno de cimentación esté constituido por roca, para las comprobaciones resistentes podrán utilizarse los mismos parámetros que en el caso de situación no sísmica. La determinación de estos parámetros se llevará a cabo preferiblemente mediante ensayos in situ o sobre probetas de roca, según el caso.

8.2.2 Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales

En los puentes de importancia especial, cuando la aceleración de cálculo a_c sea mayor o igual que 0,16g o cuando se haya estimado un valor del coeficiente C, según el apartado 3.2, mayor o igual que 1,6, la velocidad de propagación de las ondas transversales v_s se determinará de forma directa, por medio de mediciones geofísicas en sondeos.

8.2.3 Flexibilidad y amortiguamiento

Cuando se considere necesario hacer un estudio específico del emplazamiento para analizar la amplificación de la acción sísmica entre el sustrato rocoso y la superficie del terreno y cuando se quiera analizar la interacción terreno-estructura, se determinará el perfil de valores de la rigidez transversal G mediante mediciones geofísicas en sondeos de la velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales v_s.

Cuando se quiera analizar la interacción terreno-estructura, será también necesario definir el amortiguamiento del terreno. El amortiguamiento interno podrá determinarse mediante ensayos de campo o de laboratorio. A falta de medidas directas, y para aceleraciones de cálculo inferiores a 0,10g, podrá adoptarse un valor 0,03 para el índice de amortiguamiento interno.

8.3 Comprobaciones relativas al terreno de cimentación

La profundidad del terreno de cimentación que hay que considerar en las comprobaciones que figuran en este apartado se determinará, en cada caso, en función de las características del terreno y del tipo de cimiento.

COMENTARIOS

8.3 *Con carácter orientativo, se podrán considerar los valores de profundidad recogidos en la tabla C.8.2:*

Tipo de cimentación		Tipo de terreno	Profundidad mínima, z_{min} [m]
Superficial (zapatas)		Caso general (excepto suelos blandos)	max {1,5B; 20 m}
		Suelos blandos	max $\{10+\sqrt{A}\,;\ 20\ m\}$
Profunda (pilotes)	Por punta	Caso general	max{z_o + 10D; z_o + 1,5B; z_o + 6; 20 m}
	Por fuste		max{L + 5D; 1,5(L + B); 20 m}

Tabla C.8.2

donde:

- *B dimensión menor, en planta, de la zapata o grupo de pilotes*
- *A área de apoyo del cimiento, expresada en metros cuadrados [m^2]*
- *z_o profundidad del estrato o nivel competente donde vayan a apoyar los pilotes, expresada en metros [m]*
- *D diámetro del pilote*
- *L longitud del pilote*

8.3.1 Licuación

A los efectos de esta Norma, se define licuación como la disminución de la resistencia al corte en un suelo no cohesivo saturado, debido al aumento de la presión intersticial durante un terremoto, pudiendo llegar a producirse la anulación de la presión efectiva entre sus partículas, así como deformaciones permanentes significativas.

Cuando el terreno de cimentación contenga capas o lentejones de arenas situadas total o parcialmente bajo el nivel freático, deberá evaluarse la seguridad frente al fenómeno de la licuación. Esta evaluación se efectuará también en el caso de rellenos arenosos poco compactos que puedan quedar bajo el nivel del agua.

Podrá evitarse la comprobación de la seguridad frente a la licuación cuando se cumpla alguna de las condiciones siguientes:

- Suelos arenosos con más de un 35 % de limos en los que el valor normalizado del índice N del ensayo SPT sea $N_{1,60} > 20$

- Suelos arenosos con un contenido de finos menor o igual que el 5% en los que el valor normalizado del índice N del ensayo SPT sea $N_{1,60} > 30$
- Suelos arenosos con más de un 20 % de arcillas e índice de plasticidad IP > 10, siempre que la aceleración de cálculo a_c sea menor que 0,15g

Cuando la licuación resulte un aspecto crítico, deberán proyectarse las medidas adecuadas para la subsanación de dicha situación, como la sustitución de la zona potencialmente licuable, el empleo de técnicas de densificación o de mejora del terreno o el proyecto de una cimentación profunda que transmita las cargas a capas de terreno no susceptibles de licuar.

8.3.2 Asientos inducidos por la vibración sísmica

Cuando el terreno de cimentación incluya a poca profundidad capas potentes de suelos granulares, se deberá evaluar el posible asiento inducido por la vibración sísmica, que deberá ser compatible con la seguridad de la estructura. Como primera aproximación, podrá seguirse el procedimiento de cálculo de asientos recogido en el Anejo 5.

También pueden producirse asientos excesivos en el caso de que el terreno de cimentación esté formado por suelos cohesivos blandos, debido a la degradación de los mismos bajo la acción de un sismo.

8.4 Comprobaciones relativas a los cimientos

Las cimentaciones de los puentes no se usarán como fuentes de disipación histerética de energía. Es decir, bajo la acción sísmica, deben tener un comportamiento esencialmente elástico.

8.4.1 Esfuerzos de cálculo

A efectos de las comprobaciones resistentes de las cimentaciones, los esfuerzos solicitantes se obtendrán modificando los que resulten del cálculo modal espectral de acuerdo con el criterio siguiente:

- En puentes proyectados con comportamiento esencialmente elástico, los esfuerzos solicitantes serán directamente los obtenidos del cálculo modal espectral para la combinación sísmica de acciones definida en el apartado 2.4.
- En puentes proyectados con ductilidad limitada ($q \leq 1,5$), los esfuerzos solicitantes serán los obtenidos del cálculo modal espectral para la combinación sísmica de acciones, multiplicados por el factor de comportamiento utilizado.
- En puentes proyectados con comportamiento dúctil ($q > 1,5$), los esfuerzos serán los obtenidos aplicando los criterios de proyecto por capacidad, según el apartado 5.3.1.

8.4.2 Verificaciones resistentes de cimentaciones superficiales

Se efectuarán las mismas comprobaciones resistentes (ELU) que en condiciones normales de uso del puente, considerando que sobre la cimentación actúan los esfuerzos indicados en el apartado 8.4.1 y adoptando los coeficientes de seguridad correspondientes a situaciones accidentales. Los parámetros resistentes del terreno serán los especificados en el apartado 8.2.1.

Además, en los puentes proyectados con comportamiento dúctil, si se prevé la formación de rótulas en la base de las pilas, será necesario efectuar en las zapatas las comprobaciones que figuran en el apartado 5.3.1.5 y disponer las armaduras indicadas en ese mismo apartado.

Teniendo en cuenta que bajo la acción del sismo, parte de la cimentación puede perder la presión de contacto, se dispondrá en todos los casos una armadura principal en la cara superior de la zapata.

8.4.3 Verificaciones resistentes de cimentaciones profundas

Los elementos de cimentación profunda deben proyectarse considerando que durante un terremoto van a estar sometidos a dos tipos de fuerzas:

a) Las fuerzas transmitidas por la superestructura, determinadas según lo indicado en el apartado 8.4.1, que se representan mediante una fuerza vertical, otra horizontal y un momento aplicados en la base del encepado.

b) Las fuerzas cinemáticas debidas a la deformación que les impone el terreno circundante al paso de las ondas sísmicas.

El modelo de cálculo que se emplee para determinar los esfuerzos a lo largo del pilote en situación sísmica debe reproducir lo más fielmente posible:

- La rigidez del pilote
- La rigidez lateral del terreno, considerando la magnitud de las deformaciones del suelo y teniendo en cuenta que la carga es cíclica
- La influencia entre pilotes próximos
- La capacidad de rotación del encepado y de la unión de éste con los pilotes

Se efectuarán las mismas comprobaciones resistentes (ELU) que en condiciones normales de uso del puente, adoptando los coeficientes de seguridad correspondientes a situaciones accidentales y considerando los parámetros resistentes del terreno especificados en el apartado 8.2.1.

Cuando un pilote atraviese zonas del terreno con riesgo de licuación, conforme a lo especificado en el aparatado 8.3.1, no se considerará la contribución de dichas zonas en el cálculo de la resistencia por fuste del pilote.

Además, en los puentes proyectados con comportamiento dúctil, si se prevé la formación de rótulas plásticas en la base de las pilas, será necesario efectuar en los encepados las comprobaciones que figuran en el apartado 5.3.1.5 y disponer las armaduras indicadas en ese mismo apartado.

Aunque los pilotes y pantallas, como elementos de cimentación, deben permanecer dentro del rango elástico durante un terremoto, es necesario asegurar unas condiciones mínimas de ductilidad en zonas críticas en las que, en determinadas circunstancias, podrían llegar a producirse rótulas plásticas.

8.5 Estribos

8.5.1 Criterios constructivos

En el trasdós de los estribos deberá disponerse un relleno localizado de material granular, extendido en capas que deberán compactarse in situ adecuadamente, para alcanzar la mayor continuidad posible con el terreno natural o los terraplenes de acceso en su caso.

El sistema de drenaje del trasdós deberá tener las características necesarias para admitir los movimientos inducidos por el sismo sin pérdida de efectividad.

La losa de transición, situada sobre el relleno localizado, deberá anclarse adecuadamente al estribo para mantener su funcionalidad bajo la acción del sismo.

8.5.2 Criterios de cálculo

Los elementos principales de los estribos deben tener un comportamiento esencialmente elástico bajo la acción del sismo.

Debe garantizarse la ausencia de fenómenos de licuación y de asientos excesivos por efecto de la vibración sísmica en el material de relleno del trasdós.

Para verificar la seguridad de los estribos en situación sísmica, se efectuarán las mismas comprobaciones resistentes (ELU) que en condiciones normales de uso del puente, teniendo en cuenta la amplificación dinámica de los empujes que actúan sobre ellos y considerando las particularidades que, para cada tipo de estribo, se indican en los apartados 8.5.2.1 y 8.5.2.2.

Los coeficientes de seguridad serán los correspondientes a situaciones accidentales.

8.5.2.1 Estribos con unión flexible al tablero

En este caso, el tablero se apoya en el estribo mediante aparatos de apoyo elastoméricos o deslizantes. No debe tenerse en cuenta ningún tipo de contribución de los aparatos de apoyo a la resistencia de los estribos frente al sismo.

Deberán considerarse las acciones siguientes:

a) Fuerzas transmitidas por los apoyos. En el caso de puentes proyectados con comportamiento dúctil, estas fuerzas se determinarán con criterios de proyecto por capacidad, de acuerdo con lo que se indica en el apartado 5.3.1.2 respecto a la presencia de apoyos deslizantes y elastoméricos. En el resto de los casos, las reacciones serán las que resulten del cálculo sísmico.

b) Fuerzas de inercia del propio estribo incluyendo las de la masa de tierras confinadas por el estribo que puedan vibrar solidariamente con el mismo.

c) Empuje de las tierras, incluyendo el efecto sísmico y las características de suelo sumergido donde proceda, que podrá obtenerse conforme a lo especificado en el Anejo 6.

   Si la estimación del empuje de tierras lleva implícitamente aparejada la hipótesis de un cierto desplazamiento del estribo, éste deberá tenerse en cuenta al definir la separación entre tablero y estribo. En ese caso, también es necesario verificar que dicho desplazamiento puede llegar a producirse sin que tenga lugar la rotura del estribo. Podrá considerarse que esta última condición se cumple si el estribo se dimensiona a partir del empuje de tierras definido en el párrafo anterior incrementado en un 30%.

d) Empuje del agua en uno o en ambos lados del estribo cuando proceda, que podrá obtenerse conforme a lo especificado en el Anejo 6.

8.5.2.2 Estribos rígidamente unidos al tablero

En este caso, la conexión del tablero con el estribo puede ser monolítica, o bien, a través de aparatos de apoyo fijos o de dispositivos proyectados para resistir la acción del sismo. Estos estribos tienen una participación importante en la respuesta sísmica del puente, tanto en la dirección longitudinal como transversal.

En el modelo numérico se debe representar adecuadamente la masa y rigidez del estribo, así como la elasticidad del terreno y el amortiguamiento de radiación. Cuando en la resistencia del puente frente al sismo participen las pilas u otros elementos, además de los estribos, es conveniente efectuar el cálculo con los valores máximos y mínimos de las características del suelo (ver apartado 4.2.3.2), de forma que se obtengan los resultados más conservadores tanto para los estribos como para las pilas.

En general, cuando los estribos estén rígidamente unidos al tablero, el factor de comportamiento considerado en el cálculo deberá ser $q \leq 1,5$ (ver Tabla 4.1). Si el estribo está enterrado más del 80% de su altura en un terreno consistente, podrá considerarse que el movimiento de la estructura no sufre amplificacón respecto al del suelo, en cuyo caso, debe adoptarse un valor del factor de comportamiento $q = 1$ y las fuerzas de inercia se determinarán a partir de la aceleración de cálculo a_c.

En la dirección longitudinal, deberán considerarse las acciones siguientes:

a) Fuerzas de inercia de la estructura, que pueden estimarse utilizando el método del modo fundamental.

b) Empuje de las tierras incluyendo el efecto sísmico y las características de suelo sumergido, donde proceda, que podrá obtenerse en primera aproximación conforme a lo especificado en el Anejo 6. Se deberá considerar el empuje activo en un estribo (en el mismo sentido que las fuerzas de inercia) y el pasivo en el otro. En general, sólo se podrá contar con la fracción del empuje pasivo que sea compatible con los desplazamientos previstos.

c) Empuje del agua en uno o en ambos lados del estribo cuando proceda, que podrá obtenerse conforme a lo especificado en el Anejo 6.

8.6 Marcos enterrados

Si la montera de tierras sobre un marco tiene un espesor inferior a la mitad de su luz, se podrán seguir los criterios de cálculo especificados para el caso de estribos rígidamente unidos al tablero.

Si el espesor de la montera es mayor que la mitad de su luz, puede considerarse que la hipótesis de respuesta sísmica inercial, da lugar a unos resultados poco ajustados a la realidad. En ese caso, el comportamiento del marco en situación sísmica puede analizarse calculando la estructura sometida a los movimientos impuestos por la deformación sísmica del terreno en campo libre (compatibilidad cinemática entre la estructura y el terreno circundante).

A estos efectos, puede suponerse que en el terreno se produce un campo de deformación tangencial uniforme con una deformación tangencial de valor:

$$\gamma_S = \frac{v_c}{v_s(a_c)} \qquad (8.1)$$

donde:

- γ_s deformación tangencial
- v_c velocidad máxima del suelo, definida en el apartado 3.6
- $v_s(a_c)$ velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales correspondiente a la aceleración del suelo

ANEJO 1

VALORES DE LA ACELERACIÓN SÍSMICA BÁSICA a_b Y DEL COEFICIENTE DE CONTRIBUCIÓN K DE LOS TÉRMINOS MUNICIPALES CON $a_b \geq 0{,}04g$

(organizado por comunidades autónomas)

ANDALUCÍA

PROVINCIA DE ALMERÍA

Municipio	a_b/g	k
ABLA	0,14	(1,0)
ABRUCENA	0,14	(1,0)
ADRA	0,14	(1,0)
ALBÁNCHEZ	0,14	(1,0)
ALBOLODUY	0,14	(1,0)
ALBOX	0,14	(1,0)
ALCOLEA	0,14	(1,0)
ALCÓNTAR	0,14	(1,0)
ALCUDIA DE MONTEAGUD	0,14	(1,0)
ALHABIA	0,14	(1,0)
ALHAMA DE ALMERÍA	0,14	(1,0)
ALICÚN	0,14	(1,0)
ALMERÍA	0,14	(1,0)
ALMÓCITA	0,14	(1,0)
ALSODUX	0,14	(1,0)
ANTAS	0,14	(1,0)
ARBOLEAS	0,14	(1,0)
ARMUÑA DE ALMANZORA	0,14	(1,0)
BACARES	0,14	(1,0)
BAYÁRCAL	0,14	(1,0)
BAYARQUE	0,14	(1,0)
BÉDAR	0,14	(1,0)
BEIRES	0,14	(1,0)
BENAHADUX	0,14	(1,0)
BENITAGLA	0,14	(1,0)
BENIZALÓN	0,14	(1,0)
BENTARIQUE	0,14	(1,0)
BERJA	0,14	(1,0)
CANJÁYAR	0,14	(1,0)
CANTORIA	0,14	(1,0)
CARBONERAS	0,12	(1,0)
CASTRO DE FILABRES	0,14	(1,0)
CÓBDAR	0,14	(1,0)
CUEVAS DEL ALMANZORA	0,14	(1,0)
CHERCOS	0,14	(1,0)
CHIRIVEL	0,14	(1,0)
DALÍAS	0,14	(1,0)
EJIDO, EL	0,14	(1,0)
ENIX	0,14	(1,0)
FELIX	0,14	(1,0)
FINES	0,14	(1,0)
FIÑANA	0,14	(1,0)
FONDÓN	0,14	(1,0)
GÁDOR	0,14	(1,0)
GALLARDOS, LOS	0,14	(1,0)
GARRUCHA	0,13	(1,0)
GERGAL	0,14	(1,0)
HUÉCIJA	0,14	(1,0)
HUÉRCAL DE ALMERÍA	0,14	(1,0)
HUÉRCAL OVERA	0,14	(1,0)
ILLAR	0,14	(1,0)
INSTINCIÓN	0,14	(1,0)
LAROYA	0,14	(1,0)
LÁUJAR DE ANDARAX	0,14	(1,0)
LÍJAR	0,14	(1,0)
LUBRÍN	0,14	(1,0)
LUCAINENA DE LAS TORRES	0,14	(1,0)
LÚCAR	0,14	(1,0)
MACAEL	0,14	(1,0)
MARÍA	0,13	(1,0)
MOJÁCAR	0,13	(1,0)
MOJONERA, LA	0,13	(1,0)
NACIMIENTO	0,14	(1,0)
NÍJAR	0,14	(1,0)
OHANES	0,14	(1,0)
OLULA DE CASTRO	0,14	(1,0)
OLULA DEL RÍO	0,14	(1,0)
ORIA	0,14	(1,0)
PADULES	0,14	(1,0)
PARTALOA	0,14	(1,0)
PATERNA DEL RÍO	0,14	(1,0)
PECHINA	0,14	(1,0)
PULPÍ	0,13	(1,0)
PURCHENA	0,14	(1,0)
RÁGOL	0,14	(1,0)
RIOJA	0,14	(1,0)
ROQUETAS DE MAR	0,13	(1,0)
SANTA CRUZ DE MARCHENA	0,14	(1,0)
SANTA FE DE MONDÚJAR	0,14	(1,0)
SENÉS	0,14	(1,0)
SERÓN	0,14	(1,0)
SIERRO	0,14	(1,0)
SOMONTÍN	0,14	(1,0)
SORBAS	0,14	(1,0)
SUFLÍ	0,14	(1,0)
TABERNAS	0,14	(1,0)
TABERNO	0,14	(1,0)
TAHAL	0,14	(1,0)
TERQUE	0,14	(1,0)
TÍJOLA	0,14	(1,0)
TRES VILLAS, LAS	0,14	(1,0)
TURRE	0,13	(1,0)
TURRILLAS	0,14	(1,0)
ULEILA DEL CAMPO	0,14	(1,0)
URRÁCAL	0,14	(1,0)
VELEFIQUE	0,14	(1,0)
VÉLEZ BLANCO	0,13	(1,0)
VÉLEZ RUBIO	0,13	(1,0)
VERA	0,14	(1,0)
VIATOR	0,14	(1,0)
VÍCAR	0,14	(1,0)
ZURGENA	0,14	(1,0)

PROVINCIA DE CÁDIZ

ALCALÁ DE LOS GAZULES	0,05	(1,2)
ALCALÁ DEL VALLE	0,08	(1,0)
ALGAR	0,06	(1,1)
ALGECIRAS	0,04	(1,2)
ALGODONALES	0,08	(1,0)
ARCOS DE LA FRONTERA	0,06	(1,1)
BARBATE	0,05	(1,2)
BARRIOS, LOS	0,04	(1,2)
BENALUP CASAS VIEJAS	0,05	(1,2)
BENAOCAZ	0,07	(1,0)
BORNOS	0,07	(1,1)
BOSQUE, EL	0,07	(1,0)
CÁDIZ	0,07	(1,3)
CASTELLAR DE LA FRONTERA	0,05	(1,1)
CONIL DE LA FRONTERA	0,05	(1,2)
CHICLANA DE LA FRONTERA	0,05	(1,3)
CHIPIONA	0,08	(1,2)
ESPERA	0,07	(1,1)
GASTOR, EL	0,08	(1,0)

GRAZALEMA	0,08	(1,0)
JEREZ DE LA FRONTERA	0,06	(1,2)
JIMENA DE LA FRONTERA	0,06	(1,1)
LÍNEA DE LA CONCEPCIÓN, LA	0,04	(1,1)
MEDINA SIDONIA	0,05	(1,2)
OLVERA	0,08	(1,0)
PATERNA DE RIVERA	0,05	(1,2)
PRADO DEL REY	0,08	(1,0)
PUERTO DE SANTA MARÍA, EL	0,06	(1,3)
PUERTO REAL	0,06	(1,3)
PUERTO SERRANO	0,08	(1,0)
ROTA	0,07	(1,2)
SAN FERNANDO	0,06	(1,3)
SAN JOSÉ DEL VALLE	0,05	(1,1)
SAN ROQUE	0,04	(1,1)
SANLÚCAR DE BARRAMEDA	0,07	(1,2)
SETENIL DE LAS BODEGAS	0,08	(1,0)
TARIFA	0,04	(1,2)
TORRE ALHÁQUIME	0,08	(1,0)
TREBUJENA	0,07	(1,2)
UBRIQUE	0,07	(1,1)
VEJER DE LA FRONTERA	0,05	(1,2)
VILLALUENGA DEL ROSARIO	0,07	(1,0)
VILLAMARTÍN	0,08	(1,0)
ZAHARA	0,08	(1,0)

PROVINCIA DE CÓRDOBA

ADAMUZ	0,05	(1,1)
AGUILAR DE LA FRONTERA	0,06	(1,0)
ALMEDINILLA	0,10	(1,0)
ALMODÓVAR DEL RÍO	0,05	(1,1)
BAENA	0,07	(1,0)
BENAMEJÍ	0,08	(1,0)
BUJALANCE	0,06	(1,0)
CABRA	0,07	(1,0)
CAÑETE DE LAS TORRES	0,06	(1,0)
CARCABUEY	0,09	(1,0)
CARLOTA, LA	0,06	(1,1)
CARPIO, EL	0,05	(1,0)
CASTRO DEL RÍO	0,06	(1,0)
CÓRDOBA	0,05	(1,1)
DOÑA MENCÍA	0,07	(1,0)
ENCINAS REALES	0,08	(1,0)
ESPEJO	0,06	(1,0)
FERNÁN NÚÑEZ	0,06	(1,0)
FUENTE PALMERA	0,06	(1,1)
FUENTE TÓJAR	0,09	(1,0)
GUADALCÁZAR	0,06	(1,1)
HORNACHUELOS	0,05	(1,1)
IZNÁJAR	0,10	(1,0)
LUCENA	0,08	(1,0)
LUQUE	0,07	(1,0)
MONTALBÁN DE CÓRDOBA	0,06	(1,0)
MONTEMAYOR	0,06	(1,0)
MONTILLA	0,06	(1,0)
MONTORO	0,05	(1,0)
MONTURQUE	0,07	(1,0)
MORILES	0,07	(1,0)
NUEVA CARTEYA	0,06	(1,0)
OBEJO	0,04	(1,1)
PALENCIANA	0,08	(1,0)
PALMA DEL RÍO	0,06	(1,1)
PEDRO ABAD	0,05	(1,0)
POSADAS	0,06	(1,1)
PRIEGO DE CÓRDOBA	0,09	(1,0)
PUENTE GENIL	0,06	(1,0)
RAMBLA, LA	0,06	(1,0)
RUTE	0,09	(1,0)
SAN SEBASTIÁN DE LOS BALLESTEROS	0,06	(1,0)
SANTAELLA	0,06	(1,0)
VALENZUELA	0,06	(1,0)
VICTORIA, LA	0,06	(1,0)
VILLA DEL RÍO	0,05	(1,0)
VILLAFRANCA DE CÓRDOBA	0,05	(1,0)
VILLAHARTA	0,04	(1,1)
VILLAVICIOSA DE CÓRDOBA	0,04	(1,1)
ZUHEROS	0,07	(1,0)

