

Anejo Nacional
AN/UNE-EN 1991-1-5

Eurocódigo 1: Acciones en estructuras
Parte 1-5: Acciones generales. Acciones térmicas

Índice

AN.1	Objeto y campo de aplicación.....	5
AN.2	Parámetros de determinación nacional (NDP).....	6
AN.3	Decisión sobre la aplicación de los anexos informativos	13

AN.1 Objeto y campo de aplicación

Este anexo nacional define las condiciones de aplicación en el territorio español de la Norma UNE-EN 1991-1-5:2004 (con su erratum UNE-EN 1991-1-5:2004/AC:2010).

En el capítulo AN.2 se fijan los valores de los Parámetros de Determinación Nacional (NDP)⁵⁾ que la Norma UNE-EN 1991-1-5 deja abiertos para ser establecidos a nivel nacional. Este anexo nacional contiene además *Información Complementaria No Contradictoria* (NCCI)⁶⁾ cuyo objetivo es facilitar la aplicación de la norma en España. En este anexo nacional la NCCI está marcada en cursiva en el capítulo AN.2.

En el capítulo AN.3 se indica si los anexos informativos de la Normas UNE-EN 1991-1-5 se convierten en normativos, mantienen su carácter informativo o no son de aplicación.

Los apartados de la Norma UNE-EN 1991-1-5 que contienen parámetros de determinación nacional son los que se indican a continuación.

5.3(2)	Tablas 5.1, 5.2 y 5.3
6.1.1(1) Nota 2	Acción térmica en tableros de tipologías diferentes de las recogidas en este apartado
6.1.2(2)	Elección del método para la determinación de la diferencia vertical de temperatura
6.1.3.1(4)	Valor mínimo y máximo de la componente uniforme de temperatura
6.1.3.2(1)P	Valor característico de la temperatura mínima y máxima del aire a la sombra
6.1.3.3(3) Nota 2	Máxima variación de contracción y de dilatación de la componente uniforme de temperatura
6.1.4(3)	Diferencia inicial de temperatura que puede ser necesario considerar en el cierre de un voladizo
6.1.4.1(1)	Diferencia vertical de temperatura lineal equivalente
6.1.4.2(1) Nota 1	Diferencia vertical de temperatura considerando efectos no lineales
6.1.4.3(1)	Diferencia horizontal de temperatura
6.1.4.4(1)	Diferencia de temperatura en paredes de secciones cajón de hormigón
6.1.5(1)	Simultaneidad de la componente uniforme y de la diferencia de temperatura
6.1.6(1)	Diferencia de temperatura uniforme entre elementos estructurales
6.2.1(1)P	Procedimiento para considerar la acción térmica en pilas de puentes
6.2.2(1)	Diferencia lineal de temperatura en pilas de hormigón
6.2.2(2)	Diferencia de temperatura en paredes de pilas huecas de hormigón
7.2.1(1)P	
7.5(3) y 7.5(4)	Valores de las componentes de la temperatura (valores indicativos)
A.1(1) Notas 1 y 2	Valor característico de la temperatura mínima y máxima del aire a la sombra
A.1(3)	Temperatura de un elemento estructural en el momento de coaccionar su movimiento
A.2(2) Nota 1	Temperatura máxima y mínima del aire a la sombra con una probabilidad anual de ser excedidas diferente de 0,02
B(1) Tablas B.1, B.2 y B.3	Diferencia vertical de temperatura en función del espesor del pavimento

5) Las siglas corresponden a su traducción en inglés "Nationally Determined Parameters" (NDP).

6) Las siglas corresponden a su traducción en inglés "Non-Contradictory Complementary Information" (NCCI).

AN.2 Parámetros de determinación nacional (NDP)

Capítulo 5 Variaciones de temperatura en edificios

5.3(2) Obtención de las cargas y de los parámetros del terreno a partir de ensayos y medidas *in situ*

Tabla 5.1. Se adoptan los valores $T_1 = 20 \text{ °C}$ y $T_2 = 20 \text{ °C}$.

Tabla 5.2. El valor característico de la temperatura máxima del aire a la sombra $T_{\text{máx.}}$, es el que se indica en el mapa de isotermas de la figura AN.1.

Como valor característico de la temperatura mínima del aire a la sombra $T_{\text{mín.}}$ se debe tomar, el que se deduce de la tabla AN.1 en función de la altitud del emplazamiento y de la zona climática invernal del mapa de la figura AN.2. Para el resto de parámetros de la tabla 5.2 se adoptan los valores recomendados.