PROVINCIA DE GRANADA

AGRÓN	0,24	(1,0)
ALAMEDILLA	0,09	(1,0)
ALBOLOTE	0,23	(1,0)
ALBONDÓN	0,14	(1,0)
ALBUÑÁN	0,13	(1,0)
ALBUÑOL	0,14	(1,0)
ALBUÑUELAS	0,22	(1,0)
ALDEIRE	0,13	(1,0)
ALFACAR	0,22	(1,0)
ALGARINEJO	0,12	(1,0)
ALHAMA DE GRANADA	0,23	(1,0)
ALHENDÍN	0,24	(1,0)
ALICÚN DE ORTEGA	0,08	(1,0)
ALMEGÍJAR	0,15	(1,0)
ALMUÑÉCAR	0,16	(1,0)
ALPUJARRA DE LA SIERRA	0,14	(1,0)
ALQUIFE	0,13	(1,0)
ARENAS DEL REY	0,24	(1,0)
ARMILLA	0,24	(1,0)
ATARFE	0,23	(1,0)
BAZA	0,12	(1,0)
BEAS DE GRANADA	0,20	(1,0)
BEAS DE GUADIX	0,12	(1,0)
BENALÚA	0,11	(1,0)
BENALÚA DE LAS VILLAS	0,16	(1,0)
BENAMAUREL	0,12	(1,0)
BÉRCHULES	0,15	(1,0)
BUBIÓN	0,17	(1,0)
BUSQUÍSTAR	0,15	(1,0)
CACÍN	0,24	(1,0)
CÁDIAR	0,14	(1,0)
CÁJAR	0,23	(1,0)
CALAHORRA, LA	0,13	(1,0)
CALICASAS	0,21	(1,0)
CAMPOTÉJAR	0,13	(1,0)
CANILES	0,13	(1,0)
CÁÑAR	0,18	(1,0)
CAPILEIRA	0,17	(1,0)
CARATAUNAS	0,17	(1,0)
CÁSTARAS	0,15	(1,0)
CASTILLÉJAR	0,11	(1,0)
CASTRIL	0,09	(1,0)
CENES DE LA VEGA	0,22	(1,0)
CIJUELA	0,23	(1,0)
COGOLLOS DE GUADIX	0,13	(1,0)
COGOLLOS DE LA VEGA	0,21	(1,0)
COLOMERA	0,18	(1,0)
CORTES DE BAZA	0,11	(1,0)
CORTES Y GRAENA	0,12	(1,0)
CUEVAS DEL CAMPO	0,10	(1,0)
CÚLLAR	0,13	(1,0)
CÚLLAR VEGA	0,24	(1,0)
CHAUCHINA	0,23	(1,0)
CHIMENEAS	0,24	(1,0)
CHURRIANA DE LA VEGA	0,24	(1,0)
DARRO	0,12	(1,0)
DEHESAS DE GUADIX	0,09	(1,0)
DEIFONTES	0,19	(1,0)
DIEZMA	0,14	(1,0)
DÍLAR	0,24	(1,0)
DÓLAR	0,13	(1,0)

DÚDAR	0,21	(1,0)
DÚRCAL	0,22	(1,0)
ESCÚZAR	0,25	(1,0)
FERREIRA	0,13	(1,0)
FONELAS	0,10	(1,0)
FREILA	0,11	(1,0)
FUENTE VAQUEROS	0,23	(1,0)
GABIAS, LAS	0,24	(1,0)
GALERA	0,12	(1,0)
GOBERNADOR	0,10	(1,0)
GÓJAR	0,24	(1,0)
GOR	0,12	(1,0)
GORAFE	0,10	(1,0)
GRANADA	0,23	(1,0)
GUADAHORTUNA	0,09	(1,0)
GUADIX	0,12	(1,0)
GUAJARES, LOS	0,18	(1,0)
GUALCHOS	0,13	(1,0)
GÜEJAR SIERRA	0,20	(1,0)
GÜEVÉJAR	0,21	(1,0)
HUÉLAGO	0,11	(1,0)
HUÉNEJA	0,14	(1,0)
HUÉSCAR	0,11	(1,0)
HUÉTOR DE SANTILLÁN	0,21	(1,0)
HUÉTOR TÁJAR	0,18	(1,0)
HUÉTOR VEGA	0,23	(1,0)
ILLORA	0,19	(1,0)
ITRABO	0,18	(1,0)
IZNALLOZ	0,16	(1,0)
JAYENA	0,24	(1,0)
JEREZ DEL MARQUESADO	0,13	(1,0)
JETE	0,18	(1,0)
JUN	0,22	(1,0)
JUVILES	0,15	(1,0)
LÁCHAR	0,23	(1,0)
LANJARÓN	0,18	(1,0)
LANTEIRA	0,13	(1,0)
LECRÍN	0,21	(1,0)
LENTEGÍ	0,20	(1,0)
LOBRAS	0,15	(1,0)
LOJA	0,16	(1,0)
LUGROS	0,14	(1,0)
LÚJAR	0,14	(1,0)
MALAHÁ, LA	0,24	(1,0)
MARACENA	0,23	(1,0)
MARCHAL	0,12	(1,0)
MOCLÍN	0,19	(1,0)
MOLVÍZAR	0,17	(1,0)
MONACHIL	0,23	(1,0)
MONTEFRÍO	0,15	(1,0)
MONTEJÍCAR	0,10	(1,0)
MONTILLANA	0,12	(1,0)
MORALEDA DE ZAFAYONA	0,21	(1,0)
MORELÁBOR	0,11	(1,0)
MOTRIL	0,14	(1,0)
MURTAS	0,14	(1,0)
NEVADA	0,14	(1,0)
NIGÜELAS	0,21	(1,0)
NÍVAR	0,21	(1,0)
OGÍJARES	0,24	(1,0)
ORCE	0,13	(1,0)
ÓRGIVA	0,17	(1,0)
OTÍVAR	0,19	(1,0)
OTURA	0,24	(1,0)
PADUL	0,24	(1,0)
PAMPANEIRA	0,17	(1,0)
PEDRO MARTÍNEZ	0,09	(1,0)
PELIGROS	0,23	(1,0)
PEZA, LA	0,14	(1,0)
PINAR, EL	0,19	(1,0)
PINOS GENIL	0,22	(1,0)
PINOS PUENTE	0,22	(1,0)
PÍÑAR	0,12	(1,0)
POLÍCAR	0,13	(1,0)
POLOPOS	0,14	(1,0)
PÓRTUGOS	0,16	(1,0)
PUEBLA DE DON FADRIQUE	0,08	(1,0)
PULIANAS	0,22	(1,0)
PURULLENA	0,12	(1,0)
QUÉNTAR	0,20	(1,0)
RUBITE	0,14	(1,0)
SALAR	0,19	(1,0)
SALOBREÑA	0,15	(1,0)
SANTA CRUZ DEL COMERCIO	0,23	(1,0)
SANTA FE	0,24	(1,0)
SOPORTÚJAR	0,17	(1,0)
SORVILÁN	0,14	(1,0)
TAHA, LA	0,16	(1,0)
TORRE CARDELA	0,10	(1,0)
TORVIZCÓN	0,15	(1,0)
TREVÉLEZ	0,16	(1,0)
TURÓN	0,14	(1,0)
UGÍJAR	0,14	(1,0)
VALLE DEL ZALABÍ	0,12	(1,0)
VALLE, EL	0,21	(1,0)
VÁLOR	0,14	(1,0)
VEGAS DEL GENIL	0,24	(1,0)
VÉLEZ DE BENAUDALLA	0,17	(1,0)
VENTAS DE HUELMA	0,24	(1,0)
VILLAMENA	0,22	(1,0)
VILLANUEVA DE LAS TORRES	0,09	(1,0)
VILLANUEVA MESÍA	0,19	(1,0)
VÍZNAR	0,21	(1,0)
ZAFARRAYA	0,20	(1,0)
ZAGRA	0,13	(1,0)
ZUBIA, LA	0,24	(1,0)
ZÚJAR	0,11	(1,0)

PROVINCIA DE HUELVA

ALÁJAR	0,06	(1,3)
ALJARAQUE	0,10	(1,3)
ALMENDRO, EL	0,11	(1,3)
ALMONASTER LA REAL	0,07	(1,3)
ALMONTE	0,08	(1,2)
ALOSNO	0,09	(1,3)
ARACENA	0,06	(1,3)
AROCHE	0,07	(1,3)
ARROYOMOLINOS DE LEÓN	0,05	(1,3)
AYAMONTE	0,14	(1,3)
BEAS	0,09	(1,2)
BERROCAL	0,07	(1,2)
BOLLULLOS PAR DEL CONDADO	0,08	(1,2)
BONARES	0,09	(1,2)
CABEZAS RUBIAS	0,09	(1,3)
CALA	0,05	(1,3)
CALAÑAS	0,08	(1,3)
CAMPILLO, EL	0,07	(1,3)
CAMPOFRÍO	0,06	(1,3)
CAÑAVERAL DE LEÓN	0,05	(1,3)
CARTAYA	0,11	(1,3)
CASTAÑO DEL ROBLEDO	0,06	(1,3)
CERRO DE ANDÉVALO, EL	0,08	(1,3)
CORTECONCEPCIÓN	0,06	(1,3)
CORTEGANA	0,07	(1,3)
CORTELAZOR	0,06	(1,3)
CUMBRES DE ENMEDIO	0,06	(1,3)
CUMBRES DE SAN BARTOLOMÉ	0,06	(1,3)
CUMBRES MAYORES	0,06	(1,3)
CHUCENA	0,08	(1,2)
ENCINASOLA	0,06	(1,3)
ESCACENA DEL CAMPO	0,08	(1,2)
FUENTEHERIDOS	0,06	(1,3)

GALAROZA	0,06	(1,3)
GIBRALEÓN	0,10	(1,3)
GRANADA DE RÍO TINTO, LA	0,06	(1,3)
GRANADO, EL	0,12	(1,3)
HIGUERA DE LA SIERRA	0,06	(1,3)
HINOJALES	0,06	(1,3)
HINOJOS	0,08	(1,2)
HUELVA	0,10	(1,3)
ISLA CRISTINA	0,13	(1,3)
JABUGO	0,06	(1,3)
LEPE	0,12	(1,3)
LINARES DE LA SIERRA	0,06	(1,3)
LUCENA DEL PUERTO	0,09	(1,2)
MANZANILLA	0,08	(1,2)
MARINES, LOS	0,06	(1,3)
MINAS DE RIOTINTO	0,07	(1,3)
MOGUER	0,10	(1,2)
NAVA, LA	0,06	(1,3)
NERVA	0,07	(1,3)
NIEBLA	0,09	(1,2)
PALMA DEL CONDADO, LA	0,08	(1,2)
PALOS DE LA FRONTERA	0,10	(1,3)
PATERNA DEL CAMPO	0,08	(1,2)
PAYMOGO	0,11	(1,3)
PUEBLA DE GUZMÁN	0,10	(1,3)
PUERTO MORAL	0,06	(1,3)
PUNTA UMBRÍA	0,10	(1,3)
ROCIANA DEL CONDADO	0,09	(1,2)
ROSAL DE LA FRONTERA	0,09	(1,3)
SAN BARTOLOMÉ DE LA TORRE	0,10	(1,3)
SAN JUAN DEL PUERTO	0,09	(1,2)
SAN SILVESTRE DE GUZMÁN	0,12	(1,3)
SANLÚCAR DE GUADIANA	0,13	(1,3)
SANTA ANA LA REAL	0,06	(1,3)
SANTA BÁRBARA DE CASA	0,09	(1,3)
SANTA OLALLA DEL CALA	0,05	(1,3)
TRIGUEROS	0,09	(1,2)
VALDELARCO	0,06	(1,3)
VALVERDE DEL CAMINO	0,08	(1,2)
VILLABLANCA	0,13	(1,3)
VILLALBA DEL ALCOR	0,08	(1,2)
VILLANUEVA DE LAS CRUCES	0,09	(1,3)
VILLANUEVA DE LOS CASTILLEJOS	0,11	(1,3)
VILLARRASA	0,08	(1,2)
ZALAMEA LA REAL	0,07	(1,3)
ZUFRE	0,06	(1,3)

PROVINCIA DE JAÉN

ALBÁNCHEZ DE MÁGINA	0,07	(1,0)
ALCALÁ LA REAL	0,12	(1,0)
ALCAUDETE	0,08	(1,0)
ANDÚJAR	0,05	(1,0)
ARJONA	0,06	(1,0)
ARJONILLA	0,05	(1,0)
ARQUILLOS	0,04	(1,0)
BAEZA	0,06	(1,0)
BAILÉN	0,05	(1,0)
BAÑOS DE LA ENCINA	0,04	(1,0)
BEAS DE SEGURA	0,04	(1,0)
BEDMAR Y GARCÍEZ	0,06	(1,0)
BEGÍJAR	0,06	(1,0)
BÉLMEZ DE LA MORALEDA	0,07	(1,0)
CABRA DEL SANTO CRISTO	0,07	(1,0)
CAMBIL	0,08	(1,0)
CAMPILLO DE ARENAS	0,10	(1,0)
CANENA	0,05	(1,0)
CARBONEROS	0,04	(1,0)
CÁRCHELES	0,09	(1,0)
CASTELLAR	0,04	(1,0)
CASTILLO DE LOCUBÍN	0,10	(1,0)
CAZALILLA	0,05	(1,0)
CAZORLA	0,06	(1,0)
CHILLUÉVAR	0,06	(1,0)
ESCAÑUELA	0,06	(1,0)
ESPELÚY	0,05	(1,0)
FRAILES	0,12	(1,0)
FUENSANTA DE MARTOS	0,08	(1,0)
FUERTE DEL REY	0,06	(1,0)
GUARDIA DE JAÉN, LA	0,07	(1,0)
GUARROMÁN	0,04	(1,0)
HIGUERA DE CALATRAVA	0,06	(1,0)
HINOJARES	0,08	(1,0)
HORNOS	0,04	(1,0)
HUELMA	0,08	(1,0)
HUESA	0,07	(1,0)
IBROS	0,05	(1,0)
IRUELA, LA	0,06	(1,0)
IZNATORAF	0,05	(1,0)
JABALQUINTO	0,05	(1,0)
JAÉN	0,07	(1,0)
JAMILENA	0,07	(1,0)
JIMENA	0,06	(1,0)
JÓDAR	0,06	(1,0)
LAHIGUERA	0,05	(1,0)
LARVA	0,07	(1,0)
LINARES	0,05	(1,0)
LOPERA	0,05	(1,0)
LUPIÓN	0,06	(1,0)
MANCHA REAL	0,07	(1,0)
MARMOLEJO	0,05	(1,0)
MARTOS	0,07	(1,0)
MENGÍBAR	0,06	(1,0)
NAVAS DE SAN JUAN	0,04	(1,0)
NOALEJO	0,11	(1,0)
PEAL DE BECERRO	0,06	(1,0)
PEGALAJAR	0,07	(1,0)
PORCUNA	0,06	(1,0)
POZO ALCÓN	0,08	(1,0)
QUESADA	0,07	(1,0)
RUS	0,05	(1,0)
SABIOTE	0,05	(1,0)
SANTIAGO DE CALATRAVA	0,06	(1,0)
SANTIAGO PONTONES	0,05	(1,0)
SANTISTEBAN DEL PUERTO	0,04	(1,0)
SANTO TOMÉ	0,06	(1,0)
SORIHUELA DEL GUADALIMAR	0,04	(1,0)
TORRE DEL CAMPO	0,07	(1,0)
TORREBLASCOPEDRO	0,06	(1,0)
TORREDONJIMENO	0,07	(1,0)
TORREPEROJIL	0,05	(1,0)
TORRES	0,07	(1,0)
ÚBEDA	0,06	(1,0)
VALDEPEÑAS DE JAÉN	0,09	(1,0)
VILCHES	0,04	(1,0)
VILLACARRILLO	0,05	(1,0)
VILLANUEVA DE LA REINA	0,05	(1,0)
VILLANUEVA DEL ARZOBISPO	0,04	(1,0)
VILLARDOMPARDO	0,06	(1,0)
VILLARES, LOS	0,08	(1,0)
VILLATORRES	0,06	(1,0)

PROVINCIA DE MÁLAGA

ALAMEDA	0,08	(1,0)
ALCAUCÍN	0,21	(1,0)
ALFARNATE	0,16	(1,0)
ALFARNATEJO	0,16	(1,0)
ALGARROBO	0,18	(1,0)
ALGATOCÍN	0,07	(1,0)
ALHAURÍN DE LA TORRE	0,08	(1,0)

ALHAURÍN EL GRANDE	0,08	(1,0)
ALMÁCHAR	0,16	(1,0)
ALMARGEN	0,08	(1,0)
ALMOGÍA	0,09	(1,0)
ÁLORA	0,08	(1,0)
ALOZAINA	0,08	(1,0)
ALPANDEIRE	0,07	(1,0)
ANTEQUERA	0,09	(1,0)
ÁRCHEZ	0,21	(1,0)
ARCHIDONA	0,11	(1,0)
ARDALES	0,08	(1,0)
ARENAS	0,20	(1,0)
ARRIATE	0,08	(1,0)
ATAJATE	0,07	(1,0)
BENADALID	0,07	(1,0)
BENAHAVÍS	0,07	(1,0)
BENALAURÍA	0,07	(1,0)
BENALMÁDENA	0,08	(1,0)
BENAMARGOSA	0,17	(1,0)
BENAMOCARRA	0,17	(1,0)
BENAOJÁN	0,07	(1,0)
BENARRABÁ	0,07	(1,0)
BORGE, EL	0,16	(1,0)
BURGO, EL	0,08	(1,0)
CAMPILLOS	0,08	(1,0)
CANILLAS DE ACEITUNO	0,21	(1,0)
CANILLAS DE ALBAIDA	0,21	(1,0)
CAÑETE LA REAL	0,08	(1,0)
CARRATRACA	0,08	(1,0)
CARTAJIMA	0,07	(1,0)
CÁRTAMA	0,08	(1,0)
CASABERMEJA	0,11	(1,0)
CASARABONELA	0,08	(1,0)
CASARES	0,07	(1,1)
COÍN	0,07	(1,0)
COLMENAR	0,14	(1,0)
COMARES	0,16	(1,0)
CÓMPETA	0,21	(1,0)
CORTES DE LA FRONTERA	0,07	(1,0)
CUEVAS BAJAS	0,09	(1,0)
CUEVAS DE SAN MARCOS	0,09	(1,0)
CUEVAS DEL BECERRO	0,08	(1,0)
CÚTAR	0,17	(1,0)
ESTEPONA	0,07	(1,1)
FARAJÁN	0,07	(1,0)
FRIGILIANA	0,19	(1,0)
FUENGIROLA	0,07	(1,0)
FUENTE DE PIEDRA	0,08	(1,0)
GAUCÍN	0,07	(1,1)
GENALGUACIL	0,07	(1,0)
GUARO	0,07	(1,0)
HUMILLADERO	0,08	(1,0)
IGUALEJA	0,08	(1,0)
ISTÁN	0,07	(1,0)
IZNATE	0,16	(1,0)
JIMERA DE LÍBAR	0,07	(1,0)
JUBRIQUE	0,07	(1,0)
JÚZCAR	0,07	(1,0)
MACHARAVIAYA	0,15	(1,0)
MÁLAGA	0,11	(1,0)
MANILVA	0,06	(1,1)
MARBELLA	0,07	(1,0)
MIJAS	0,07	(1,0)
MOCLINEJO	0,15	(1,0)
MOLLINA	0,08	(1,0)
MONDA	0,07	(1,0)
MONTEJAQUE	0,07	(1,0)
NERJA	0,17	(1,0)
OJÉN	0,07	(1,0)
PARAUTA	0,08	(1,0)
PERIANA	0,19	(1,0)
PIZARRA	0,08	(1,0)
PUJERRA	0,07	(1,0)
RINCÓN DE LA VICTORIA	0,12	(1,0)
RIOGORDO	0,16	(1,0)
RONDA	0,08	(1,0)
SALARES	0,21	(1,0)
SAYALONGA	0,19	(1,0)
SEDELLA	0,21	(1,0)
SIERRA DE YEGUAS	0,08	(1,0)
TEBA	0,08	(1,0)
TOLOX	0,08	(1,0)
TORREMOLINOS	0,08	(1,0)
TORROX	0,18	(1,0)
TOTALÁN	0,13	(1,0)
VALLE DE ABDALAJÍS	0,08	(1,0)
VÉLEZ MÁLAGA	0,18	(1,0)
VILLANUEVA DE ALGAIDAS	0,09	(1,0)
VILLANUEVA DE TAPIA	0,11	(1,0)
VILLANUEVA DEL ROSARIO	0,13	(1,0)
VILLANUEVA DEL TRABUCO	0,13	(1,0)
VIÑUELA	0,19	(1,0)
YUNQUERA	0,08	(1,0)

PROVINCIA DE SEVILLA

AGUADULCE	0,07	(1,0)
ALANÍS	0,04	(1,2)
ALBAIDA DEL ALJARAFE	0,07	(1,1)
ALCALÁ DE GUADAIRA	0,06	(1,1)
ALCALÁ DEL RÍO	0,07	(1,1)
ALCOLEA DEL RÍO	0,06	(1,1)
ALGABA, LA	0,07	(1,2)
ALGÁMITAS	0,08	(1,0)
ALMADÉN DE LA PLATA	0,05	(1,2)
ALMENSILLA	0,07	(1,1)
ARAHAL	0,06	(1,1)
AZNALCÁZAR	0,08	(1,2)
AZNALCÓLLAR	0,07	(1,2)
BADOLATOSA	0,07	(1,0)
BENACAZÓN	0,08	(1,1)
BOLLULLOS DE LA MITACIÓN	0,07	(1,1)
BORMUJOS	0,07	(1,1)
BRENES	0,06	(1,1)
BURGUILLOS	0,06	(1,1)
CABEZAS DE SAN JUAN, LAS	0,07	(1,1)
CAMAS	0,07	(1,2)
CAMPANA, LA	0,06	(1,1)
CANTILLANA	0,06	(1,1)
CAÑADA ROSAL	0,06	(1,1)
CARMONA	0,06	(1,1)
CARRIÓN DE LOS CÉSPEDES	0,08	(1,2)
CASARICHE	0,07	(1,0)
CASTILBLANCO DE LOS ARROYOS	0,06	(1,2)
CASTILLEJA DE GUZMÁN	0,07	(1,2)
CASTILLEJA DE LA CUESTA	0,07	(1,1)
CASTILLEJA DEL CAMPO	0,08	(1,2)
CASTILLO DE LAS GUARDAS, EL	0,07	(1,2)
CAZALLA DE LA SIERRA	0,05	(1,2)
CONSTANTINA	0,05	(1,1)
CORIA DEL RÍO	0,07	(1,1)
CORIPE	0,08	(1,0)
CORONIL, EL	0,07	(1,1)
CORRALES, LOS	0,08	(1,0)
CUERVO DE SEVILLA, EL	0,06	(1,2)
DOS HERMANAS	0,07	(1,1)
ÉCIJA	0,06	(1,1)
ESPARTINAS	0,07	(1,1)
ESTEPA	0,07	(1,0)
FUENTES DE ANDALUCÍA	0,06	(1,1)
GARROBO, EL	0,07	(1,2)
GELVES	0,07	(1,1)

GERENA	0,07	(1,2)
GILENA	0,07	(1,0)
GINES	0,07	(1,1)
GUADALCANAL	0,04	(1,2)
GUILLENA	0,07	(1,2)
HERRERA	0,06	(1,0)
HUÉVAR DE ALJARAFE	0,08	(1,2)
ISLA MAYOR	0,08	(1,2)
LANTEJUELA, LA	0,06	(1,1)
LEBRIJA	0,06	(1,2)
LORA DE ESTEPA	0,07	(1,0)
LORA DEL RÍO	0,06	(1,1)
LUISIANA, LA	0,06	(1,1)
MADROÑO, EL	0,07	(1,2)
MAIRENA DEL ALCOR	0,06	(1,1)
MAIRENA DEL ALJARAFE	0,07	(1,1)
MARCHENA	0,06	(1,1)
MARINALEDA	0,06	(1,0)
MARTÍN DE LA JARA	0,08	(1,0)
MOLARES, LOS	0,06	(1,1)
MONTELLANO	0,07	(1,1)
MORÓN DE LA FRONTERA	0,07	(1,1)
NAVAS DE LA CONCEPCIÓN, LAS	0,05	(1,1)
OLIVARES	0,07	(1,1)
OSUNA	0,07	(1,0)
PALACIOS Y VILLAFRANCA, LOS	0,07	(1,1)
PALOMARES DEL RÍO	0,07	(1,1)
PARADAS	0,06	(1,1)
PEDRERA	0,07	(1,0)
PEDROSO, EL	0,05	(1,1)
PEÑAFLOR	0,06	(1,1)
PILAS	0,08	(1,2)
PRUNA	0,08	(1,0)
PUEBLA DE CAZALLA, LA	0,06	(1,1)
PUEBLA DE LOS INFANTES, LA	0,06	(1,1)
PUEBLA DEL RÍO, LA	0,07	(1,1)
REAL DE LA JARA, EL	0,05	(1,2)
RINCONADA, LA	0,07	(1,1)
RODA DE ANDALUCÍA, LA	0,07	(1,0)
RONQUILLO, EL	0,06	(1,2)
RUBIO, EL	0,06	(1,0)
SALTERAS	0,07	(1,2)
SAN JUAN DE AZNALFARACHE	0,07	(1,1)
SAN NICOLÁS DEL PUERTO	0,04	(1,2)
SANLÚCAR LA MAYOR	0,08	(1,1)
SANTIPONCE	0,07	(1,2)
SAUCEJO, EL	0,08	(1,0)
SEVILLA	0,07	(1,1)
TOCINA	0,06	(1,1)
TOMARES	0,07	(1,1)
UMBRETE	0,07	(1,1)
UTRERA	0,06	(1,1)
VALENCINA DE LA CONCEPCIÓN	0,07	(1,2)
VILLAMANRIQUE DE LA CONDESA	0,08	(1,2)
VILLANUEVA DE SAN JUAN	0,08	(1,0)
VILLANUEVA DEL ARISCAL	0,07	(1,1)
VILLANUEVA DEL RÍO Y MINAS	0,06	(1,1)
VILLAVERDE DEL RÍO	0,06	(1,1)
VISO DEL ALCOR, EL	0,06	(1,1)

ARAGÓN

PROVINCIA DE HUESCA

AÍNSA SOBRARBE	0,05	(1,0)
AISA	0,05	(1,0)
ANSÓ	0,05	(1,0)
ARAGÜÉS DEL PUERTO	0,05	(1,0)
BENASQUE	0,05	(1,0)
BIELSA	0,10	(1,0)
BIESCAS	0,07	(1,0)
BISAURRI	0,04	(1,0)
BOLTAÑA	0,05	(1,0)
BORAU	0,05	(1,0)
BROTO	0,08	(1,0)
CAMPO	0,04	(1,0)
CANAL DE BERDÚN	0,04	(1,0)
CANFRANC	0,07	(1,0)
CASTEJÓN DE SOS	0,04	(1,0)
CASTIELLO DE JACA	0,05	(1,0)
CHÍA	0,05	(1,0)
FAGO	0,05	(1,0)
FANLO	0,09	(1,0)
FISCAL	0,05	(1,0)
FORADADA DEL TOSCAR	0,04	(1,0)
FUEVA, LA	0,04	(1,0)
GISTAÍN	0,06	(1,0)
HOZ DE JACA	0,09	(1,0)
JACA	0,04	(1,0)
JASA	0,05	(1,0)
LABUERDA	0,06	(1,0)
LASPUÑA	0,07	(1,0)
PALO	0,04	(1,0)
PANTICOSA	0,10	(1,0)
PLAN	0,08	(1,0)
PUENTE LA REINA DE JACA	0,04	(1,0)
PUÉRTOLAS	0,08	(1,0)
PUEYO DE ARAGUÁS, EL	0,05	(1,0)
SABIÑÁNIGO	0,04	(1,0)
SAHÚN	0,05	(1,0)
SALLENT DE GÁLLEGO	0,10	(1,0)
SAN JUAN DE PLAN	0,08	(1,0)
SANTA CILIA DE JACA	0,04	(1,0)
SANTA CRUZ DE LA SERÓS	0,04	(1,0)
SEIRA	0,04	(1,0)
SESUÉ	0,05	(1,0)
TELLA SIN	0,09	(1,0)
TORLA	0,09	(1,0)
VALLE DE BARDAJI	0,04	(1,0)
VALLE DE HECHO	0,06	(1,0)
VILLANOVA	0,05	(1,0)
VILLANÚA	0,06	(1,0)
YEBRA DE BASA	0,04	(1,0)
YÉSERO	0,07	(1,0)

PROVINCIA DE ZARAGOZA

ARTIEDA	0,04	(1,0)
BAGÜÉS	0,04	(1,0)
MIANOS	0,04	(1,0)
NAVARDÚN	0,04	(1,0)
PINTANOS, LOS	0,04	(1,0)
SALVATIERRA DE ESCA	0,05	(1,0)
SIGÜÉS	0,04	(1,0)
UNDUÉS DE LERDA	0,04	(1,0)
URRIÉS	0,04	(1,0)

CANARIAS

PROVINCIA DE LAS PALMAS

AGAETE	0,04	(1,0)
AGÜIMES	0,04	(1,0)

ANTIGUA	0,04	(1,0)
ARRECIFE	0,04	(1,0)
ARTENARA	0,04	(1,0)
ARUCAS	0,04	(1,0)
BETANCURIA	0,04	(1,0)
FIRGAS	0,04	(1,0)
GÁLDAR	0,04	(1,0)
HARÍA	0,04	(1,0)
INGENIO	0,04	(1,0)
MOGÁN	0,04	(1,0)
MOYA	0,04	(1,0)
OLIVA, LA	0,04	(1,0)
PÁJARA	0,04	(1,0)
PALMAS DE GRAN CANARIA, LAS	0,04	(1,0)
PUERTO DEL ROSARIO	0,04	(1,0)
SAN BARTOLOMÉ	0,04	(1,0)
SAN BARTOLOMÉ DE TIRAJANA	0,04	(1,0)
SAN NICOLÁS DE TOLENTINO	0,04	(1,0)
SANTA BRÍGIDA	0,04	(1,0)
SANTA LUCÍA DE TIRAJANA	0,04	(1,0)
STA. M. DE GUÍA DE G. CANARIA	0,04	(1,0)
TEGUISE	0,04	(1,0)
TEJEDA	0,04	(1,0)
TELDE	0,04	(1,0)
TEROR	0,04	(1,0)
TÍAS	0,04	(1,0)
TINAJO	0,04	(1,0)
TUINEJE	0,04	(1,0)
VALLESECO	0,04	(1,0)
VALSEQUILLO DE GRAN CANARIA	0,04	(1,0)
VEGA DE SAN MATEO	0,04	(1,0)
YAIZA	0,04	(1,0)

PROVINCIA DE SANTA CRUZ DE TENERIFE

ADEJE	0,04	(1,0)
AGULO	0,04	(1,0)
ALAJERÓ	0,04	(1,0)
ARAFO	0,04	(1,0)
ARICO	0,04	(1,0)
ARONA	0,04	(1,0)
BARLOVENTO	0,04	(1,0)
BREÑA ALTA	0,04	(1,0)
BREÑA BAJA	0,04	(1,0)
BUENAVISTA DEL NORTE	0,04	(1,0)
CANDELARIA	0,04	(1,0)
FASNIA	0,04	(1,0)
FRONTERA	0,04	(1,0)
FUENCALIENTE DE LA PALMA	0,04	(1,0)
GARACHICO	0,04	(1,0)
GARAFÍA	0,04	(1,0)
GRANADILLA DE ABONA	0,04	(1,0)
GUANCHA, LA	0,04	(1,0)
GUÍA DE ISORA	0,04	(1,0)
GÜÍMAR	0,04	(1,0)
HERMIGUA	0,04	(1,0)
ICOD DE LOS VINOS	0,04	(1,0)
LLANOS DE ARIDANE, LOS	0,04	(1,0)
MATANZA DE ACENTEJO, LA	0,04	(1,0)
OROTAVA, LA	0,04	(1,0)
PASO, EL	0,04	(1,0)
PUERTO DE LA CRUZ	0,04	(1,0)
PUNTAGORDA	0,04	(1,0)
PUNTALLANA	0,04	(1,0)
REALEJOS, LOS	0,04	(1,0)
ROSARIO, EL	0,04	(1,0)
SAN ANDRÉS Y SAUCES	0,04	(1,0)
SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA	0,04	(1,0)
SAN JUAN DE LA RAMBLA	0,04	(1,0)
SAN MIGUEL DE ABONA	0,04	(1,0)
SAN SEBASTIÁN DE LA GOMERA	0,04	(1,0)
SANTA CRUZ DE LA PALMA	0,04	(1,0)
SANTA CRUZ DE TENERIFE	0,04	(1,0)
SANTA ÚRSULA	0,04	(1,0)
SANTIAGO DEL TEIDE	0,04	(1,0)
SAUZAL, EL	0,04	(1,0)
SILOS, LOS	0,04	(1,0)
TACORONTE	0,04	(1,0)
TANQUE, EL	0,04	(1,0)
TAZACORTE	0,04	(1,0)
TEGUESTE	0,04	(1,0)
TIJARAFE	0,04	(1,0)
VALLE GRAN REY	0,04	(1,0)
VALLEHERMOSO	0,04	(1,0)
VALVERDE	0,04	(1,0)
VICTORIA DE ACENTEJO, LA	0,04	(1,0)
VILAFLOR	0,04	(1,0)
VILLA DE MAZO	0,04	(1,0)

CASTILLA-LA MANCHA

PROVINCIA DE ALBACETE

ALATOZ	0,05	(1,0)
ALBATANA	0,07	(1,0)
ALCADOZO	0,05	(1,0)
ALMANSA	0,07	(1,0)
ALPERA	0,07	(1,0)
AYNA	0,05	(1,0)
BALSA DE VES	0,04	(1,0)
BONETE	0,07	(1,0)
CARCELÉN	0,05	(1,0)
CAUDETE	0,07	(1,0)
CORRAL RUBIO	0,06	(1,0)
ELCHE DE LA SIERRA	0,06	(1,0)
FÉREZ	0,07	(1,0)
FUENTE ÁLAMO	0,07	(1,0)
HELLÍN	0,07	(1,0)
HIGUERUELA	0,05	(1,0)
HOYA GONZALO	0,05	(1,0)
LETUR	0,06	(1,0)
LIÉTOR	0,06	(1,0)
MOLINICOS	0,04	(1,0)
MONTEALEGRE DEL CASTILLO	0,07	(1,0)
NERPIO	0,05	(1,0)
ONTUR	0,07	(1,0)
PÉTROLA	0,06	(1,0)
POZOHONDO	0,04	(1,0)
SOCOVOS	0,07	(1,0)
TOBARRA	0,07	(1,0)
VILLA DE VES	0,04	(1,0)
YESTE	0,04	(1,0)

CATALUÑA

PROVINCIA DE BARCELONA

ABRERA	0,04	(1,0)
AIGUAFREDA	0,05	(1,0)
ALELLA	0,04	(1,0)
ALPENS	0,08	(1,0)

AMETLLA DEL VALLÈS, L'	0,04	(1,0)	FOGARS DE LA SELVA	0,05	(1,0)
ARENYS DE MAR	0,04	(1,0)	FOGARS DE MONTCLÚS	0,05	(1,0)
ARENYS DE MUNT	0,04	(1,0)	FOLGUEROLES	0,07	(1,0)
ARGENTONA	0,04	(1,0)	FONT RUBÍ	0,04	(1,0)
ARTÉS	0,04	(1,0)	FRANQUESES DEL VALLÈS, LES	0,04	(1,0)
AVIÀ	0,05	(1,0)	GAIÀ	0,04	(1,0)
AVINYÓ	0,04	(1,0)	GALLIFA	0,04	(1,0)
AVINYONET DEL PENEDÈS	0,04	(1,0)	GARRIGA, LA	0,04	(1,0)
BADALONA	0,04	(1,0)	GAVÀ	0,04	(1,0)
BADIA DEL VALLÈS	0,04	(1,0)	GELIDA	0,04	(1,0)
BAGÀ	0,07	(1,0)	GIRONELLA	0,04	(1,0)
BALENYÀ	0,05	(1,0)	GISCLARENY	0,06	(1,0)
BALSARENY	0,04	(1,0)	GRANADA, LA	0,04	(1,0)
BARBERÀ DEL VALLÈS	0,04	(1,0)	GRANERA	0,04	(1,0)
BARCELONA	0,04	(1,0)	GRANOLLERS	0,04	(1,0)
BEGUES	0,04	(1,0)	GUALBA	0,05	(1,0)
BELLPRAT	0,04	(1,0)	GUARDIOLA DE BERGUEDÀ	0,07	(1,0)
BERGA	0,05	(1,0)	GURB	0,06	(1,0)
BIGUES I RIELLS	0,04	(1,0)	HOSPITALET DE LLOBREGAT, L'	0,04	(1,0)
BORREDÀ	0,07	(1,0)	HOSTALETS DE PIEROLA, ELS	0,04	(1,0)
BRUC, EL	0,04	(1,0)	IGUALADA	0,04	(1,0)
BRULL, EL	0,05	(1,0)	JORBA	0,04	(1,0)
CABANYES, LES	0,04	(1,0)	LLACUNA, LA	0,04	(1,0)
CABRERA DE MAR	0,04	(1,0)	LLAGOSTA, LA	0,04	(1,0)
CABRERA D'IGUALADA	0,04	(1,0)	LLIÇÀ D'AMUNT	0,04	(1,0)
CABRILS	0,04	(1,0)	LLIÇÀ DE VALL	0,04	(1,0)
CALDERS	0,04	(1,0)	LLINARS DEL VALLÈS	0,04	(1,0)
CALDES DE MONTBUI	0,04	(1,0)	LLUÇÀ	0,06	(1,0)
CALDES D'ESTRAC	0,04	(1,0)	MALGRAT DE MAR	0,04	(1,0)
CALELLA	0,04	(1,0)	MALLA	0,05	(1,0)
CALLDETENES	0,06	(1,0)	MANLLEU	0,08	(1,0)
CAMPINS	0,05	(1,0)	MANRESA	0,04	(1,0)
CANET DE MAR	0,04	(1,0)	MARGANELL	0,04	(1,0)
CANOVELLES	0,04	(1,0)	MARTORELL	0,04	(1,0)
CÀNOVES I SAMALÚS	0,05	(1,0)	MARTORELLES	0,04	(1,0)
CANYELLES	0,04	(1,0)	MASIES DE RODA, LES	0,08	(1,0)
CAPELLADES	0,04	(1,0)	MASIES DE VOLTREGÀ, LES	0,08	(1,0)
CAPOLAT	0,04	(1,0)	MASNOU, EL	0,04	(1,0)
CARDEDEU	0,04	(1,0)	MASQUEFA	0,04	(1,0)
CARME	0,04	(1,0)	MATADEPERA	0,04	(1,0)
CASSERRES	0,04	(1,0)	MATARÓ	0,04	(1,0)
CASTELL DE L'ARENY	0,07	(1,0)	MEDIONA	0,04	(1,0)
CASTELLAR DE N'HUG	0,08	(1,0)	MOIÀ	0,04	(1,0)
CASTELLAR DEL RIU	0,05	(1,0)	MOLINS DE REI	0,04	(1,0)
CASTELLAR DEL VALLÈS	0,04	(1,0)	MOLLET DEL VALLÈS	0,04	(1,0)
CASTELLBELL I EL VILAR	0,04	(1,0)	MONISTROL DE CALDERS	0,04	(1,0)
CASTELLBISBAL	0,04	(1,0)	MONISTROL DE MONTSERRAT	0,04	(1,0)
CASTELLCIR	0,04	(1,0)	MONTCADA I REIXAC	0,04	(1,0)
CASTELLDEFELS	0,04	(1,0)	MONTCLAR	0,04	(1,0)
CASTELLET I LA GORNAL	0,04	(1,0)	MONTESQUIU	0,09	(1,0)
CASTELLFOLLIT DEL BOIX	0,04	(1,0)	MONTGAT	0,04	(1,0)
CASTELLGALÍ	0,04	(1,0)	MONTMELÓ	0,04	(1,0)
CASTELLOLÍ	0,04	(1,0)	MONTORNÈS DEL VALLÈS	0,04	(1,0)
CASTELLTERÇOL	0,04	(1,0)	MONTSENY	0,05	(1,0)
CASTELLVÍ DE LA MARCA	0,04	(1,0)	MUNTANYOLA	0,05	(1,0)
CASTELLVÍ DE ROSANES	0,04	(1,0)	MURA	0,04	(1,0)
CENTELLES	0,05	(1,0)	NAVARCLES	0,04	(1,0)
CERCS	0,06	(1,0)	NOU DE BERGUEDÀ, LA	0,06	(1,0)
CERDANYOLA DEL VALLÈS	0,04	(1,0)	ÒDENA	0,04	(1,0)
CERVELLÓ	0,04	(1,0)	OLÈRDOLA	0,04	(1,0)
COLLBATÓ	0,04	(1,0)	OLESA DE BONESVALLS	0,04	(1,0)
COLLSUSPINA	0,05	(1,0)	OLESA DE MONTSERRAT	0,04	(1,0)
CORBERA DE LLOBREGAT	0,04	(1,0)	OLIVELLA	0,04	(1,0)
CORNELLÀ DE LLOBREGAT	0,04	(1,0)	OLOST	0,05	(1,0)
CUBELLES	0,04	(1,0)	OLVAN	0,05	(1,0)
DOSRIUS	0,04	(1,0)	ORÍS	0,08	(1,0)
ESPARREGUERA	0,04	(1,0)	ORISTÀ	0,05	(1,0)
ESPLUGUES DE LLOBREGAT	0,04	(1,0)	ORPÍ	0,04	(1,0)
ESPUNYOLA, L'	0,04	(1,0)	ÒRRIUS	0,04	(1,0)
ESTANY, L'	0,05	(1,0)	PACS DEL PENEDÈS	0,04	(1,0)
FIGARÓ MONTMANY	0,04	(1,0)	PALAFOLLS	0,04	(1,0)
FÍGOLS	0,06	(1,0)	PALAU SOLITÀ I PLEGAMANS	0,04	(1,0)

PALMA DE CERVELLÓ, LA	0,04	(1,0)
PALLEJÀ	0,04	(1,0)
PAPIOL, EL	0,04	(1,0)
PARETS DEL VALLÈS	0,04	(1,0)
PERAFITA	0,06	(1,0)
PIERA	0,04	(1,0)
PINEDA DE MAR	0,04	(1,0)
PLA DEL PENEDÈS, EL	0,04	(1,0)
POBLA DE CLARAMUNT, LA	0,04	(1,0)
POBLA DE LILLET, LA	0,08	(1,0)
POLINYÀ	0,04	(1,0)
PONT DE VILOMARA I ROCAFORT, EL	0,04	(1,0)
PONTONS	0,04	(1,0)
PRAT DE LLOBREGAT, EL	0,04	(1,0)
PRATS DE LLUÇANÈS	0,05	(1,0)
PREMIÀ DE DALT	0,04	(1,0)
PREMIÀ DE MAR	0,04	(1,0)
PUIGDÀLBER	0,04	(1,0)
PUIG REIG	0,04	(1,0)
QUAR, LA	0,06	(1,0)
RELLINARS	0,04	(1,0)
RIPOLLET	0,04	(1,0)
ROCA DEL VALLÈS, LA	0,04	(1,0)
RODA DE TER	0,08	(1,0)
RUBÍ	0,04	(1,0)
RUBIÓ	0,04	(1,0)
RUPIT I PRUIT	0,09	(1,0)
SABADELL	0,04	(1,0)
SAGÀS	0,05	(1,0)
SALDES	0,06	(1,0)
SALLENT	0,04	(1,0)
SANT ADRIÀ DE BESÒS	0,04	(1,0)
SANT AGUSTÍ DE LLUÇANÈS	0,07	(1,0)
SANT ANDREU DE LA BARCA	0,04	(1,0)
SANT ANDREU DE LLAVANERES	0,04	(1,0)
SANT ANTONI DE VILAMAJOR	0,04	(1,0)
SANT BARTOMEU DEL GRAU	0,06	(1,0)
SANT BOI DE LLOBREGAT	0,04	(1,0)
SANT BOI DE LLUÇANÈS	0,07	(1,0)
SANT CEBRIÀ DE VALLALTA	0,04	(1,0)
SANT CELONI	0,05	(1,0)
SANT CLIMENT DE LLOBREGAT	0,04	(1,0)
SANT CUGAT DEL VALLÈS	0,04	(1,0)
SANT CUGAT SESGARRIGUES	0,04	(1,0)
SANT ESTEVE DE PALAUTORDERA	0,05	(1,0)
SANT ESTEVE SESROVIRES	0,04	(1,0)
SANT FELIU DE CODINES	0,04	(1,0)
SANT FELIU DE LLOBREGAT	0,04	(1,0)
SANT FELIU SASSERRA	0,04	(1,0)
SANT FOST DE CAMPSENTELLES	0,04	(1,0)
SANT FRUITÓS DE BAGES	0,04	(1,0)
SANT HIPÒLIT DE VOLTREGÀ	0,07	(1,0)
SANT ISCLE DE VALLALTA	0,04	(1,0)
SANT JAUME DE FRONTANYÀ	0,08	(1,0)
SANT JOAN DE VILATORRADA	0,04	(1,0)
SANT JOAN DESPÍ	0,04	(1,0)
SANT JULIÀ DE CERDANYOLA	0,07	(1,0)
SANT JULIÀ DE VILATORTA	0,06	(1,0)
SANT JUST DESVERN	0,04	(1,0)
SANT LLORENÇ D'HORTONS	0,04	(1,0)
SANT LLORENÇ SAVALL	0,04	(1,0)
SANT MARTÍ D'ALBARS	0,06	(1,0)
SANT MARTÍ DE CENTELLES	0,05	(1,0)
SANT MARTÍ DE TOUS	0,04	(1,0)
SANT MARTÍ SARROCA	0,04	(1,0)
SANT PERE DE RIBES	0,04	(1,0)
SANT PERE DE RIUDEBITLLES	0,04	(1,0)
SANT PERE DE TORELLÓ	0,09	(1,0)
SANT PERE DE VILAMAJOR	0,05	(1,0)
SANT POL DE MAR	0,04	(1,0)
SANT QUINTÍ DE MEDIONA	0,04	(1,0)
SANT QUIRZE DE BESORA	0,09	(1,0)
SANT QUIRZE DEL VALLÈS	0,04	(1,0)
SANT QUIRZE SAFAJA	0,04	(1,0)
SANT SADURNÍ D'ANOIA	0,04	(1,0)
SANT SADURNÍ D'OSORMORT	0,06	(1,0)
SANT SALVADOR DE GUARDIOLA	0,04	(1,0)
SANT VICENÇ DE CASTELLET	0,04	(1,0)
SANT VICENÇ DE MONTALT	0,04	(1,0)
SANT VICENÇ DE TORELLÓ	0,09	(1,0)
SANT VICENÇ DELS HORTS	0,04	(1,0)
SANTA CECÍLIA DE VOLTREGÀ	0,07	(1,0)
SANTA COLOMA DE CERVELLÓ	0,04	(1,0)
SANTA COLOMA DE GRAMENET	0,04	(1,0)
SANTA EUGÈNIA DE BERGA	0,06	(1,0)
SANTA EULÀLIA DE RIUPRIMER	0,05	(1,0)
SANTA EULÀLIA DE RONÇANA	0,04	(1,0)
SANTA FE DEL PENEDÈS	0,04	(1,0)
SANTA MARGARIDA DE MONTBUI	0,04	(1,0)
SANTA MARGARIDA I ELS MONJOS	0,04	(1,0)
SANTA MARIA DE BESORA	0,09	(1,0)
SANTA MARIA DE CORCÓ	0,09	(1,0)
SANTA MARIA DE MARTORELLES	0,04	(1,0)
SANTA MARIA DE MERLÈS	0,05	(1,0)
SANTA MARIA DE MIRALLES	0,04	(1,0)
SANTA MARIA DE PALAUTORDERA	0,05	(1,0)
SANTA MARIA D'OLÓ	0,04	(1,0)
SANTA PERPÈTUA DE MOGODA	0,04	(1,0)
SANTA SUSANNA	0,04	(1,0)
SANTPEDOR	0,04	(1,0)
SENTMENAT	0,04	(1,0)
SEVA	0,05	(1,0)
SITGES	0,04	(1,0)
SOBREMUNT	0,07	(1,0)
SORA	0,08	(1,0)
SUBIRATS	0,04	(1,0)
TAGAMANENT	0,05	(1,0)
TALAMANCA	0,04	(1,0)
TARADELL	0,05	(1,0)
TAVÈRNOLES	0,07	(1,0)
TAVERTET	0,08	(1,0)
TEIÀ	0,04	(1,0)
TERRASSA	0,04	(1,0)
TIANA	0,04	(1,0)
TONA	0,05	(1,0)
TORDERA	0,05	(1,0)
TORELLÓ	0,08	(1,0)
TORRE DE CLARAMUNT, LA	0,04	(1,0)
TORRELAVIT	0,04	(1,0)
TORRELLES DE FOIX	0,04	(1,0)
TORRELLES DE LLOBREGAT	0,04	(1,0)
ULLASTRELL	0,04	(1,0)
VACARISSES	0,04	(1,0)
VALLBONA D'ANOIA	0,04	(1,0)
VALLCEBRE	0,06	(1,0)
VALLGORGUINA	0,04	(1,0)
VALLIRANA	0,04	(1,0)
VALLROMANES	0,04	(1,0)
VIC	0,06	(1,0)
VILADA	0,06	(1,0)
VILADECANS	0,04	(1,0)
VILADECAVALLS	0,04	(1,0)
VILAFRANCA DEL PENEDÈS	0,04	(1,0)
VILALBA SASSERRA	0,04	(1,0)
VILANOVA DE SAU	0,07	(1,0)
VILANOVA DEL CAMÍ	0,04	(1,0)
VILANOVA DEL VALLÈS	0,04	(1,0)
VILANOVA I LA GELTRÚ	0,04	(1,0)
VILASSAR DE DALT	0,04	(1,0)
VILASSAR DE MAR	0,04	(1,0)
VILOBÍ DEL PENEDÈS	0,04	(1,0)