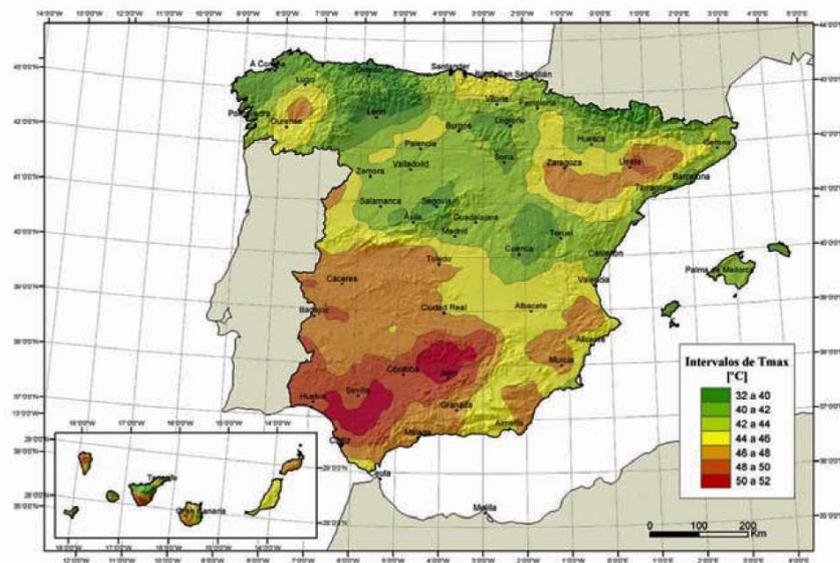


Figura AN.1- Isotermas de la temperatura máxima anual del aire, $T_{\text{máx.}}$ [°C]

Tabla AN.1 - Temperatura mínima anual del aire, T_{\min} . [°C]

Altitud [m]	Zona de clima invernal (según figura AN.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	- 7	- 11	- 11	- 6	- 5	- 6	6
200	- 10	- 13	- 12	- 8	- 8	- 8	5
400	- 12	- 15	- 14	- 10	- 11	- 9	3
600	- 15	- 16	- 15	- 12	- 14	- 11	2
800	- 18	- 18	- 17	- 14	- 17	- 13	0
1 000	- 20	- 20	- 19	- 16	- 20	- 14	- 2
1 200	- 23	- 21	- 20	- 18	- 23	- 16	- 3
1 400	- 26	- 23	- 22	- 20	- 26	- 17	- 5
1 600	- 28	- 25	- 23	- 22	- 29	- 19	- 7
1 800	- 31	- 26	- 25	- 24	- 32	- 21	- 8
2 000	- 33	- 28	- 27	- 26	- 35	- 22	- 10