PROVINCIA DE GIRONA

AGULLANA	0,09	(1,0)
AIGUAVIVA	0,07	(1,0)
ALBANYÀ	0,10	(1,0)
ALBONS	0,07	(1,0)
ALP	0,07	(1,0)
AMER	0,09	(1,0)
ANGLÈS	0,08	(1,0)
ARBÚCIES	0,05	(1,0)
ARGELAGUER	0,10	(1,0)
ARMENTERA, L'	0,08	(1,0)
AVINYONET DE PUIGVENTÓS	0,09	(1,0)
BANYOLES	0,10	(1,0)
BÀSCARA	0,09	(1,0)
BEGUR	0,05	(1,0)
BELLCAIRE D'EMPORDÀ	0,07	(1,0)
BESALÚ	0,10	(1,0)
BESCANÓ	0,08	(1,0)
BEUDA	0,10	(1,0)
BISBAL D'EMPORDÀ, LA	0,06	(1,0)
BIURE	0,09	(1,0)
BLANES	0,04	(1,0)
BOADELLA D'EMPORDÀ	0,09	(1,0)
BOLVIR	0,07	(1,0)
BORDILS	0,09	(1,0)
BORRASSÀ	0,09	(1,0)
BREDA	0,05	(1,0)
BRUNYOLA	0,07	(1,0)
CABANELLES	0,10	(1,0)
CABANES	0,08	(1,0)
CADAQUÉS	0,05	(1,0)
CALDES DE MALAVELLA	0,05	(1,0)
CALONGE	0,05	(1,0)
CAMÓS	0,10	(1,0)
CAMPDEVÀNOL	0,09	(1,0)
CAMPELLES	0,10	(1,0)
CAMPLLONG	0,06	(1,0)
CAMPRODON	0,11	(1,0)
CANET D'ADRI	0,09	(1,0)
CANTALLOPS	0,08	(1,0)
CAPMANY	0,08	(1,0)
CASSÀ DE LA SELVA	0,06	(1,0)
CASTELLFOLLIT DE LA ROCA	0,11	(1,0)
CASTELLÓ D'EMPÚRIES	0,08	(1,0)
CASTELL PLATJA D'ARO	0,05	(1,0)
CELLERA DE TER, LA	0,08	(1,0)
CELRÀ	0,09	(1,0)
CERVIÀ DE TER	0,09	(1,0)
CISTELLA	0,10	(1,0)
COLERA	0,06	(1,0)
COLOMERS	0,08	(1,0)
CORÇÀ	0,07	(1,0)
CORNELLÀ DEL TERRI	0,10	(1,0)
CRESPIÀ	0,10	(1,0)
CRUÏLLES, MONELLS I SANT SADURNÍ DE L'HEURA	0,07	(1,0)
DARNIUS	0,09	(1,0)
DAS	0,07	(1,0)
ESCALA, L'	0,07	(1,0)
ESPINELVES	0,06	(1,0)
ESPOLLA	0,08	(1,0)
ESPONELLÀ	0,10	(1,0)
FAR D'EMPORDÀ, EL	0,08	(1,0)
FIGUERES	0,09	(1,0)
FLAÇÀ	0,08	(1,0)
FOIXÀ	0,08	(1,0)
FONTANALS DE CERDANYA	0,08	(1,0)
FONTANILLES	0,06	(1,0)
FONTCOBERTA	0,10	(1,0)
FORALLAC	0,06	(1,0)
FORNELLS DE LA SELVA	0,07	(1,0)
FORTIÀ	0,08	(1,0)
GARRIGÀS	0,09	(1,0)
GARRIGOLES	0,08	(1,0)
GARRIGUELLA	0,07	(1,0)
GER	0,07	(1,0)
GIRONA	0,08	(1,0)
GOMBRÈN	0,09	(1,0)
GUALTA	0,07	(1,0)
GUILS DE CERDANYA	0,07	(1,0)
HOSTALRIC	0,05	(1,0)
ISÒVOL	0,07	(1,0)
JAFRE	0,08	(1,0)
JONQUERA, LA	0,09	(1,0)
JUIÀ	0,08	(1,0)
LLADÓ	0,10	(1,0)
LLAGOSTERA	0,05	(1,0)
LLAMBILLES	0,07	(1,0)
LLANARS	0,11	(1,0)
LLANÇÀ	0,07	(1,0)
LLERS	0,09	(1,0)
LLÍVIA	0,08	(1,0)
LLORET DE MAR	0,04	(1,0)
LLOSSES, LES	0,08	(1,0)
MAÇANET DE CABRENYS	0,10	(1,0)
MAÇANET DE LA SELVA	0,05	(1,0)
MADREMANYA	0,08	(1,0)
MAIÀ DE MONTCAL	0,10	(1,0)
MASARAC	0,08	(1,0)
MASSANES	0,05	(1,0)
MERANGES	0,07	(1,0)
MIERES	0,10	(1,0)
MOLLET DE PERALADA	0,08	(1,0)
MOLLÓ	0,11	(1,0)
MONTAGUT	0,11	(1,0)
MONT RAS	0,05	(1,0)
NAVATA	0,10	(1,0)
OGASSA	0,11	(1,0)
OLOT	0,10	(1,0)
ORDIS	0,09	(1,0)
OSOR	0,08	(1,0)
PALAFRUGELL	0,05	(1,0)
PALAMÓS	0,04	(1,0)
PALAU DE SANTA EULÀLIA	0,09	(1,0)
PALAU SATOR	0,06	(1,0)
PALAU SAVERDERA	0,07	(1,0)
PALOL DE REVARDIT	0,09	(1,0)
PALS	0,06	(1,0)
PARDINES	0,10	(1,0)
PARLAVÀ	0,07	(1,0)
PAU	0,07	(1,0)
PEDRET I MARZÀ	0,07	(1,0)
PERA, LA	0,08	(1,0)
PERALADA	0,08	(1,0)
PLANES D'HOSTOLES, LES	0,10	(1,0)
PLANOLES	0,09	(1,0)
PONT DE MOLINS	0,09	(1,0)
PONTÓS	0,09	(1,0)
PORQUERES	0,10	(1,0)
PORT DE LA SELVA, EL	0,06	(1,0)
PORTBOU	0,06	(1,0)
PRESES, LES	0,10	(1,0)
PUIGCERDÀ	0,08	(1,0)
QUART	0,07	(1,0)
QUERALBS	0,10	(1,0)
RABÓS	0,08	(1,0)
REGENCÓS	0,05	(1,0)
RIBES DE FRESER	0,10	(1,0)
RIELLS I VIABREA	0,05	(1,0)
RIPOLL	0,10	(1,0)
RIUDARENES	0,05	(1,0)
RIUDAURA	0,10	(1,0)
RIUDELLOTS DE LA SELVA	0,06	(1,0)

RIUMORS	0,08	(1,0)
ROSES	0,06	(1,0)
RUPIÀ	0,08	(1,0)
SALES DE LLIERCA	0,11	(1,0)
SALT	0,08	(1,0)
SANT ANDREU SALOU	0,06	(1,0)
SANT ANIOL DE FINESTRES	0,10	(1,0)
SANT CLIMENT SESCEBES	0,08	(1,0)
SANT FELIU DE BUIXALLEU	0,05	(1,0)
SANT FELIU DE GUÍXOLS	0,04	(1,0)
SANT FELIU DE PALLEROLS	0,10	(1,0)
SANT FERRIOL	0,10	(1,0)
SANT GREGORI	0,08	(1,0)
SANT HILARI SACALM	0,06	(1,0)
SANT JAUME DE LLIERCA	0,10	(1,0)
SANT JOAN DE LES ABADESSES	0,10	(1,0)
SANT JOAN DE MOLLET	0,08	(1,0)
SANT JOAN LES FONTS	0,11	(1,0)
SANT JORDI DESVALLS	0,09	(1,0)
SANT JULIÀ DE RAMIS	0,09	(1,0)
SANT JULIÀ DEL LLOR I BONMATÍ	0,08	(1,0)
SANT LLORENÇ DE LA MUGA	0,10	(1,0)
SANT MARTÍ DE LLÉMENA	0,09	(1,0)
SANT MARTÍ VELL	0,08	(1,0)
SANT MIQUEL DE CAMPMAJOR	0,10	(1,0)
SANT MIQUEL DE FLUVIÀ	0,09	(1,0)
SANT MORI	0,09	(1,0)
SANT PAU DE SEGÚRIES	0,11	(1,0)
SANT PERE PESCADOR	0,08	(1,0)
SANTA COLOMA DE FARNERS	0,06	(1,0)
SANTA CRISTINA D'ARO	0,05	(1,0)
SANTA LLOGAIA D'ÀLGUEMA	0,09	(1,0)
SANTA PAU	0,10	(1,0)
SARRIÀ DE TER	0,09	(1,0)
SAUS	0,09	(1,0)
SELVA DE MAR, LA	0,06	(1,0)
SERINYÀ	0,10	(1,0)
SERRA DE DARÓ	0,07	(1,0)
SETCASES	0,10	(1,0)
SILS	0,05	(1,0)
SIURANA	0,08	(1,0)
SUSQUEDA	0,08	(1,0)
TALLADA D'EMPORDÀ, LA	0,08	(1,0)
TERRADES	0,09	(1,0)
TORRENT	0,05	(1,0)
TORROELLA DE FLUVIÀ	0,08	(1,0)
TORROELLA DE MONTGRÍ	0,07	(1,0)
TORTELLÀ	0,11	(1,0)
TOSES	0,09	(1,0)
TOSSA DE MAR	0,04	(1,0)
ULLÀ	0,07	(1,0)
ULLASTRET	0,07	(1,0)
ULTRAMORT	0,08	(1,0)
URÚS	0,07	(1,0)
VAJOL, LA	0,09	(1,0)
VALL DE BIANYA, LA	0,11	(1,0)
VALL D'EN BAS, LA	0,10	(1,0)
VALLFOGONA DE RIPOLLÈS	0,10	(1,0)
VALL LLOBREGA	0,05	(1,0)
VENTALLÓ	0,08	(1,0)
VERGES	0,08	(1,0)
VIDRÀ	0,10	(1,0)
VIDRERES	0,05	(1,0)
VILABERTRAN	0,08	(1,0)
VILABLAREIX	0,08	(1,0)
VILADAMAT	0,08	(1,0)
VILADASENS	0,09	(1,0)
VILADEMULS	0,09	(1,0)
VILADRAU	0,06	(1,0)
VILAFANT	0,09	(1,0)
VILAJUÏGA	0,07	(1,0)
VILALLONGA DE TER	0,11	(1,0)
VILAMACOLUM	0,08	(1,0)
VILAMALLA	0,09	(1,0)
VILAMANISCLE	0,07	(1,0)
VILANANT	0,09	(1,0)
VILA SACRA	0,08	(1,0)
VILAÜR	0,09	(1,0)
VILOBÍ D'ONYAR	0,06	(1,0)
VILOPRIU	0,08	(1,0)

PROVINCIA DE LLEIDA

ALÀS I CERC	0,06	(1,0)
ALINS	0,06	(1,0)
ALT ÀNEU	0,05	(1,0)
ARRES	0,04	(1,0)
ARSÈGUEL	0,06	(1,0)
BAUSEN	0,05	(1,0)
BELLAGUARDA	0,04	(1,0)
BELLVER DE CERDANYA	0,07	(1,0)
BÒRDES, ES	0,04	(1,0)
BOSSÒST	0,04	(1,0)
CANEJAN	0,04	(1,0)
CAVA	0,06	(1,0)
COMA I LA PEDRA, LA	0,05	(1,0)
ESPOT	0,04	(1,0)
ESTAMARIU	0,06	(1,0)
ESTERRI D'ÀNEU	0,05	(1,0)
ESTERRI DE CARDÓS	0,06	(1,0)
FARRERA	0,05	(1,0)
GÓSOL	0,06	(1,0)
GUINGUETA D'ÀNEU, LA	0,05	(1,0)
GUIXERS	0,04	(1,0)
JOSA I TUIXÉN	0,05	(1,0)
LES	0,04	(1,0)
LLADORRE	0,06	(1,0)
LLAVORSÍ	0,05	(1,0)
LLES DE CERDANYA	0,07	(1,0)
MONTELLÀ I MARTINET	0,07	(1,0)
MONTFERRER I CASTELLBÒ	0,06	(1,0)
NAUT ARAN	0,04	(1,0)
POBLA DE CÉRVOLES, LA	0,04	(1,0)
PONT DE BAR, EL	0,06	(1,0)
PRATS I SANSOR	0,07	(1,0)
PRULLANS	0,07	(1,0)
RIALP	0,04	(1,0)
RIBERA D'URGELLET	0,05	(1,0)
SANT LLORENÇ DE MORUNYS	0,04	(1,0)
SEU D'URGELL, LA	0,06	(1,0)
SORIGUERA	0,04	(1,0)
SORT	0,04	(1,0)
TARRÉS	0,04	(1,0)
TÍRVIA	0,05	(1,0)
VALL DE CARDÓS	0,05	(1,0)
VALLS D'AGUILAR, LES	0,04	(1,0)
VALLS DE VALIRA, LES	0,06	(1,0)
VANSA I FÓRNOLS, LA	0,05	(1,0)
VIELHA E MIJARAN	0,04	(1,0)
VILAMÒS	0,04	(1,0)
VILOSELL, EL	0,04	(1,0)

PROVINCIA DE TARRAGONA

AIGUAMÚRCIA	0,04	(1,0)
ALBINYANA	0,04	(1,0)
ALBIOL, L'	0,04	(1,0)
ALCOVER	0,04	(1,0)
ALDEA, L'	0,04	(1,0)
ALDOVER	0,04	(1,0)
ALEIXAR, L'	0,04	(1,0)
ALFORJA	0,04	(1,0)

ALIÓ	0,04	(1,0)
ALMOSTER	0,04	(1,0)
ALTAFULLA	0,04	(1,0)
AMETLLA DE MAR, L'	0,04	(1,0)
AMPOLLA, L'	0,04	(1,0)
AMPOSTA	0,04	(1,0)
ARBOÇ, L'	0,04	(1,0)
ARBOLÍ	0,04	(1,0)
ARGENTERA, L'	0,04	(1,0)
ASCÓ	0,04	(1,0)
BANYERES DEL PENEDÈS	0,04	(1,0)
BARBERÀ DE LA CONCA	0,04	(1,0)
BELLMUNT DEL PRIORAT	0,04	(1,0)
BELLVEI	0,04	(1,0)
BENIFALLET	0,04	(1,0)
BENISSANET	0,04	(1,0)
BISBAL DE FALSET, LA	0,04	(1,0)
BISBAL DEL PENEDÈS, LA	0,04	(1,0)
BLANCAFORT	0,04	(1,0)
BONASTRE	0,04	(1,0)
BORGES DEL CAMP, LES	0,04	(1,0)
BOTARELL	0,04	(1,0)
BRÀFIM	0,04	(1,0)
CABACÉS	0,04	(1,0)
CABRA DEL CAMP	0,04	(1,0)
CALAFELL	0,04	(1,0)
CAMARLES	0,04	(1,0)
CAMBRILS	0,04	(1,0)
CAPAFONTS	0,04	(1,0)
CAPÇANES	0,04	(1,0)
CASTELLVELL DEL CAMP	0,04	(1,0)
CATLLAR, EL	0,04	(1,0)
COLLDEJOU	0,04	(1,0)
CONESA	0,04	(1,0)
CONSTANTÍ	0,04	(1,0)
CORBERA D'EBRE	0,04	(1,0)
CORNUDELLA DE MONTSANT	0,04	(1,0)
CREIXELL	0,04	(1,0)
CUNIT	0,04	(1,0)
DELTEBRE	0,04	(1,0)
DUESAIGÜES	0,04	(1,0)
ESPLUGA DE FRANCOLÍ, L'	0,04	(1,0)
FALSET	0,04	(1,0)
FATARELLA, LA	0,04	(1,0)
FEBRÓ, LA	0,04	(1,0)
FIGUERA, LA	0,04	(1,0)
FIGUEROLA DEL CAMP	0,04	(1,0)
FLIX	0,04	(1,0)
FORÈS	0,04	(1,0)
FREGINALS	0,04	(1,0)
GARCIA	0,04	(1,0)
GARIDELLS, ELS	0,04	(1,0)
GINESTAR	0,04	(1,0)
GRATALLOPS	0,04	(1,0)
GUIAMETS, ELS	0,04	(1,0)
LLOAR, EL	0,04	(1,0)
LLORENÇ DEL PENEDÈS	0,04	(1,0)
MARÇÀ	0,04	(1,0)
MARGALEF	0,04	(1,0)
MASDENVERGE	0,04	(1,0)
MASLLORENÇ	0,04	(1,0)
MASÓ, LA	0,04	(1,0)
MASPUJOLS	0,04	(1,0)
MASROIG, EL	0,04	(1,0)
MILÀ, EL	0,04	(1,0)
MIRAVET	0,04	(1,0)
MOLAR, EL	0,04	(1,0)
MONTBLANC	0,04	(1,0)
MONTBRIÓ DEL CAMP	0,04	(1,0)
MONTFERRI	0,04	(1,0)
MONTMELL, EL	0,04	(1,0)
MONT RAL	0,04	(1,0)
MONT ROIG DEL CAMP	0,04	(1,0)
MÓRA D'EBRE	0,04	(1,0)
MÓRA LA NOVA	0,04	(1,0)
MORELL, EL	0,04	(1,0)
MORERA DE MONTSANT, LA	0,04	(1,0)
NOU DE GAIÀ, LA	0,04	(1,0)
NULLES	0,04	(1,0)
PALLARESOS, ELS	0,04	(1,0)
PALMA D'EBRE, LA	0,04	(1,0)
PERAFORT	0,04	(1,0)
PERELLÓ, EL	0,04	(1,0)
PILES, LES	0,04	(1,0)
PINELL DE BRAI, EL	0,04	(1,0)
PIRA	0,04	(1,0)
PLA DE SANTA MARIA, EL	0,04	(1,0)
POBLA DE MAFUMET, LA	0,04	(1,0)
POBLA DE MONTORNÈS, LA	0,04	(1,0)
POBOLEDA	0,04	(1,0)
PONT D'ARMENTERA, EL	0,04	(1,0)
PONTILS	0,04	(1,0)
PORRERA	0,04	(1,0)
PRADELL DE LA TEIXETA	0,04	(1,0)
PRADES	0,04	(1,0)
PRATDIP	0,04	(1,0)
PUIGPELAT	0,04	(1,0)
QUEROL	0,04	(1,0)
RASQUERA	0,04	(1,0)
RENAU	0,04	(1,0)
REUS	0,04	(1,0)
RIBA, LA	0,04	(1,0)
RIERA DE GAIÀ, LA	0,04	(1,0)
RIUDECANYES	0,04	(1,0)
RIUDECOLS	0,04	(1,0)
RIUDOMS	0,04	(1,0)
ROCAFORT DE QUERALT	0,04	(1,0)
RODA DE BARÀ	0,04	(1,0)
RODONYÀ	0,04	(1,0)
ROQUETES	0,04	(1,0)
ROURELL, EL	0,04	(1,0)
SALOMÓ	0,04	(1,0)
SALOU	0,04	(1,0)
SANT CARLES DE LA RÀPITA	0,04	(1,0)
SANT JAUME DELS DOMENYS	0,04	(1,0)
SANT JAUME D'ENVEJA	0,04	(1,0)
SANTA BÀRBARA	0,04	(1,0)
SANTA COLOMA DE QUERALT	0,04	(1,0)
SANTA OLIVA	0,04	(1,0)
SARRAL	0,04	(1,0)
SECUITA, LA	0,04	(1,0)
SELVA DEL CAMP, LA	0,04	(1,0)
SOLIVELLA	0,04	(1,0)
TARRAGONA	0,04	(1,0)
TIVENYS	0,04	(1,0)
TIVISSA	0,04	(1,0)
TORRE DE FONTAUBELLA, LA	0,04	(1,0)
TORRE DE L'ESPANYOL, LA	0,04	(1,0)
TORREDEMBARRA	0,04	(1,0)
TORROJA DEL PRIORAT	0,04	(1,0)
TORTOSA	0,04	(1,0)
ULLDEMOLINS	0,04	(1,0)
VALLCLARA	0,04	(1,0)
VALLMOLL	0,04	(1,0)
VALLS	0,04	(1,0)
VANDELLÒS I L'HOSPITALET DE L'INFANT	0,04	(1,0)
VENDRELL, EL	0,04	(1,0)
VESPELLA DE GAIÀ	0,04	(1,0)
VILABELLA	0,04	(1,0)
VILALLONGA DEL CAMP	0,04	(1,0)
VILANOVA DE PRADES	0,04	(1,0)
VILANOVA D'ESCORNALBOU	0,04	(1,0)
VILAPLANA	0,04	(1,0)

VILA RODONA	0,04	(1,0)
VILA SECA	0,04	(1,0)
VILAVERD	0,04	(1,0)
VILELLA ALTA, LA	0,04	(1,0)
VILELLA BAIXA, LA	0,04	(1,0)
VIMBODÍ	0,04	(1,0)
VINEBRE	0,04	(1,0)
VINYOLS I ELS ARCS	0,04	(1,0)
XERTA	0,04	(1,0)

COMUNIDAD VALENCIANA

PROVINCIA DE ALICANTE/ALACANT

ADSUBIA	0,07	(1,0)
AGOST	0,11	(1,0)
AGRES	0,07	(1,0)
AIGÜES	0,11	(1,0)
ALBATERA	0,15	(1,0)
ALCALALÍ	0,07	(1,0)
ALCOCER DE PLANES	0,07	(1,0)
ALCOLEJA	0,08	(1,0)
ALCOY/ALCOI	0,07	(1,0)
ALFAFARA	0,07	(1,0)
ALFÀS DEL PI, L'	0,08	(1,0)
ALGORFA	0,16	(1,0)
ALGUEÑA	0,12	(1,0)
ALICANTE/ALACANT	0,14	(1,0)
ALMORADÍ	0,16	(1,0)
ALMUDAINA	0,07	(1,0)
ALQUERIA D'ASNAR, L'	0,07	(1,0)
ALTEA	0,08	(1,0)
ASPE	0,13	(1,0)
BALONES	0,07	(1,0)
BANYERES DE MARIOLA	0,07	(1,0)
BENASAU	0,07	(1,0)
BENEIXAMA	0,07	(1,0)
BENEJÚZAR	0,16	(1,0)
BENFERRI	0,15	(1,0)
BENIARBEIG	0,07	(1,0)
BENIARDÁ	0,07	(1,0)
BENIARRÉS	0,07	(1,0)
BENIDOLEIG	0,07	(1,0)
BENIDORM	0,09	(1,0)
BENIFALLIM	0,08	(1,0)
BENIFATO	0,08	(1,0)
BENIGEMBLA	0,07	(1,0)
BENIJÓFAR	0,15	(1,0)
BENILLOBA	0,07	(1,0)
BENILLUP	0,07	(1,0)
BENIMANTELL	0,08	(1,0)
BENIMARFULL	0,07	(1,0)
BENIMASSOT	0,07	(1,0)
BENIMELI	0,07	(1,0)
BENISSA	0,06	(1,0)
BENITACHELL/POBLE NOU DE BENITATXELL,EL	0,05	(1,0)
BIAR	0,07	(1,0)
BIGASTRO	0,16	(1,0)
BOLULLA	0,07	(1,0)
BUSOT	0,11	(1,0)
CALLOSA DE SEGURA	0,16	(1,0)
CALLOSA D'EN SARRIÀ	0,08	(1,0)
CALPE/CALP	0,06	(1,0)
CAMPELLO, EL	0,13	(1,0)
CAMPO DE MIRRA/CAMP DE MIRRA, EL	0,07	(1,0)
CAÑADA	0,07	(1,0)
CASTALLA	0,08	(1,0)
CASTELL DE CASTELLS	0,07	(1,0)
CATRAL	0,15	(1,0)
COCENTAINA	0,07	(1,0)
CONFRIDES	0,08	(1,0)
COX	0,16	(1,0)
CREVILLENT	0,15	(1,0)
DAYA NUEVA	0,16	(1,0)
DAYA VIEJA	0,16	(1,0)
DÉNIA	0,06	(1,0)
DOLORES	0,16	(1,0)
ELCHE/ELX	0,15	(1,0)
ELDA	0,09	(1,0)
FACHECA	0,07	(1,0)
FAMORCA	0,07	(1,0)
FINESTRAT	0,09	(1,0)
FORMENTERA DEL SEGURA	0,15	(1,0)
GAIANES	0,07	(1,0)
GATA DE GORGOS	0,06	(1,0)
GORGA	0,07	(1,0)
GRANJA DE ROCAMORA	0,15	(1,0)
GUADALEST	0,07	(1,0)
GUARDAMAR DEL SEGURA	0,15	(1,0)
HONDÓN DE LAS NIEVES	0,13	(1,0)
HONDÓN DE LOS FRAILES	0,14	(1,0)
IBI	0,08	(1,0)
JACARILLA	0,16	(1,0)
JALÓN/XALÓ	0,07	(1,0)
JÁVEA/XÀBIA	0,05	(1,0)
JIJONA/XIXONA	0,09	(1,0)
LORCHA/ORXA, L'	0,07	(1,0)
LLÍBER	0,07	(1,0)
MILLENA	0,07	(1,0)
MONFORTE DEL CID	0,12	(1,0)
MONÓVAR/MONÒVER	0,10	(1,0)
MONTESINOS, LOS	0,15	(1,0)
MURLA	0,07	(1,0)
MURO DE ALCOY	0,07	(1,0)
MUTXAMEL	0,13	(1,0)
NOVELDA	0,12	(1,0)
NUCIA, LA	0,08	(1,0)
ONDARA	0,06	(1,0)
ONIL	0,07	(1,0)
ORBA	0,07	(1,0)
ORIHUELA	0,16	(1,0)
ORXETA	0,09	(1,0)
PARCENT	0,07	(1,0)
PEDREGUER	0,06	(1,0)
PEGO	0,07	(1,0)
PENÀGUILA	0,07	(1,0)
PETRER	0,09	(1,0)
PILAR DE LA HORADADA	0,12	(1,0)
PINOSO	0,09	(1,0)
PLANES	0,07	(1,0)
POBLETS, ELS	0,06	(1,0)
POLOP	0,08	(1,0)
QUATRETONDETA	0,07	(1,0)
RAFAL	0,16	(1,0)
RÀFOL D'ALMÚNIA, EL	0,07	(1,0)
REDOVÁN	0,16	(1,0)
RELLEU	0,08	(1,0)
ROJALES	0,15	(1,0)
ROMANA, LA	0,11	(1,0)
SAGRA	0,07	(1,0)
SALINAS	0,08	(1,0)
SAN FULGENCIO	0,16	(1,0)
SAN ISIDRO	0,15	(1,0)
SAN MIGUEL DE SALINAS	0,15	(1,0)
SAN VICENTE DEL RASPEIG/ SANT VICENT DEL RASPEIG	0,13	(1,0)
SANET Y NEGRALS	0,07	(1,0)

SANT JOAN D'ALACANT	0,13	(1,0)
SANTA POLA	0,15	(1,0)
SAX	0,08	(1,0)
SELLA	0,08	(1,0)
SENIJA	0,06	(1,0)
TÁRBENA	0,07	(1,0)
TEULADA	0,06	(1,0)
TIBI	0,09	(1,0)
TOLLOS	0,07	(1,0)
TORMOS	0,07	(1,0)
TORREMANZANAS/TORRE DE LES MAÇANES, LA	0,08	(1,0)
TORREVIEJA	0,14	(1,0)
VALL D'ALCALÀ, LA	0,07	(1,0)
VALL DE EBO	0,07	(1,0)
VALL DE GALLINERA	0,07	(1,0)
VALL DE LAGUAR, LA	0,07	(1,0)
VERGER, EL	0,06	(1,0)
VILLAJOYOSA/VILA JOIOSA, LA	0,11	(1,0)
VILLENA	0,07	(1,0)

PROVINCIA DE VALENCIA/VALÈNCIA

ADOR	0,07	(1,0)
AGULLENT	0,07	(1,0)
AIELO DE MALFERIT	0,07	(1,0)
AIELO DE RUGAT	0,07	(1,0)
ALAQUÀS	0,07	(1,0)
ALBAIDA	0,07	(1,0)
ALBAL	0,07	(1,0)
ALBALAT DE LA RIBERA	0,07	(1,0)
ALBALAT DELS SORELLS	0,06	(1,0)
ALBALAT DELS TARONGERS	0,04	(1,0)
ALBERIC	0,07	(1,0)
ALBORACHE	0,06	(1,0)
ALBORAYA	0,06	(1,0)
ALBUIXECH	0,06	(1,0)
ALCÀNTERA DE XÚQUER	0,07	(1,0)
ALCÀSSER	0,07	(1,0)
ALCÚDIA DE CRESPINS, L'	0,07	(1,0)
ALCÚDIA, L'	0,07	(1,0)
ALDAIA	0,07	(1,0)
ALFAFAR	0,07	(1,0)
ALFARA DEL PATRIARCA	0,06	(1,0)
ALFARP	0,07	(1,0)
ALFARRASÍ	0,07	(1,0)
ALFAUIR	0,07	(1,0)
ALGEMESÍ	0,07	(1,0)
ALGIMIA DE ALFARA	0,04	(1,0)
ALGINET	0,07	(1,0)
ALMÀSSERA	0,06	(1,0)
ALMISERÀ	0,07	(1,0)
ALMOINES	0,07	(1,0)
ALMUSSAFES	0,07	(1,0)
ALQUERÍA DE LA CONDESA/ ALQUERÍA DE LA COMTESSA, L´	0,07	(1,0)
ALZIRA	0,07	(1,0)
ANNA	0,07	(1,0)
ANTELLA	0,07	(1,0)
ATZENETA D'ALBAIDA	0,07	(1,0)
AYORA	0,07	(1,0)
BARX	0,07	(1,0)
BARXETA	0,07	(1,0)
BÈLGIDA	0,07	(1,0)
BELLREGUARD	0,07	(1,0)
BELLÚS	0,07	(1,0)
BENAGUASIL	0,05	(1,0)
BENEIXIDA	0,07	(1,0)
BENETÚSSER	0,07	(1,0)
BENIARJÓ	0,07	(1,0)
BENIATJAR	0,07	(1,0)
BENICOLET	0,07	(1,0)
BENIFAIÓ	0,07	(1,0)
BENIFAIRÓ DE LA VALLDIGNA	0,07	(1,0)
BENIFLÁ	0,07	(1,0)
BENIGÁNIM	0,07	(1,0)
BENIMODO	0,07	(1,0)
BENIMUSLEM	0,07	(1,0)
BENIPARRELL	0,07	(1,0)
BENIRREDRÀ	0,07	(1,0)
BENISANÓ	0,05	(1,0)
BENISODA	0,07	(1,0)
BENISUERA	0,07	(1,0)
BÉTERA	0,06	(1,0)
BICORP	0,07	(1,0)
BOCAIRENT	0,07	(1,0)
BOLBAITE	0,07	(1,0)
BONREPÒS I MIRAMBELL	0,06	(1,0)
BUFALI	0,07	(1,0)
BUÑOL	0,06	(1,0)
BURJASSOT	0,06	(1,0)
CANALS	0,07	(1,0)
CANET D'EN BERENGUER	0,04	(1,0)
CARCAIXENT	0,07	(1,0)
CÀRCER	0,07	(1,0)
CARLET	0,07	(1,0)
CARRÍCOLA	0,07	(1,0)
CASTELLÓ DE RUGAT	0,07	(1,0)
CASTELLONET DE LA CONQUESTA	0,07	(1,0)
CATADAU	0,07	(1,0)
CATARROJA	0,07	(1,0)
CERDÀ	0,07	(1,0)
CHELLA	0,07	(1,0)
CHESTE	0,06	(1,0)
CHIVA	0,06	(1,0)
COFRENTES	0,06	(1,0)
CORBERA	0,07	(1,0)
CORTES DE PALLÁS	0,06	(1,0)
COTES	0,07	(1,0)
CULLERA	0,07	(1,0)
DAIMÚS	0,07	(1,0)
DOS AGUAS	0,07	(1,0)
ELIANA, L'	0,06	(1,0)
EMPERADOR	0,06	(1,0)
ENGUERA	0,07	(1,0)
ÈNOVA, L'	0,07	(1,0)
ESTIVELLA	0,04	(1,0)
ESTUBENY	0,07	(1,0)
FAVARA	0,07	(1,0)
FOIOS	0,06	(1,0)
FONT DE LA FIGUERA, LA	0,07	(1,0)
FONT D'EN CARRÒS, LA	0,07	(1,0)
FONTANARS DELS ALFORINS	0,07	(1,0)
FORTALENY	0,07	(1,0)
GANDIA	0,07	(1,0)
GAVARDA	0,07	(1,0)
GENOVÉS	0,07	(1,0)
GILET	0,05	(1,0)
GODELLA	0,06	(1,0)
GODELLETA	0,06	(1,0)
GRANJA DE LA COSTERA, LA	0,07	(1,0)
GUADASEQUIES	0,07	(1,0)
GUADASSUAR	0,07	(1,0)
GUARDAMAR	0,07	(1,0)
JALANCE	0,06	(1,0)
JARAFUEL	0,06	(1,0)
LORIGUILLA	0,06	(1,0)
LUGAR NUEVO DE LA CORONA	0,07	(1,0)
LLANERA DE RANES	0,07	(1,0)
LLAURÍ	0,07	(1,0)
LLÍRIA	0,05	(1,0)
LLOCNOU DE SANT JERONI	0,07	(1,0)
LLOCNOU D'EN FENOLLET	0,07	(1,0)

LLOMBAI	0,07	(1,0)
LLOSA DE RANES	0,07	(1,0)
LLUTXENT	0,07	(1,0)
MACASTRE	0,06	(1,0)
MANISES	0,06	(1,0)
MANUEL	0,07	(1,0)
MASALAVÉS	0,07	(1,0)
MASSALFASSAR	0,06	(1,0)
MASSAMAGRELL	0,06	(1,0)
MASSANASSA	0,07	(1,0)
MELIANA	0,06	(1,0)
MILLARES	0,07	(1,0)
MIRAMAR	0,07	(1,0)
MISLATA	0,07	(1,0)
MOGENTE/MOIXENT	0,07	(1,0)
MONCADA	0,06	(1,0)
MONSERRAT	0,07	(1,0)
MONTAVERNER	0,07	(1,0)
MONTESA	0,07	(1,0)
MONTICHELVO	0,07	(1,0)
MONTROY	0,07	(1,0)
MUSEROS	0,06	(1,0)
NÁQUERA	0,05	(1,0)
NAVARRÉS	0,07	(1,0)
NOVELÉ/NOVETLÈ	0,07	(1,0)
OLIVA	0,07	(1,0)
OLLERIA, L'	0,07	(1,0)
OLOCAU	0,04	(1,0)
ONTINYENT	0,07	(1,0)
OTOS	0,07	(1,0)
PAIPORTA	0,07	(1,0)
PALMA DE GANDÍA	0,07	(1,0)
PALMERA	0,07	(1,0)
PALOMAR, EL	0,07	(1,0)
PATERNA	0,06	(1,0)
PEDRALBA	0,04	(1,0)
PETRÉS	0,04	(1,0)
PICANYA	0,07	(1,0)
PICASSENT	0,07	(1,0)
PILES	0,07	(1,0)
PINET	0,07	(1,0)
POBLA DE FARNALS, LA	0,06	(1,0)
POBLA DE VALLBONA, LA	0,05	(1,0)
POBLA DEL DUC, LA	0,07	(1,0)
POBLA LLARGA, LA	0,07	(1,0)
POLINYÀ DE XÚQUER	0,07	(1,0)
POTRÍES	0,07	(1,0)
PUÇOL	0,05	(1,0)
PUIG	0,05	(1,0)
QUART DE POBLET	0,07	(1,0)
QUATRETONDA	0,07	(1,0)
QUESA	0,07	(1,0)
RAFELBUÑOL/RAFELBUNYOL	0,06	(1,0)
RAFELCOFER	0,07	(1,0)
RAFELGUARAF	0,07	(1,0)
RÁFOL DE SALEM	0,07	(1,0)
REAL DE GANDÍA	0,07	(1,0)
REAL DE MONTROI	0,07	(1,0)
RIBA ROJA DE TÚRIA	0,06	(1,0)
RIOLA	0,07	(1,0)
ROCAFORT	0,06	(1,0)
ROTGLÁ Y CORBERÁ	0,07	(1,0)
RÓTOVA	0,07	(1,0)
RUGAT	0,07	(1,0)
SAGUNTO/SAGUNT	0,04	(1,0)
SALEM	0,07	(1,0)
SAN ANTONIO DE BENAGÉBER	0,06	(1,0)
SAN JUAN DE ÉNOVA	0,07	(1,0)
SEDAVÍ	0,07	(1,0)
SEGART	0,05	(1,0)
SELLENT	0,07	(1,0)
SEMPERE	0,07	(1,0)
SENYERA	0,07	(1,0)
SERRA	0,05	(1,0)
SIETE AGUAS	0,04	(1,0)
SILLA	0,07	(1,0)
SIMAT DE LA VALLDIGNA	0,07	(1,0)
SOLLANA	0,07	(1,0)
SUECA	0,07	(1,0)
SUMACÀRCER	0,07	(1,0)
TAVERNES BLANQUES	0,06	(1,0)
TAVERNES DE LA VALLDIGNA	0,07	(1,0)
TERESA DE COFRENTES	0,07	(1,0)
TERRATEIG	0,07	(1,0)
TORRELLA	0,07	(1,0)
TORRENT	0,07	(1,0)
TORRES TORRES	0,04	(1,0)
TOUS	0,07	(1,0)
TURÍS	0,06	(1,0)
VALENCIA	0,06	(1,0)
VALLADA	0,07	(1,0)
VALLÉS	0,07	(1,0)
VILAMARXANT	0,05	(1,0)
VILLALONGA	0,07	(1,0)
VILLANUEVA DE CASTELLÓN	0,07	(1,0)
VINALESA	0,06	(1,0)
XÀTIVA	0,07	(1,0)
XERACO	0,07	(1,0)
XERESA	0,07	(1,0)
XIRIVELLA	0,07	(1,0)
YÁTOVA	0,06	(1,0)
ZARRA	0,07	(1,0)

EXTREMADURA

PROVINCIA DE BADAJOZ

ACEUCHAL	0,04	(1,3)
ALBUERA, LA	0,05	(1,3)
ALBURQUERQUE	0,04	(1,3)
ALCONCHEL	0,06	(1,3)
ALCONERA	0,04	(1,3)
ALMENDRAL	0,05	(1,3)
ATALAYA	0,05	(1,3)
BADAJOZ	0,05	(1,3)
BARCARROTA	0,05	(1,3)
BIENVENIDA	0,04	(1,3)
BODONAL DE LA SIERRA	0,05	(1,3)
BURGUILLOS DEL CERRO	0,05	(1,3)
CABEZA LA VACA	0,05	(1,3)
CALERA DE LEÓN	0,05	(1,3)
CALZADILLA DE LOS BARROS	0,04	(1,3)
CASAS DE REINA	0,04	(1,2)
CODOSERA, LA	0,04	(1,3)
CORTE DE PELEAS	0,04	(1,3)
CHELES	0,07	(1,2)
ENTRÍN BAJO	0,04	(1,3)
FERIA	0,04	(1,3)
FREGENAL DE LA SIERRA	0,05	(1,3)
FUENTE DE CANTOS	0,04	(1,3)
FUENTE DEL ARCO	0,04	(1,2)
FUENTE DEL MAESTRE	0,04	(1,3)
FUENTES DE LEÓN	0,05	(1,3)
HIGUERA DE VARGAS	0,06	(1,3)
HIGUERA LA REAL	0,06	(1,3)
JEREZ DE LOS CABALLEROS	0,05	(1,3)
LAPA, LA	0,04	(1,3)
LLERENA	0,04	(1,3)
LOBÓN	0,04	(1,3)

MALCOCINADO	0,04	(1,2)
MEDINA DE LAS TORRES	0,04	(1,3)
MONESTERIO	0,04	(1,3)
MONTEMOLÍN	0,04	(1,3)
MORERA, LA	0,05	(1,3)
NOGALES	0,05	(1,3)
OLIVA DE LA FRONTERA	0,06	(1,3)
OLIVENZA	0,05	(1,3)
PARRA, LA	0,05	(1,3)
PUEBLA DE LA CALZADA	0,04	(1,3)
PUEBLA DE SANCHO PÉREZ	0,04	(1,3)
PUEBLA DEL MAESTRE	0,04	(1,2)
PUEBLONUEVO DEL GUADIANA	0,05	(1,3)
REINA	0,04	(1,2)
ROCA DE LA SIERRA	0,05	(1,3)
SALVALEÓN	0,05	(1,3)
SALVATIERRA DE LOS BARROS	0,05	(1,3)
SAN VICENTE DE ALCÁNTARA	0,04	(1,2)
SANTA MARTA	0,04	(1,3)
SANTOS DE MAIMONA, LOS	0,04	(1,3)
SEGURA DE LEÓN	0,05	(1,3)
SOLANA DE LOS BARROS	0,04	(1,3)
TALAVERA LA REAL	0,04	(1,3)
TÁLIGA	0,06	(1,3)
TORRE DE MIGUEL SESMERO	0,05	(1,3)
TRASIERRA	0,04	(1,2)
USAGRE	0,04	(1,3)
VALDELACALZADA	0,04	(1,3)
VALENCIA DEL MOMBUEY	0,08	(1,2)
VALENCIA DEL VENTOSO	0,05	(1,3)
VALLE DE MATAMOROS	0,05	(1,3)
VALLE DE SANTA ANA	0,05	(1,3)
VALVERDE DE BURGUILLOS	0,05	(1,3)
VALVERDE DE LEGANÉS	0,05	(1,3)
VILLAFRANCA DE LOS BARROS	0,04	(1,3)
VILLAGARCÍA DE LA TORRE	0,04	(1,3)
VILLALBA DE LOS BARROS	0,04	(1,3)
VILLANUEVA DEL FRESNO	0,07	(1,2)
VILLAR DEL REY	0,05	(1,3)
ZAFRA	0,04	(1,3)
ZAHÍNOS	0,06	(1,3)

PROVINCIA DE CÁCERES

CARBAJO	0,04	(1,2)
CEDILLO	0,07	(1,1)
HERRERA DE ALCÁNTARA	0,06	(1,1)
MEMBRÍO	0,04	(1,2)
SALORINO	0,04	(1,2)
SANTIAGO DE ALCÁNTARA	0,04	(1,2)
VALENCIA DE ALCÁNTARA	0,04	(1,2)

GALICIA

PROVINCIA DE A CORUÑA

MELIDE	0,04	(1,0)
SANTISO	0,04	(1,0)
TOQUES	0,04	(1,0)

PROVINCIA DE LUGO

ABADÍN	0,04	(1,0)
ALFOZ	0,04	(1,0)
ANTAS DE ULLA	0,04	(1,0)
BALEIRA	0,04	(1,0)
BARALLA	0,04	(1,0)
BARREIROS	0,04	(1,0)
BECERREÁ	0,04	(1,0)
BEGONTE	0,04	(1,0)
BÓVEDA	0,04	(1,0)
CARBALLEDO	0,04	(1,0)
CASTRO DE REI	0,04	(1,0)
CASTROVERDE	0,04	(1,0)
CERVANTES	0,04	(1,0)
CHANTADA	0,04	(1,0)
CORGO, O	0,04	(1,0)
COSPEITO	0,04	(1,0)
FOLGOSO DO COUREL	0,04	(1,0)
FONSAGRADA, A	0,04	(1,0)
FOZ	0,04	(1,0)
FRIOL	0,04	(1,0)
GUITIRIZ	0,04	(1,0)
GUNTÍN	0,04	(1,0)
INCIO, O	0,04	(1,0)
LÁNCARA	0,04	(1,0)
LOURENZÁ	0,04	(1,0)
LUGO	0,04	(1,0)
MEIRA	0,04	(1,0)
MONDOÑEDO	0,04	(1,0)
MONFORTE DE LEMOS	0,04	(1,0)
MONTERROSO	0,04	(1,0)
MURAS	0,04	(1,0)
NAVIA DE SUARNA	0,04	(1,0)
NOGAIS, AS	0,04	(1,0)
OUROL	0,04	(1,0)
OUTEIRO DE REI	0,04	(1,0)
PALAS DE REI	0,04	(1,0)
PANTÓN	0,04	(1,0)
PARADELA	0,04	(1,0)
PÁRAMO, O	0,04	(1,0)
PASTORIZA, A	0,04	(1,0)
PEDRAFITA DO CEBREIRO	0,04	(1,0)
POBRA DO BROLLÓN, A	0,04	(1,0)
POL	0,04	(1,0)
PONTENOVA, A	0,04	(1,0)
PORTOMARÍN	0,04	(1,0)
QUIROGA	0,04	(1,0)
RÁBADE	0,04	(1,0)
RIBAS DE SIL	0,04	(1,0)
RIBEIRA DE PIQUÍN	0,04	(1,0)
RIOTORTO	0,04	(1,0)
SAMOS	0,04	(1,0)
SARRIA	0,04	(1,0)
SAVIÑAO, O	0,04	(1,0)
SOBER	0,04	(1,0)
TABOADA	0,04	(1,0)
TRABADA	0,04	(1,0)
TRIACASTELA	0,04	(1,0)
VALADOURO, O	0,04	(1,0)
VILALBA	0,04	(1,0)
XERMADE	0,04	(1,0)

PROVINCIA DE OURENSE

ALLARIZ	0,04	(1,0)
AMOEIRO	0,04	(1,0)
ARNOIA, A	0,04	(1,0)
AVIÓN	0,04	(1,0)
BALTAR	0,04	(1,0)
BANDE	0,04	(1,0)
BAÑOS DE MOLGAS	0,04	(1,0)
BARBADÁS	0,04	(1,0)
BEADE	0,04	(1,0)

BEARIZ	0,04	(1,0)
BLANCOS, OS	0,04	(1,0)
BOBORÁS	0,04	(1,0)
BOLA, A	0,04	(1,0)
BOLO, O	0,04	(1,0)
CALVOS DE RANDÍN	0,04	(1,0)
CARBALLEDA DE AVIA	0,04	(1,0)
CARBALLIÑO, O	0,04	(1,0)
CARTELLE	0,04	(1,0)
CASTRELO DE MIÑO	0,04	(1,0)
CASTRELO DO VAL	0,04	(1,0)
CASTRO CALDELAS	0,04	(1,0)
CELANOVA	0,04	(1,0)
CENLLE	0,04	(1,0)
COLES	0,04	(1,0)
CORTEGADA	0,04	(1,0)
CUALEDRO	0,04	(1,0)
CHANDREXA DE QUEIXA	0,04	(1,0)
ENTRIMO	0,04	(1,0)
ESGOS	0,04	(1,0)
GOMESENDE	0,04	(1,0)
IRIXO, O	0,04	(1,0)
LAROUCO	0,04	(1,0)
LAZA	0,04	(1,0)
LEIRO	0,04	(1,0)
LOBEIRA	0,04	(1,0)
LOBIOS	0,04	(1,0)
MACEDA	0,04	(1,0)
MANZANEDA	0,04	(1,0)
MASIDE	0,04	(1,0)
MELÓN	0,04	(1,0)
MERCA, A	0,04	(1,0)
MONTEDERRAMO	0,04	(1,0)
MONTERREI	0,04	(1,0)
MUÍÑOS	0,04	(1,0)
NOGUEIRA DE RAMUÍN	0,04	(1,0)
OÍMBRA	0,04	(1,0)
OURENSE	0,04	(1,0)
PADERNE DE ALLARIZ	0,04	(1,0)
PADRENDA	0,04	(1,0)
PARADA DE SIL	0,04	(1,0)
PEREIRO DE AGUIAR, O	0,04	(1,0)
PEROXA, A	0,04	(1,0)
PETÍN	0,04	(1,0)
PIÑOR	0,04	(1,0)
POBRA DE TRIVES, A	0,04	(1,0)
PONTEDEVA	0,04	(1,0)
PORQUEIRA	0,04	(1,0)
PUNXÍN	0,04	(1,0)
QUINTELA DE LEIRADO	0,04	(1,0)
RAIRIZ DE VEIGA	0,04	(1,0)
RAMIRÁS	0,04	(1,0)
RIBADAVIA	0,04	(1,0)
RÚA, A	0,04	(1,0)
SAN AMARO	0,04	(1,0)
SAN CIBRAO DAS VIÑAS	0,04	(1,0)
SAN CRISTOVO DE CEA	0,04	(1,0)
SAN XOÁN DE RÍO	0,04	(1,0)
SANDIÁS	0,04	(1,0)
SARREAUS	0,04	(1,0)
TABOADELA	0,04	(1,0)
TEIXEIRA, A	0,04	(1,0)
TOÉN	0,04	(1,0)
TRASMIRAS	0,04	(1,0)
VEREA	0,04	(1,0)
VERÍN	0,04	(1,0)
VIANA DO BOLO	0,04	(1,0)
VILAMARÍN	0,04	(1,0)
VILAMARTÍN DE VALDEORRAS	0,04	(1,0)
VILAR DE BARRIO	0,04	(1,0)
VILAR DE SANTOS	0,04	(1,0)
VILARIÑO DE CONSO	0,04	(1,0)
XINZO DE LIMIA	0,04	(1,0)
XUNQUEIRA DE AMBÍA	0,04	(1,0)
XUNQUEIRA DE ESPADANEDO	0,04	(1,0)

PROVINCIA DE PONTEVEDRA

AGOLADA	0,04	(1,0)
ARBO	0,04	(1,0)
CAÑIZA, A	0,04	(1,0)
COVELO	0,04	(1,0)
CRECENTE	0,04	(1,0)
DOZÓN	0,04	(1,0)
FORCAREI	0,04	(1,0)
FORNELOS DE MONTES	0,04	(1,0)
LALÍN	0,04	(1,0)
LAMA, A	0,04	(1,0)
MONDARIZ	0,04	(1,0)
MONDARIZ BALNEARIO	0,04	(1,0)
NEVES, AS	0,04	(1,0)
RODEIRO	0,04	(1,0)
SILLEDA	0,04	(1,0)
VILA DE CRUCES	0,04	(1,0)

ILLES BALEARS

PROVINCIA DE ILLES BALEARS

ALAIOR	0,04	(1,0)
ALARÓ	0,04	(1,0)
ALCÚDIA	0,04	(1,0)
ALGAIDA	0,04	(1,0)
ANDRATX	0,04	(1,0)
ARIANY	0,04	(1,0)
ARTÀ	0,04	(1,0)
BANYALBUFAR	0,04	(1,0)
BINISSALEM	0,04	(1,0)
BÚGER	0,04	(1,0)
BUNYOLA	0,04	(1,0)
CALVIÀ	0,04	(1,0)
CAMPANET	0,04	(1,0)
CAMPOS	0,04	(1,0)
CAPDEPERA	0,04	(1,0)
CASTELL, ES	0,04	(1,0)
CIUTADELLA DE MENORCA	0,04	(1,0)
CONSELL	0,04	(1,0)
COSTITX	0,04	(1,0)
DEYÁ	0,04	(1,0)
EIVISSA	0,04	(1,0)
ESCORCA	0,04	(1,0)
ESPORLES	0,04	(1,0)
ESTELLENCS	0,04	(1,0)
FELANITX	0,04	(1,0)
FERRERIES	0,04	(1,0)
FORMENTERA	0,04	(1,0)
FORNALUTX	0,04	(1,0)
INCA	0,04	(1,0)
LLORET DE VISTAALEGRE	0,04	(1,0)
LLOSETA	0,04	(1,0)
LLUBÍ	0,04	(1,0)
LLUCMAJOR	0,04	(1,0)
MAHÓN	0,04	(1,0)
MANACOR	0,04	(1,0)
MANCOR DE LA VALL	0,04	(1,0)
MARIA DE LA SALUT	0,04	(1,0)
MARRATXÍ	0,04	(1,0)
MERCADAL, ES	0,04	(1,0)

MIGJORN GRAN, ES	0,04	(1,0)
MONTUÏRI	0,04	(1,0)
MURO	0,04	(1,0)
PALMA DE MALLORCA	0,04	(1,0)
PETRA	0,04	(1,0)
POBLA, SA	0,04	(1,0)
POLLENÇA	0,04	(1,0)
PORRERES	0,04	(1,0)
PUIGPUNYENT	0,04	(1,0)
SALINES, SES	0,04	(1,0)
SAN JOSÉ	0,04	(1,0)
SANT ANTONI DE PORTMANY	0,04	(1,0)
SANT JOAN	0,04	(1,0)
SANT JOAN DE LABRITJA	0,04	(1,0)
SANT LLORENÇ DES CARDASSAR	0,04	(1,0)
SANT LLUÍS	0,04	(1,0)
SANTA EUGÈNIA	0,04	(1,0)
SANTA EULALIA DEL RÍO	0,04	(1,0)
SANTA MARGALIDA	0,04	(1,0)
SANTA MARÍA DEL CAMÍ	0,04	(1,0)
SANTANYÍ	0,04	(1,0)
SELVA	0,04	(1,0)
SENCELLES	0,04	(1,0)
SINEU	0,04	(1,0)
SÓLLER	0,04	(1,0)
SON SERVERA	0,04	(1,0)
VALLDEMOSA	0,04	(1,0)
VILAFRANCA DE BONANY	0,04	(1,0)

REGIÓN DE MURCIA

PROVINCIA DE MURCIA

ABANILLA	0,15	(1,0)
ABARÁN	0,10	(1,0)
ÁGUILAS	0,11	(1,0)
ALBUDEITE	0,11	(1,0)
ALCANTARILLA	0,15	(1,0)
ALCÁZARES, LOS	0,08	(1,0)
ALEDO	0,10	(1,0)
ALGUAZAS	0,14	(1,0)
ALHAMA DE MURCIA	0,11	(1,0)
ARCHENA	0,13	(1,0)
BENIEL	0,16	(1,0)
BLANCA	0,11	(1,0)
BULLAS	0,08	(1,0)
CALASPARRA	0,07	(1,0)
CAMPOS DEL RÍO	0,12	(1,0)
CARAVACA DE LA CRUZ	0,07	(1,0)
CARTAGENA	0,07	(1,0)
CEHEGÍN	0,08	(1,0)
CEUTÍ	0,14	(1,0)
CIEZA	0,09	(1,0)
FORTUNA	0,15	(1,0)
FUENTE ÁLAMO DE MURCIA	0,11	(1,0)
JUMILLA	0,07	(1,0)
LIBRILLA	0,12	(1,0)
LORCA	0,12	(1,0)
LORQUÍ	0,14	(1,0)
MAZARRÓN	0,09	(1,0)
MOLINA DE SEGURA	0,15	(1,0)
MORATALLA	0,07	(1,0)
MULA	0,09	(1,0)
MURCIA	0,15	(1,0)
OJÓS	0,12	(1,0)
PLIEGO	0,09	(1,0)
PUERTO LUMBRERAS	0,14	(1,0)
RICOTE	0,12	(1,0)
SAN JAVIER	0,10	(1,0)
SAN PEDRO DEL PINATAR	0,11	(1,0)
SANTOMERA	0,16	(1,0)
TORRE PACHECO	0,09	(1,0)
TORRES DE COTILLAS, LAS	0,14	(1,0)
TOTANA	0,10	(1,0)
ULEA	0,12	(1,0)
UNIÓN, LA	0,07	(1,0)
VILLANUEVA DEL RÍO SEGURA	0,13	(1,0)
YECLA	0,07	(1,0)

COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA

PROVINCIA DE NAVARRA

ABÁIGAR	0,04	(1,0)
ABÁRZUZA	0,04	(1,0)
ABAURREGAINA/ABAURREA ALTA	0,05	(1,0)
ABAURREPEA/ABAURREA BAJA	0,05	(1,0)
ABERIN	0,04	(1,0)
ADIÓS	0,04	(1,0)
AIBAR/OIBAR	0,04	(1,0)
ALLÍN	0,04	(1,0)
ALTSASU/ALSASUA	0,04	(1,0)
AMÉSCOA BAJA	0,04	(1,0)
ANCÍN	0,04	(1,0)
ANSOÁIN	0,04	(1,0)
ANUE	0,04	(1,0)
AÑORBE	0,04	(1,0)
AOIZ/AGOITZ	0,05	(1,0)
ARAITZ	0,04	(1,0)
ARAKIL	0,04	(1,0)
ARANARACHE	0,04	(1,0)
ARANGUREN	0,04	(1,0)
ARANO	0,04	(1,0)
ARANTZA	0,04	(1,0)
ARBIZU	0,04	(1,0)
ARCE/ARTZI	0,05	(1,0)
ARELLANO	0,04	(1,0)
ARESO	0,04	(1,0)
ARIA	0,05	(1,0)
ARIBE	0,05	(1,0)
ARRUAZU	0,04	(1,0)
ARTAJONA	0,04	(1,0)
ARTAZU	0,04	(1,0)
ATEZ	0,04	(1,0)
AURITZ/BURGUETE	0,05	(1,0)
AYEGUI	0,04	(1,0)
BAKAIKU	0,04	(1,0)
BARAÑAIN	0,04	(1,0)
BARÁSOAIN	0,04	(1,0)
BARBARIN	0,04	(1,0)
BERIAIN	0,04	(1,0)
BASABURUA	0,04	(1,0)
BAZTAN	0,05	(1,0)
BEINTZA LABAIEN	0,04	(1,0)
BELASCOÁIN	0,04	(1,0)
BERA/VERA DE BIDASOA	0,04	(1,0)
BERRRIOPLANO	0,04	(1,0)
BERRIOZAR	0,04	(1,0)
BERTIZARANA	0,04	(1,0)
BETELU	0,04	(1,0)
BIDAURRETA	0,04	(1,0)
BIURRUN OLCOZ	0,04	(1,0)

BURGUI/BURGI	0,05	(1,0)
BURLADA/BURLATA	0,04	(1,0)
CASTILLONUEVO	0,05	(1,0)
CIRAUQUI	0,04	(1,0)
CIRIZA	0,04	(1,0)
CIZUR	0,04	(1,0)
DICASTILLO	0,04	(1,0)
DONAMARIA	0,04	(1,0)
DONEZTEBE/SANTESTEBAN	0,04	(1,0)
ECHARRI	0,04	(1,0)
EGÜÉS	0,04	(1,0)
ELGORRIAGA	0,04	(1,0)
ENÉRIZ	0,04	(1,0)
ERATSUN	0,04	(1,0)
ERGOIENA	0,04	(1,0)
ERRO	0,05	(1,0)
ESLAVA	0,04	(1,0)
ESPARZA DE SALAZAR	0,06	(1,0)
ESTELLA/LIZARRA	0,04	(1,0)
ESTERIBAR	0,04	(1,0)
ETAYO	0,04	(1,0)
ETXALAR	0,04	(1,0)
ETXARRI ARANATZ	0,04	(1,0)
ETXAURI	0,04	(1,0)
EULATE	0,04	(1,0)
EZCABARTE	0,04	(1,0)
EZCÁROZ/EZKAROZE	0,06	(1,0)
EZKURRA	0,04	(1,0)
EZPROGUI	0,04	(1,0)
GALAR	0,04	(1,0)
GALLUÉS/GALOZE	0,05	(1,0)
GARAIOA	0,05	(1,0)
GARDE	0,06	(1,0)
GARÍNOAIN	0,04	(1,0)
GARRALDA	0,05	(1,0)
GOIZUETA	0,04	(1,0)
GOÑI	0,04	(1,0)
GÜESA/GORZA	0,05	(1,0)
GUESÁLAZ	0,04	(1,0)
GUIRGUILLANO	0,04	(1,0)
HIRIBERRI/VILLAN. DE AEZKOA	0,05	(1,0)
HUARTE/UHARTE	0,04	(1,0)
IBARGOITI	0,04	(1,0)
IGANTZI	0,04	(1,0)
IGÚZQUIZA	0,04	(1,0)
IMOTZ	0,04	(1,0)
IRAÑETA	0,04	(1,0)
IRURTZUN	0,04	(1,0)
ISABA/IZABA	0,07	(1,0)
ITUREN	0,04	(1,0)
ITURMENDI	0,04	(1,0)
IZA	0,04	(1,0)
IZAGAONDOA	0,04	(1,0)
IZALZU/ITZALTZU	0,06	(1,0)
JAURRIETA	0,06	(1,0)
JAVIER	0,04	(1,0)
JUSLAPEÑA	0,04	(1,0)
LAKUNTZA	0,04	(1,0)
LANA	0,04	(1,0)
LANTZ	0,04	(1,0)
LARRAONA	0,04	(1,0)
LARRAUN	0,04	(1,0)
LEACHE	0,04	(1,0)
LEGARDA	0,04	(1,0)
LEGARIA	0,04	(1,0)
LEITZA	0,04	(1,0)
LEOZ	0,04	(1,0)
LERGA	0,04	(1,0)
LESAKA	0,04	(1,0)
LEZÁUN	0,04	(1,0)
LIÉDENA	0,04	(1,0)
LIZOÁIN	0,04	(1,0)
LÓNGUIDA/LONGIDA	0,04	(1,0)
LUMBIER	0,04	(1,0)
LUQUIN	0,04	(1,0)
LUZAIDE/VALCARLOS	0,05	(1,0)
MAÑERU	0,04	(1,0)
MENDAZA	0,04	(1,0)
MENDIGORRÍA	0,04	(1,0)
METAUTEN	0,04	(1,0)
MONREAL	0,04	(1,0)
MORENTIN	0,04	(1,0)
MURIETA	0,04	(1,0)
MURUZÁBAL	0,04	(1,0)
NAVASCUÉS	0,05	(1,0)
NAZAR	0,04	(1,0)
NOÁIN(VALLE DE ELORZ)/ NOAIN(ELORTZIBAR)	0,04	(1,0)
OBANOS	0,04	(1,0)
OCHAGAVÍA	0,06	(1,0)
OCO	0,04	(1,0)
ODIETA	0,04	(1,0)
OITZ	0,04	(1,0)
OLAIBAR	0,04	(1,0)
OLAZTI/OLAZAGUTÍA	0,04	(1,0)
OLEJUA	0,04	(1,0)
OLLO	0,04	(1,0)
OLÓRIZ	0,04	(1,0)
OLZA	0,04	(1,0)
ORBAITZETA	0,05	(1,0)
ORBARA	0,05	(1,0)
ORCOYEN	0,04	(1,0)
ORÍSOAIN	0,04	(1,0)
ORONZ	0,06	(1,0)
OROZ BETELU	0,05	(1,0)
ORREAGA/RONCESVALLES	0,05	(1,0)
OTEIZA	0,04	(1,0)
PAMPLONA/IRUÑA	0,04	(1,0)
PIEDRAMILLERA	0,04	(1,0)
PUENTE LA REINA/GARES	0,04	(1,0)
PUEYO	0,04	(1,0)
ROMANZADO	0,04	(1,0)
RONCAL/ERRONKARI	0,06	(1,0)
SADA	0,04	(1,0)
SALDÍAS	0,04	(1,0)
SALINAS DE ORO	0,04	(1,0)
SANGÜESA/ZANGOZA	0,04	(1,0)
SARRIÉS/SARTZE	0,05	(1,0)
SORLADA	0,04	(1,0)
SUNBILLA	0,04	(1,0)
TIEBAS MURUARTE DE RETA	0,04	(1,0)
TIRAPU	0,04	(1,0)
UCAR	0,04	(1,0)
UHARTE ARAKIL	0,04	(1,0)
ULTZAMA	0,04	(1,0)
UNCITI	0,04	(1,0)
UNZUÉ	0,04	(1,0)
URDAZUBI/URDAX	0,05	(1,0)
URDIAIN	0,04	(1,0)
URRAUL ALTO	0,05	(1,0)
URRAUL BAJO	0,04	(1,0)
URROTZ	0,04	(1,0)
URROZ	0,04	(1,0)
URZAINQUI	0,06	(1,0)
UTERGA	0,04	(1,0)
UZTÁRROZ/UZTARROZE	0,07	(1,0)
VIDÁNGOZ/BIDANKOZE	0,05	(1,0)
VILLAMAYOR DE MONJARDÍN	0,04	(1,0)
VILLATUERTA	0,04	(1,0)
VILLAVA/ATARRABIA	0,04	(1,0)
YERRI	0,04	(1,0)
YESA	0,04	(1,0)
ZABALZA	0,04	(1,0)
ZIORDIA	0,04	(1,0)

ZIZUR MAYOR/ZIZUR NAGUSIA	0,04	(1,0)
ZUBIETA	0,04	(1,0)
ZUGARRAMURDI	0,05	(1,0)
ZÚÑIGA	0,04	(1,0)

PAIS VASCO

PROVINCIA DE ÁLAVA

ASPARRENA	0,04	(1,0)
HARANA/VALLE DE ARANA	0,04	(1,0)
ZALDUONDO	0,04	(1,0)

PROVINCIA DE GUIPÚZCOA

ABALTZISKETA	0,04	(1,0)
ADUNA	0,04	(1,0)
AIA	0,04	(1,0)
AIZARNAZABAL	0,04	(1,0)
ALBIZTUR	0,04	(1,0)
ALEGIA	0,04	(1,0)
ALKIZA	0,04	(1,0)
ALTZAGA	0,04	(1,0)
ALTZO	0,04	(1,0)
AMEZKETA	0,04	(1,0)
ANDOAIN	0,04	(1,0)
ANOETA	0,04	(1,0)
ANTZUOLA	0,04	(1,0)
ARAMA	0,04	(1,0)
ASTEASU	0,04	(1,0)
ASTIGARRAGA	0,04	(1,0)
ATAUN	0,04	(1,0)
AZKOITIA	0,04	(1,0)
AZPEITIA	0,04	(1,0)
BALIARRAIN	0,04	(1,0)
BEASAIN	0,04	(1,0)
BEIZAMA	0,04	(1,0)
BELAUNTZA	0,04	(1,0)
BERASTEGI	0,04	(1,0)
BERROBI	0,04	(1,0)
BIDEGOYAN	0,04	(1,0)
DEBA	0,04	(1,0)
DONOSITA SAN SEBASTIÁN	0,04	(1,0)
ELDUAIN	0,04	(1,0)
ERRENTERIA	0,04	(1,0)
ERREZIL	0,04	(1,0)
EZKIO ITSASO	0,04	(1,0)
GABIRIA	0,04	(1,0)
GAINTZA	0,04	(1,0)
GAZTELU	0,04	(1,0)
GETARIA	0,04	(1,0)
HERNANI	0,04	(1,0)
HERNIALDE	0,04	(1,0)
HONDARRIBIA	0,04	(1,0)
IBARRA	0,04	(1,0)
IDIAZABAL	0,04	(1,0)
IKAZTEGIETA	0,04	(1,0)
IRUN	0,04	(1,0)
IRURA	0,04	(1,0)
ITSASONDO	0,04	(1,0)
LARRAUL	0,04	(1,0)
LASARTE ORIA	0,04	(1,0)
LAZKAO	0,04	(1,0)
LEABURU	0,04	(1,0)
LEGAZPI	0,04	(1,0)
LEGORRETA	0,04	(1,0)
LEZO	0,04	(1,0)
LIZARTZA	0,04	(1,0)
MUTILOA	0,04	(1,0)
OIARTZUN	0,04	(1,0)
OLABERRIA	0,04	(1,0)
ORDIZIA	0,04	(1,0)
ORENDAIN	0,04	(1,0)
OREXA	0,04	(1,0)
ORIO	0,04	(1,0)
ORMAIZTEGI	0,04	(1,0)
PASAIA	0,04	(1,0)
SEGURA	0,04	(1,0)
TOLOSA	0,04	(1,0)
URNIETA	0,04	(1,0)
URRETXU	0,04	(1,0)
USURBIL	0,04	(1,0)
VILLABONA	0,04	(1,0)
ZALDIBIA	0,04	(1,0)
ZARAUTZ	0,04	(1,0)
ZEGAMA	0,04	(1,0)
ZERAIN	0,04	(1,0)
ZESTOA	0,04	(1,0)
ZIZURKIL	0,04	(1,0)
ZUMAIA	0,04	(1,0)
ZUMARRAGA	0,04	(1,0)

CIUDAD DE CEUTA 0,05 (1,2)

CIUDAD DE MELILLA 0,08 (1,0)

ANEJO 2

MÉTODO DEL MODO FUNDAMENTAL

A2.1 Condiciones generales

El método del modo fundamental es un método estático equivalente al modal espectral, cuya utilización sólo es válida cuando el comportamiento dinámico de la estructura pueda analizarse con suficiente precisión mediante un modelo dinámico de un sólo grado de libertad. Se puede considerar que esto se cumple en el caso de puentes de tablero sustentado por pilas verticales, siempre que se verifiquen además las condiciones siguientes:

a) Para el cálculo en la dirección longitudinal, el tablero es continuo y aproximadamente recto, y la masa de todas las pilas es inferior a 1/5 de la masa del tablero.

b) Para el cálculo en la dirección transversal, además de cumplirse las condiciones indicadas en a), la distribución de masa y rigidez del puente es aproximadamente simétrica alrededor del centro del tablero, es decir, la distancia, $e_{0,}$ entre el centro de rigidez de los elementos de sustentación y el centro de masa del tablero no supera el 5% de la longitud del mismo.

c) En el caso de pilas que soporten vanos isostáticos, la masa total de cada pila es inferior a 1/5 de la masa de la parte del tablero soportado por esa pila.

Se considerarán independientemente las componentes longitudinal, transversal y vertical de la acción sísmica. Para cada dirección, se determinará la fuerza estática equivalente que actúa sobre el tablero. La fuerza estática equivalente se obtendrá a partir de las fuerzas de inercia correspondientes al modo fundamental y al periodo natural de la estructura en la dirección considerada, obtenidas utilizando la ordenada correspondiente del espectro de cálculo.

Los efectos correspondientes a cada dirección se combinarán de acuerdo con las indicaciones recogidas el apartado 4.2.4.3 del articulado, de la misma forma que en el caso del cálculo modal espectral

En función de las características específicas de cada puente, el método del modo fundamental se aplica utilizando uno de los tres modelos simplificados que se exponen a continuación:

- Modelo de tablero rígido
- Modelo de tablero flexible
- Modelo de pila aislada

A2.2 Modelo de tablero rígido

Este modelo podrá aplicarse cuando, bajo la acción sísmica, la deformación del tablero en un plano horizontal sea despreciable en comparación con los desplazamientos de las pilas más los aparatos de apoyo.

Se puede suponer que esta condición que se cumple en los casos siguientes:

- en la dirección longitudinal, en puentes aproximadamente rectos con tablero continuo
- en la dirección transversal si:

$$\frac{L}{B} \leq 4{,}0$$

donde:

L longitud del tablero continuo

B anchura total del tablero

o, en general, si se cumple la condición siguiente:

$$\frac{\Delta d}{d_m} \leq 0{,}20$$

donde Δd y d_m son, respectivamente, la máxima diferencia y el valor medio de los desplazamientos de las pilas más los aparatos de apoyo, en la dirección transversal, bajo la acción sísmica en esa dirección.

En puentes con tablero rígido, los efectos sísmicos se podrán calcular aplicando sobre el tablero una fuerza estática equivalente dada por la expresión siguiente:

$$F = \frac{G}{g} \cdot \frac{S_a(T)}{q}$$

donde:

F fuerza estática equivalente

G peso total efectivo, que debe incluir el del tablero, el de la sobrecarga concomitante con el sismo y el de la mitad superior de las pilas

g aceleración de la gravedad

q factor de comportamiento, según el apartado 4.2.2 del articulado

$S_a(T)$ valor del espectro de aceleraciones en la dirección considerada, según el apartado 3.5.1 del articulado, correspondiente al periodo fundamental T del puente, estimado con la expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{G}{g \cdot K}}$$

siendo K la rigidez del sistema, obtenida como suma de las rigideces de las pilas, en la dirección considerada

La fuerza F se deberá repartir a lo largo del tablero de forma proporcional a la distribución de las masas efectivas.

El efecto de guiñada del tablero (ver figura C.4.6 del articulado) puede asimilarse a la acción de un momento torsor M_t de eje vertical:

$$M_t = \pm F \cdot e$$

donde:

F fuerza estática equivalente en dirección transversal

e excentricidad de cálculo, de valor:

$e = e_0 + e_a$

e_0 excentricidad teórica longitudinal, según el apartado A1.1.b)

e_a excentricidad accidental, de valor $e_a = 0{,}05$ L

L longitud del tablero

A2.3 Modelo de tablero flexible

Este modelo sólo será de aplicación si la diferencia máxima entre las luces de los vanos que componen el puente no supera el 20%.

En su aplicación se supone que la mayor parte de la respuesta de la estructura corresponde a una distribución de desplazamientos tipo, *d*, que, para cada una de las tres direcciones, se pueden obtener mediante la aplicación de las siguientes cargas estáticas de proyecto: fuerza de frenado para la dirección longitudinal, fuerza de viento para la transversal y peso propio para la vertical.

Para cada componente de la acción sísmica, se obtendrá un sistema de fuerzas equivalentes en esa dirección, actuando sobre cada nudo *i* de los *N* en que se haya discretizado la estructura, según la siguiente expresión:

$$F_{eq}^{i} = \frac{S_a(T)}{q}\frac{G_i}{g}\,d_i\,\frac{\sum_{j=1}^{N} G_j\,d_j}{\sum_{j=1}^{N} G_j\,d_j^2}$$

donde:

F_{eq}^{i} fuerza estática equivalente en el nudo *i*

$S_a(T)$ valor del espectro de aceleraciones en la dirección considerada, según el apartado 3.5.1 del articulado, correspondiente al periodo T asociado a los desplazamientos tipo, que se puede estimar con la expresión:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{N}\frac{G_j}{g}\,d_j^2}{\sum_{j=1}^{N} Q_j\,d_j}}$$

siendo Q_j la carga concentrada en el nudo *j* utilizada para el cálculo de los desplazamientos tipo d_j

q factor de comportamiento, según el apartado 4.2.2 del articulado

G_i peso concentrado en el nudo *i*

g aceleración de la gravedad

d_i desplazamiento tipo del nudo *i*

El efecto de guiñada del tablero (ver figura C.4.6 del articulado) puede asimilarse a la acción de un momento torsor M_t de eje vertical igual al definido para el caso de tablero rígido. El momento M_t puede repartirse entre los elementos de apoyo usando la hipótesis de tablero rígido.

A2.4 Modelo de pila aislada

En los casos en que la acción sísmica sea soportada básicamente por las pilas y de forma independiente por cada una de ellas, sin que exista una interacción importante con las adyacentes, el valor de la fuerza estática equivalente actuante al nivel del tablero podrá obtenerse de la expresión siguiente:

$$F_i = \frac{G_i}{g}\cdot\frac{S_a(T)}{q}$$

donde:

F_i fuerza estática equivalente correspondiente a la pila *i*

G_i peso efectivo, que debe incluir el de la parte del tablero soportado por la pila *i*, el de la sobrecarga correspondiente concomitante con el sismo y el de la mitad superior de la pila *i*

g aceleración de la gravedad

q factor de comportamiento, según el apartado 4.2.2 del articulado

$S_a(T)$ valor del espectro de aceleraciones en la dirección considerada, según el apartado 3.5.1 del articulado, correspondiente al periodo T, obtenido de la forma siguiente:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{G_i}{g \cdot K_i}}$$

siendo K_i la rigidez de la pila *i*, en la dirección considerada

ANEJO 3

ECUACIONES CONSTITUTIVAS DE LOS MATERIALES PARA ANÁLISIS NO LINEAL

Las ecuaciones constitutivas de los materiales que se indican a continuación podrán utilizarse para efectuar un cálculo no lineal de la estructura, definido en los apartados 4.3 y 4.4 del capítulo 4, así como para determinar el momento de sobre-resistencia definido en el apartado 5.3.1.2 del capítulo 5.

En las comprobaciones en régimen de deformación plástica es importante tener una estimación lo más ajustada posible de la distribución de esfuerzos para poder relacionarlos con los de plastificación de las secciones. Además, si se trata de verificar la ductilidad, es necesario hacer una estimación segura de la capacidad de deformación de los materiales. Por ello, los diagramas tensión-deformación deberán ajustarse lo más posible a los reales aunque con deformaciones límite menores. En las ecuaciones constitutivas que se recogen en los apartados siguientes, para los parámetros tensionales se utilizan los valores medios esperados mientras que para los parámetros deformacionales se utilizan valores reducidos.

A3.1 Diagrama tensión-deformación del acero de alta ductilidad para armaduras pasivas

La curva tensión-deformación (figura A3.1) estará definida por un primer tramo elástico lineal, una meseta correspondiente al valor medio del límite elástico y un último tramo de endurecimiento por deformación, de forma parabólica, con valor máximo correspondiente al valor medio de la tensión de rotura. La deformación unitaria de inicio de endurecimiento se tomará con su valor medio y la deformación unitaria máxima se tomará un 30% menor que el valor medio de esta característica del material.

A falta de datos experimentales específicos del material, podrán adoptarse los siguientes valores:

$$f_{ym} = 1{,}15\, f_{yk}$$

$$f_{max,m} = 1{,}15\, f_{max,k}$$

$$\varepsilon_{sh} = 0{,}015$$

$$\varepsilon_{max} = 0{,}7\, \varepsilon_{max,k}$$

siendo f_{yk}, $f_{max,k}$ y $\varepsilon_{max,k}$ los valores característicos del límite elástico, de la tensión de rotura y de la deformación unitaria máxima, respectivamente.

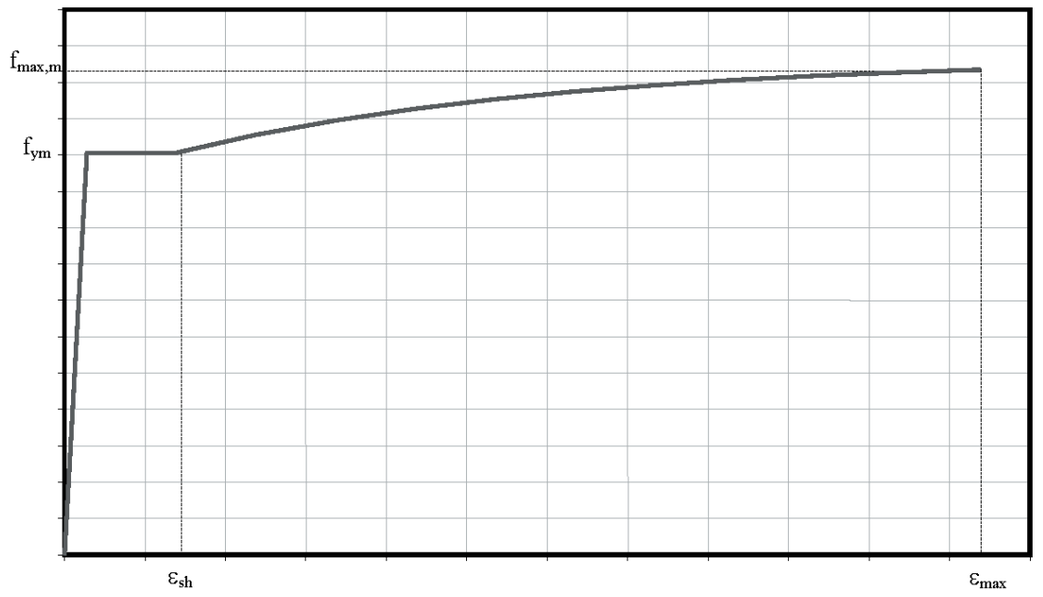


Figura A3.1 Diagrama tensión-deformación del acero de alta ductilidad para armaduras pasivas

A3.2 Diagrama tensión-deformación del acero para armaduras activas

En el caso del acero de pretensar, como la diferencia entre la resistencia media y la característica es pequeña, y este último es el valor garantizado, se tomará como diagrama tensión-deformación el característico definido en la Instrucción de Hormigón Estructural, con una deformación unitaria máxima reducida de valor $\varepsilon_{max} = 0{,}030$.

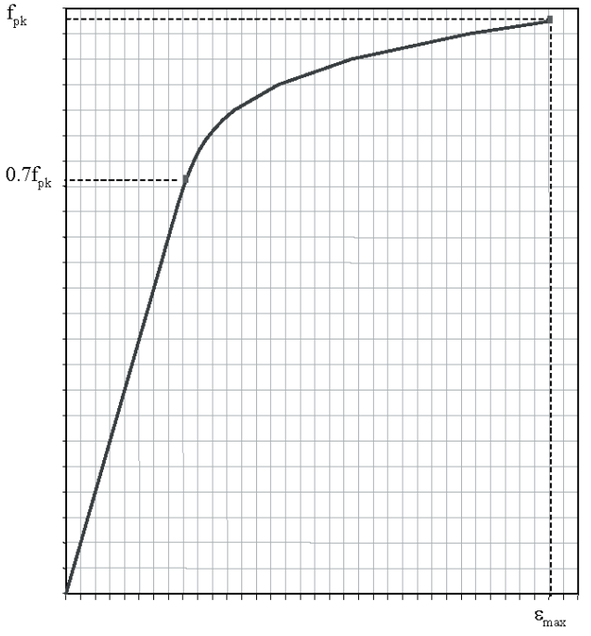


Figura A3.2 Diagrama tensión-deformación del acero para armaduras activas

A3.3 Diagrama tensión-deformación del acero estructural

Para el acero estructural, y a falta de datos específicos, se adoptará una curva tensión-deformación elástica perfectamente plástica, con un valor medio del límite elástico definido por la expresión siguiente:

$$f_{ym} = 1{,}25\, f_{yn}$$

donde f_{yn} es el valor nominal del límite elástico.

Se tomará una deformación unitaria máxima de valor $\varepsilon_u = 0{,}15$.

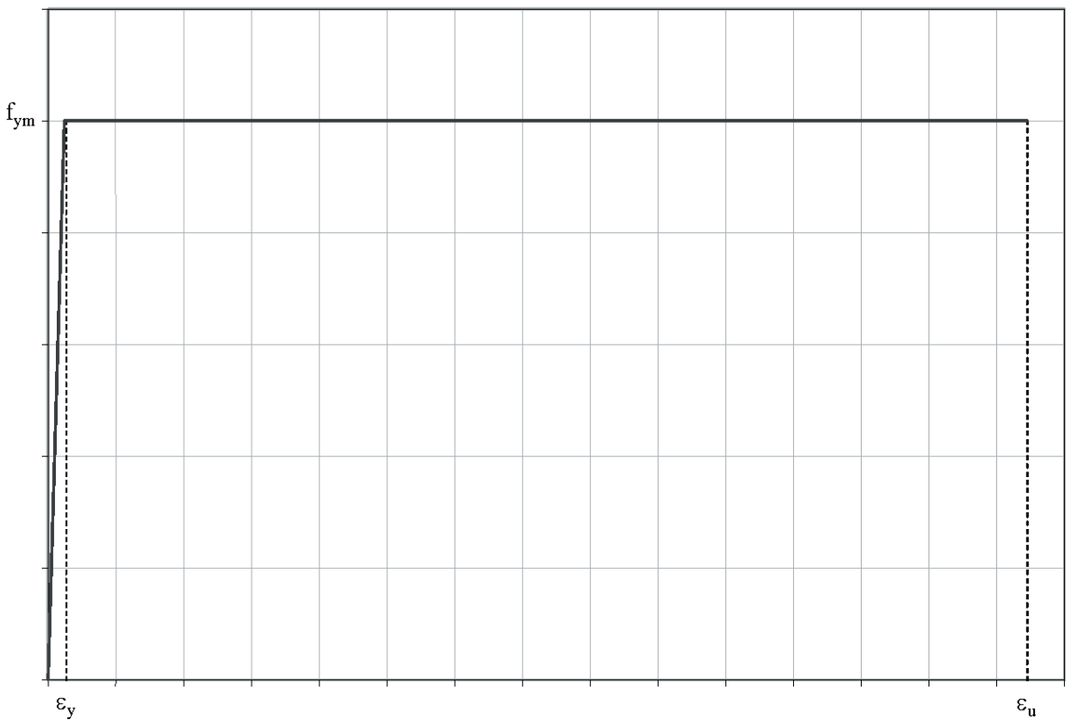


Figura A3.3 Diagrama tensión-deformación del acero estructural

A3.4 Diagrama tensión-deformación del hormigón

Si el hormigón no está confinado, se utilizará el diagrama tensión-deformación definido en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE, figura 21.3.3) para efectuar un análisis no lineal.

Si el hormigón está confinado, será necesario tener en cuenta esta circunstancia para definir su curva tensión-deformación. Se podrá utilizar la curva definida en la figura A3.4, que corresponde a la expresión siguiente:

$$\frac{\sigma}{f_{cm,c}} = \frac{\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{c1,c}}\, r}{r - 1 + \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_{c1,c}}\right)^{r}}$$

siendo:

$$r = \frac{E_{cm}}{E_{cm} - E_{sec}}$$

$E_{cm} = 9500\left(f_{ck} + 8\right)^{1/3}$ (módulo de elasticidad tangente, en N/mm^2)

$E_{sec} = \frac{f_{cm,c}}{\varepsilon_{c1,c}}$ (módulo de elasticidad secante, en N/mm^2)

$f_{cm,c} = f_{cm}\,\lambda_c$ (resistencia media del hormigón confinado)

$f_{cm} = f_{ck} + 8$ N/mm^2 (resistencia media del hormigón sin confinar)

$$\lambda_c = 2{,}254\sqrt{1+7{,}94\frac{\sigma_e}{f_{cm}}} - \frac{2\sigma_e}{f_{cm}} - 1{,}254$$

$$\varepsilon_{c1,c} = 0{,}002\left[1+5\left(\frac{f_{cm,c}}{f_{cm}} - 1\right)\right]$$ (deformación bajo tensión máxima)

σ_e tensión efectiva de confinamiento, función de la cuantía geométrica de la armadura transversal de confinamiento ρ_w, definida en el capítulo 6 de esta Norma:

$\sigma_e = ½\ \alpha\ \rho_w\ f_{ym}$ para cercos circulares o armadura helicoidal

$\sigma_e = \alpha\ \rho_w\ f_{ym}$ para cercos rectangulares o estribos (en este caso, la cuantía geométrica puede no ser la misma en las dos direcciones por lo que se debe adoptar la media geométrica de las cuantías en cada dirección)

α factor de efectividad del confinamiento (Para pilas en las que se han adoptado las cuantías y disposiciones de armado definidas en el apartado 6.2.2.3 de esta Norma, se podrá tomar $\alpha = 1$)

$\varepsilon_{cu,c}$ deformación última del hormigón confinado, que aproximadamente corresponde al momento en que comienza a romperse la armadura transversal de confinamiento. Puede definirse mediante la expresión siguiente:

$$\varepsilon_{cu,c} = 0{,}004 + \frac{1{,}4\rho_s\, f_{ym}\, \varepsilon_{su}}{f_{cm,c}}$$

siendo:

$\rho_s = \rho_w$ para cercos circulares o zunchos

$\rho_s = 2\rho_w$ para cercos rectangulares o estribos

f_{ym} valor medio del límite elástico

ε_{su} valor medio de la deformación unitaria del acero de armar correspondiente a la fuerza máxima

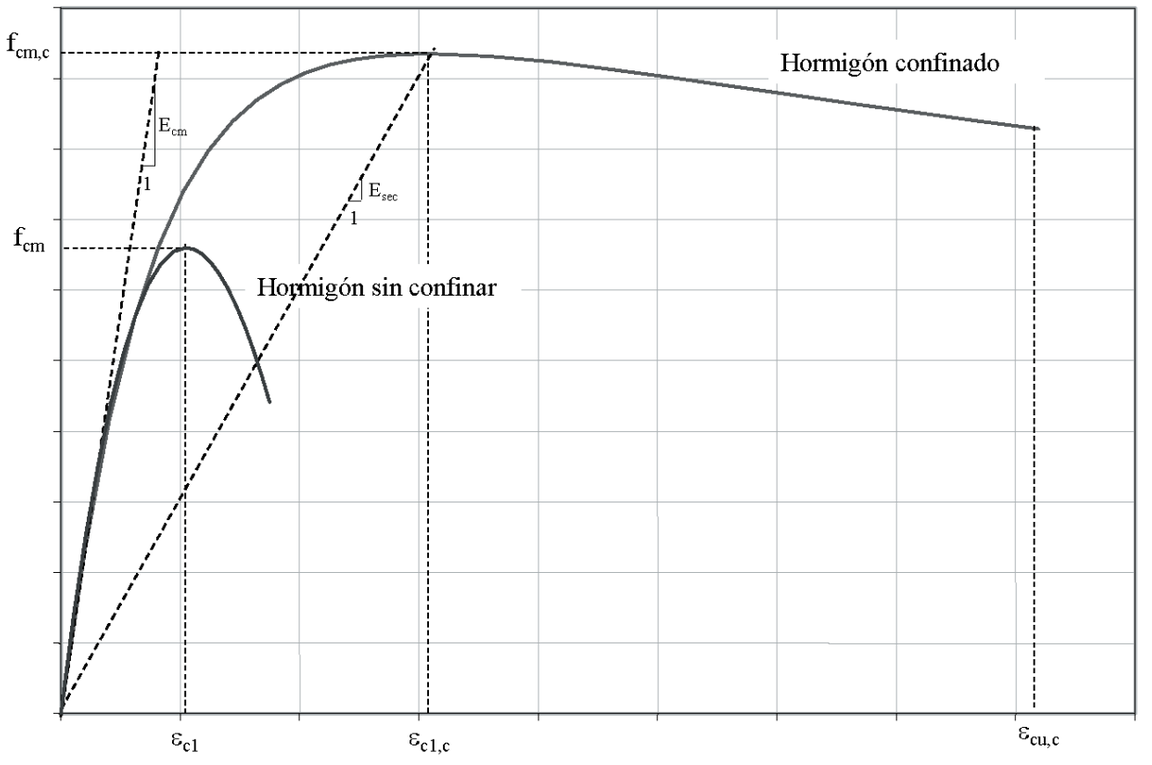


Figura A3.4 Diagrama tensión-deformación del hormigón

ANEJO 4

DIAGRAMA MOMENTO CURVATURA SIMPLIFICADO DE SECCIONES DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL PARA ANÁLISIS NO LINEAL

Simplificadamente podrá utilizarse para secciones dúctiles un diagrama momento curvatura elástico perfectamente plástico. Para ello será necesario determinar el diagrama momento curvatura de las secciones, utilizando las ecuaciones constitutivas definidas en el Anejo 3.

Posteriormente, se definirá un diagrama elástico perfectamente plástico simplificado de forma que la rama elástica pase por el punto que corresponde a la plastificación de la armadura más solicitada y que el área total encerrada por el diagrama idealizado a partir del punto de inicio de la plastificación de las armaduras coincida con el área encerrada por el diagrama real, tal como se muestra en la figura A4.1.

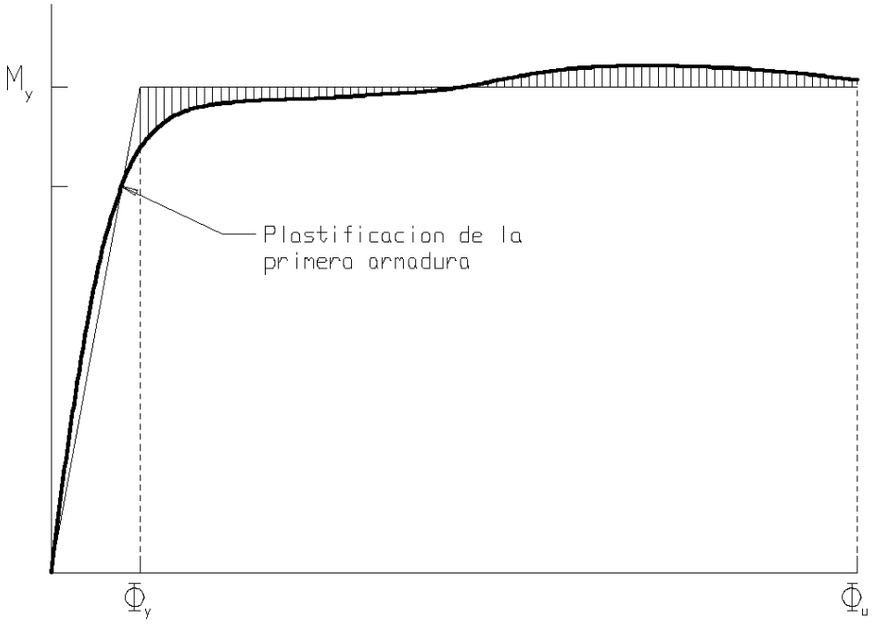


Figura A4.1 Diagrama momento-curvatura idealizado

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.

a) 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

b) Determinación de la tensión tangencial provocada por el terremoto τ_E, según el comentario al apartado 8.3.1

c) Determinación de la presión vertical efectiva σ'_v sobre el plano horizontal a cada profundidad z

d) Determinación del factor (τ_E / σ'_v), cociente entre las tensiones anteriores, correspondiente a un terremoto de magnitud M

e) 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

f) 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.

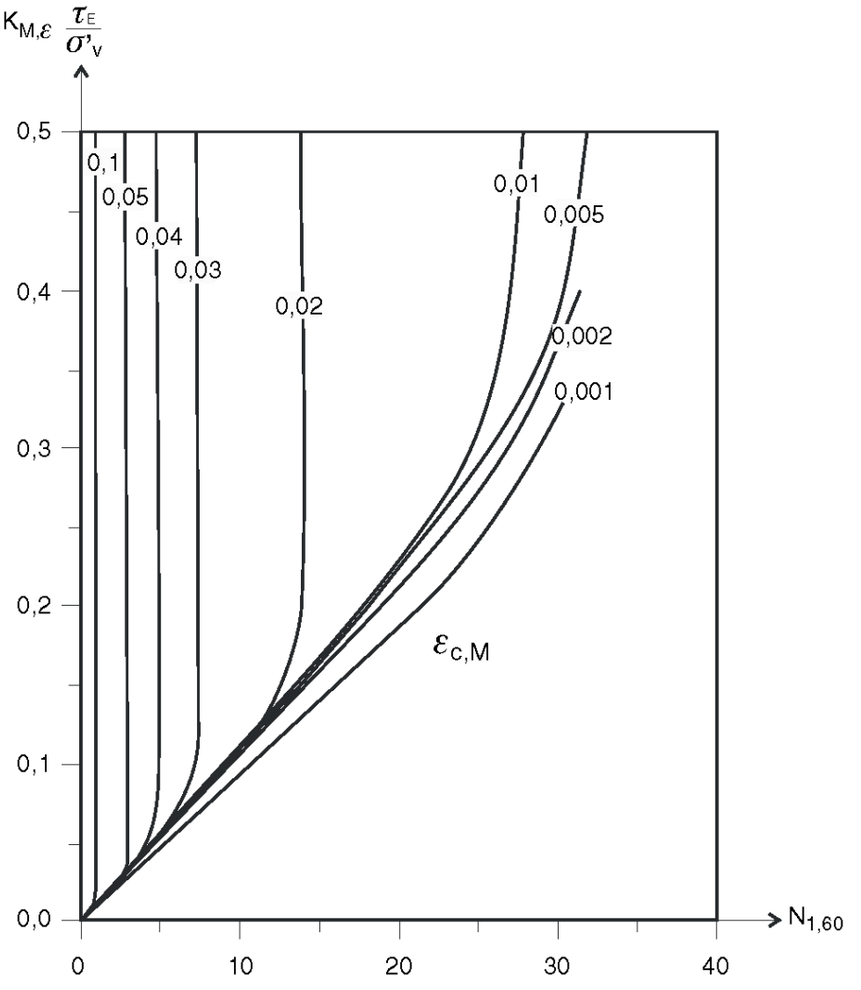


Figura A.5.1

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:

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

donde:

s_{tot}	asiento total
$\varepsilon_{c,M}$	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:

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

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.

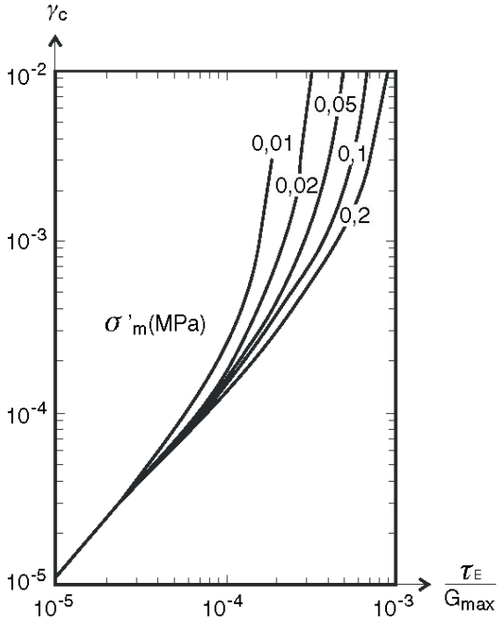


Figura A.5.2

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.

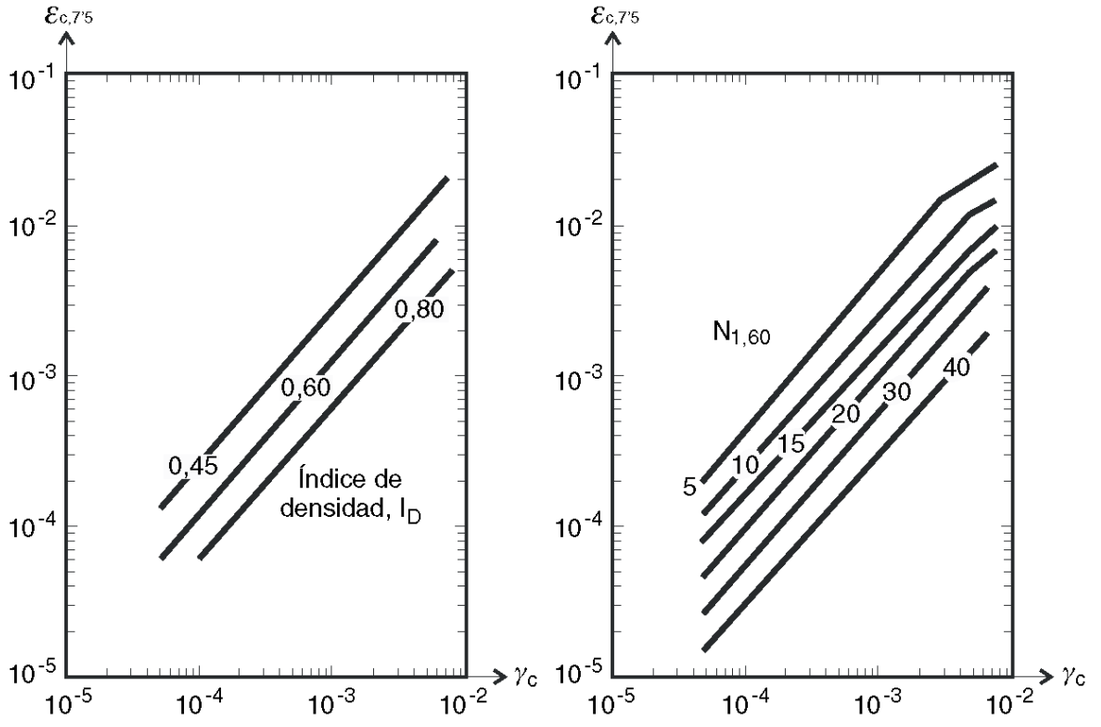


Figura A.5.3

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

ANEJO 6

TEORÍA PSEUDOESTÁTICA PARA EL CÁLCULO DE EMPUJES SOBRE MUROS

El método utilizado con mayor frecuencia para el dimensionamiento de muros de contención de tierras es el denominado pseudoestático, desarrollado inicialmente por Okabe (1926) y Mononobe (1929), que se basa en la generalización de los principios de la estática (equilibrios de fuerzas y momentos) a la situación sísmica, mediante la adición, a las fuerzas existentes en la situación estática, de fuerzas de inercia y sobreempujes, que son función de las características del sismo analizado.

En esta teoría se supone la condición activa en el tradós del muro y la pasiva en el intradós, frente a la parte enterrada del cimiento, así como un terreno puramente granular.

Según la teoría del equilibrio límite, los empujes activo E_{AE} y pasivo E_{PE} corresponden, en condiciones estáticas, a las expresiones:

$$E_{AE} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{AE}$$

$$E_{PE} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{PE}$$

donde:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \beta)}{\cos^2\beta \cos(\delta + \beta)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\phi + \delta)\, sen(\phi - i)}{\cos(\delta + \beta)\cos(i - \beta)}}\right]^2}$$

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\phi + \beta)}{\cos^2\beta \cos(\delta - \beta)\left[1 - \sqrt{\frac{sen(\phi - \delta)\, sen(\phi + i)}{\cos(\delta - \beta)\cos(i - \beta)}}\right]^2}$$

siendo:

- H altura del muro
- ϕ ángulo de rozamiento interno del terreno
- β ángulo del paramento del muro respecto a la vertical
- i ángulo de inclinación del terreno respecto a la horizontal
- γ peso específico del terreno
- δ ángulo de rozamiento estructura – terreno. A falta de información específica relativa al caso analizado, pueden adoptarse los siguientes valores:

para la determinación de K_{AE} $\quad \delta \leq \frac{2}{3}\phi$

para la determinación de K_{PE} $\quad \delta = 0$

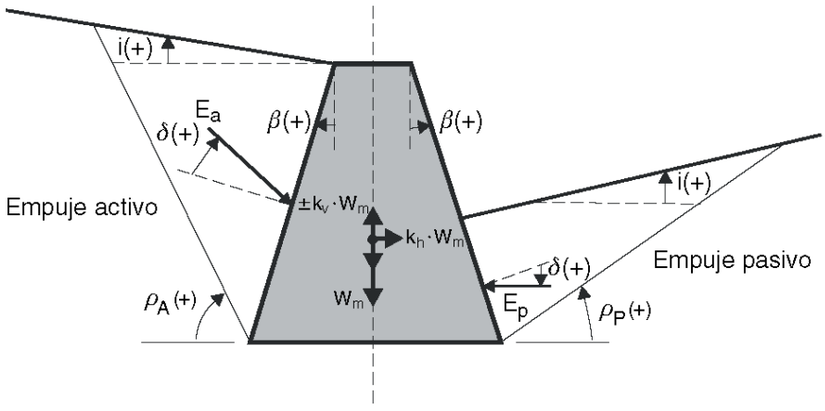


Figura A6.1

Cuando existan varios tipos de terreno en el trasdós, se puede utilizar la formulación expuesta con carácter general, adoptando valores medios del ángulo ϕ y del peso específico γ. Para el ángulo ϕ, se tomará la media ponderada de los ángulos de rozamiento interno de cada tipo de terreno en función de la longitud que cada uno de ellos intercepta en la línea base de la cuña de empuje en la sección transversal. Para el peso específico γ, se tomará la media ponderada de los pesos específicos de cada tipo de terreno en función de su área en la cuña de empuje contenida en la sección transversal.

Cuando sea necesario determinar la geometría de las cuñas activa y pasiva en condiciones dinámicas, se podrán adoptar las siguientes expresiones:

$$\rho_A = \phi - \theta + \text{arctg}\left[\frac{C_1 - \text{tg}\,(\phi - \theta - i)}{C_2}\right]$$

$$C_1 = \sqrt{\text{tg}\,(\phi - \theta - i)\,[\text{tg}\,(\phi - \theta - i) + \text{ctg}\,(\phi - \theta - \beta)]\,[1 + \text{tg}\,(\delta + \theta + \beta)\,\text{ctg}\,(\phi - \theta - \beta)]}$$

$$C_2 = 1 + \{\text{tg}\,(\delta + \theta + \beta)\,[\text{tg}\,(\phi - \theta - i) + \text{ctg}\,(\phi - \theta - \beta)]\}$$

$$\rho_p = \theta - \phi + \text{arctg}\left[\frac{C_3 + \text{tg}\,(\phi + \theta + i)}{C_4}\right]$$

$$C_3 = \sqrt{\text{tg}\,(\phi - \theta + i)\,[\text{tg}\,(\phi - \theta + i) + \text{ctg}\,(\phi - \theta + \beta)]\,[1 + \text{tg}\,(\delta + \theta - \beta)\,\text{ctg}\,(\phi - \theta + \beta)]}$$

$$C_4 = 1 + \{\text{tg}\,(\delta + \theta - \beta)\,[\text{tg}\,(\phi - \theta + i) + \text{ctg}\,(\phi - \theta + \beta)]\}$$

El método supone que los pesos de los elementos que intervienen en el problema se completan con fuerzas de inercia aplicadas en sus centros de gravedad, debiendo considerar la actuación de la aceleración sísmica vertical en sentido ascendente o

descendente según resulte más desfavorable para el caso analizado. Se produce así una situación en que el ángulo de gravedad aparente con respecto a la vertical θ resulta:

$$\theta = arctg\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\right)$$

donde:

k_h coeficiente sísmico horizontal para el que, en general, puede tomarse el siguiente valor:

$$k_h = \frac{a_c}{g}$$

Cuando pueda suponerse que no existen restricciones importantes al movimiento del estribo, y siempre que se pueda asegurar que no van a aparecer presiones intersticiales en el trasdós del mismo, podrán justificarse valores inferiores de este coeficiente. En cualquier caso, deberá cumplirse la condición siguiente:

$$k_h \geq \frac{a_c}{2g}$$

k_v coeficiente sísmico vertical, para el que podrá tomarse el valor siguiente:

$$k_v = \pm \frac{k_h}{2}$$

aunque en muchas comprobaciones podrá prescindirse de la acción sísmica vertical por tener poca influencia.

Cuando los muros superen los 10 m de altura, no serán de aplicación directa los valores anteriores de los coeficientes sísmicos, sino que éstos deberán determinarse para cada caso concreto mediante un estudio específico que tenga en cuenta la propagación vertical de las ondas sísmicas y los valores de pico de la aceleración horizontal obtenidos a diferentes alturas del muro.

La consideración del ángulo de gravedad aparente θ implica que, en condiciones dinámicas, las fórmulas de los empujes activo E_{AD} y pasivo E_{PD} resulten:

$$E_{AD} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{AD}$$

$$E_{PD} = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_{PD}$$

donde:

$$K_{AD} = \frac{(1 \pm k_v)\cos^2(\phi - \beta - \theta)}{\cos\theta \cos^2\beta \cos(\delta + \beta + \theta)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\phi + \delta)\, sen(\phi - i - \theta)}{\cos(\delta + \beta + \theta)\cos(i - \beta)}}\right]^2}$$

$$K_{PD} = \frac{(1 \pm k_v)\cos^2(\phi + \beta - \theta)}{\cos\theta \cos^2\beta \cos(\delta - \beta + \theta)\left[1 - \sqrt{\frac{sen(\phi + \delta)\, sen(\phi + i - \theta)}{\cos(\delta - \beta + \theta)\cos(i - \beta)}}\right]^2}$$

Respecto al punto de aplicación de los empujes, en el caso estático activo se admite un diagrama triangular de presiones con valor máximo en la base, mientras que en el dinámico la teoría empleada no permite su localización exacta. A efectos prácticos, puede considerarse aplicado a una altura de aproximadamente 2H/3, siguiendo una distribución triangular invertida respecto a la del caso estático activo.

Por ello se recomienda la utilización del esquema de la figura A6.2, en la que el empuje activo total se obtiene como suma del estático E_{AE} y de un incremento dinámico ΔE_{AD}, definido como:

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2}\gamma H^2 (K_{AD} - K_{AE})$$

En consecuencia:

$$E_{AT} = E_{AE} + \Delta E_{AD}$$

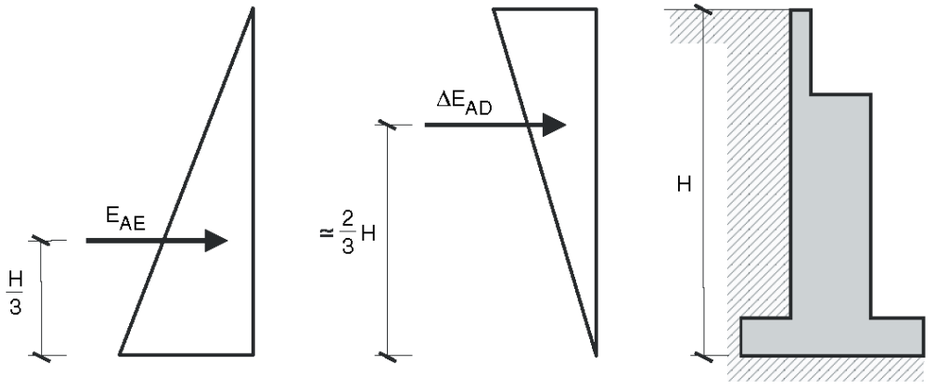


Figura A6.2

En los suelos sumergidos, en que pueda considerarse que el agua intersticial vibra junto con el esqueleto sólido, el valor de θ en los coeficientes de empuje anteriores debe sustituirse por el de θ_s, que se define como:

$$\theta_s = arctg\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right)$$

donde:

γ_{sat} peso específico del suelo saturado

γ_w peso específico del agua, para el que podrá tomarse el valor $\gamma_w = 9800\ N/m^3$

Simultáneamente, al calcular el empuje de las tierras debe utilizarse el peso específico sumergido ($\gamma_{sum} = \gamma_{sat} - \gamma_w$).

En los suelos sumergidos de alta permeabilidad, en los que pueda suponerse que la vibración del agua y la del esqueleto sólido son independientes, debe sustituirse el ángulo θ por θ_d:

$$\theta_d = arctg\left(\frac{k_h}{1 \pm k_v}\frac{\gamma_d}{\gamma_{sat} - \gamma_w}\right)$$

En los casos habituales de rellenos de trasdós, se considerará que la vibración de agua y esqueleto sólido es conjunta.

Simultáneamente, al calcular el empuje de las tierras debe utilizarse el peso específico del suelo seco γ_d.

Además, en este caso, al empuje estático del agua debe añadirse el hidrodinámico, de valor:

$$E_{WD} = \frac{7}{12}\ k_h\ \gamma_W\ H_W^{\ 2}$$

En el caso de trasdoses parcialmente sumergidos (figura A6.3), se precisan dos valores del coeficiente de empuje dinámico: el correspondiente al terreno de la parte superior K_{AD}, donde se utiliza el valor del ángulo θ, y el correspondiente al terreno de la parte inferior K_{AD}^{sum}, donde, se utiliza normalmente el ángulo θ_s y el peso específico sumergido.

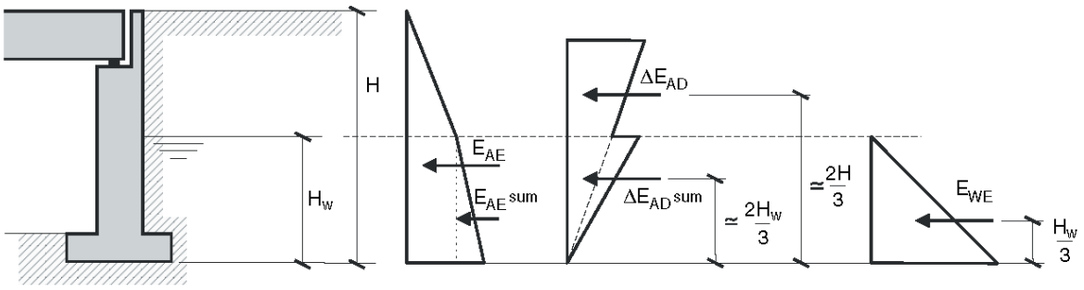


Figura A6.3

En este caso el empuje activo total resulta:

$$E_{AT} = E_{AE} + E_{AE}^{sum} + \Delta E_{AD} + \Delta E_{AD}^{sum} + E_{WE}$$

donde:

$$E_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE}\, \gamma \left(H - H_W\right)^2 + K_{AE}\, \gamma \left(H - H_W\right) H_W$$

$$E_{AE}^{sum} = \frac{1}{2} K_{AE}\, \gamma_{sum}\, {H_W}^2$$

$$\Delta E_{AD} = \frac{1}{2} \left(K_{AD} - K_{AE}\right) \gamma\, H^2$$

$$\Delta E_{AD}^{sum} = \frac{1}{2} \left(K_{AD}^{sum} - K_{AD}\right) \gamma_{sum}\, {H_W}^2$$

$$E_{WE} = \frac{1}{2} \gamma_W\, {H_W}^2$$

En el caso de suelos totalmente sumergidos con una lámina de agua libre superior, debe añadirse el empuje hidrodinámico E_{WD}, aplicado a una altura $0{,}4(H_w\text{-}h)$ medida desde el lecho, según se indica en la figura A6.4.

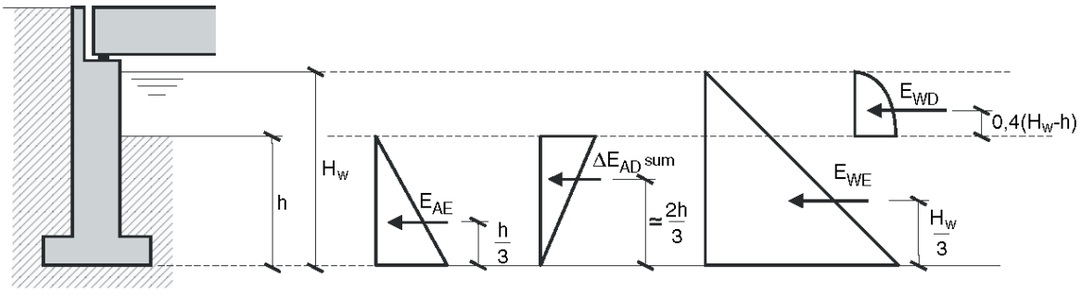


Figura A6.4

El empuje activo total resulta:

$$E_{AT} = E_{AE} + \Delta E_{AD}^{sum} + E_{WE} + E_{WD}$$

$$E_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE}\ \gamma_{sum}\ h^2$$

$$\Delta E_{AD}^{sum} = \frac{1}{2} \left(K_{AD}^{sum} - K_{AE}\right) \gamma_{sum}\ h^2$$

$$E_{WE} = \frac{1}{2} \gamma_W\ {H_W}^2$$

$$E_{WD} = \frac{7}{12} k_h\ \gamma_W\ \left(H_W - h\right)^2$$

A las acciones anteriores habrá de añadirse en todo caso la subpresión bajo el plano del cimiento, cuando sea previsible su existencia.