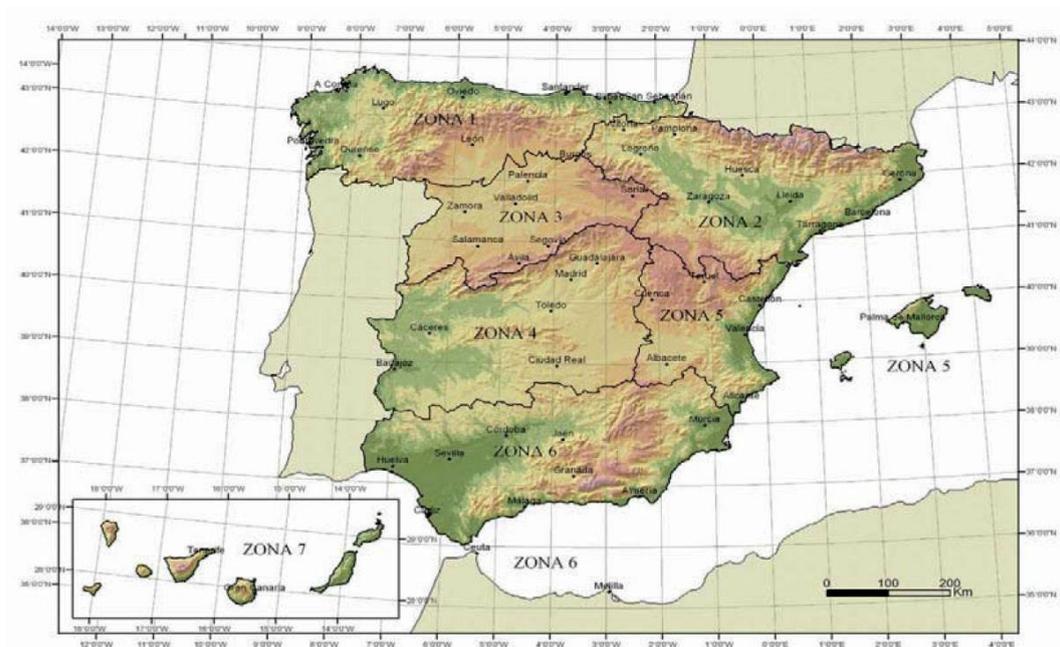


Figura AN.2 - Zonas climáticas de invierno

Tabla AN.2 (Tabla 5.3) – Valores indicativos de la temperatura exterior T_{out} para partes de edificios bajo rasante del terreno

Estación	Profundidad por debajo del nivel del suelo	Temperatura T_{out}
Verano	Menor que 1 m	16°
	Mayor que 1 m	10°
Invierno	Menor que 1 m	0°
	Mayor que 1 m	5°

NOTA En zonas conocidas por su clima extremo, las temperaturas del terreno deben evaluarse de acuerdo a las condiciones locales.

Capítulo 6 Variaciones de temperatura en puentes

6.1.1(1) Nota 2 Acción térmica en tableros de tipologías diferentes de las recogidas en este apartado

No se establecen criterios adicionales.

6.1.2(2) Elección del método para la determinación de la diferencia vertical de temperatura

Para tableros de acero (Tipo 1), o de hormigón (Tipo 3), se adopta el Planteamiento 1 definido en el apartado 6.1.4.1, es decir, se considera una diferencia vertical de temperatura lineal equivalente.

Para tableros mixtos (Tipo 2) se adopta el procedimiento simplificado (figura 6.2b) del Planteamiento 2 definido en el apartado 6.1.4.2, es decir, los efectos no lineales se consideran mediante una diferencia de temperatura entre las secciones parciales de acero y hormigón.

6.1.3.1(4) Valor mínimo y máximo de la componente uniforme de temperatura

Se adoptan los valores recomendados en la figura 6.1.

6.1.3.2(1)P Valor característico de la temperatura mínima y máxima del aire a la sombra

El valor característico de la temperatura máxima del aire a la sombra $T_{m\acute{a}x}$ para un periodo de retorno de 50 años (lo que equivale a una probabilidad anual de ser excedido de 0,02), es el que se indica en el mapa de isotermas de la figura AN.1.

Como valor característico de la temperatura mínima del aire a la sombra $T_{m\acute{i}n}$ se debe tomar, para un periodo de retorno de 50 años, el que se obtiene de la tabla AN.1 en función de la altitud del emplazamiento y de la zona climática invernal que se deduce del mapa de la figura AN.2.

6.1.3.3(3) Nota 2 Máxima variación de contracción y de dilatación de la componente uniforme de temperatura

El dimensionamiento de los aparatos de apoyo y de las juntas de dilatación se debe realizar considerando como máxima variación de contracción de la componente uniforme de la temperatura el valor de $(\Delta T_{N,con} + 15)$ °C y como máxima variación de dilatación de la componente uniforme de la temperatura el valor de $(\Delta T_{N,exp} + 15)$ °C.

Puede considerarse como máxima variación de contracción de la componente uniforme de la temperatura el valor de $(\Delta T_{N,con} + 5)$ °C, y como máxima variación de dilatación el valor de $(\Delta T_{N,exp} + 5)$ °C, en los casos siguientes:

- en los apoyos, cuando el proyecto especifique la temperatura de colocación, o bien cuando esté previsto reajustar, una vez concluida la ejecución, las holguras de los apoyos para una temperatura igual a T_0 ;
- en las juntas de dilatación, cuando el proyecto especifique la temperatura de colocación, o bien cuando esté previsto realizar una operación de reglado de la misma previamente a su colocación.

En el cálculo de los recorridos de apoyos y de juntas, se deben tener en cuenta las posibles variaciones de las condiciones de sustentación horizontal del tablero a lo largo de la construcción, puesto que pueden afectar a la magnitud y al sentido de los desplazamientos horizontales en función de la ubicación del punto fijo en cada fase de construcción.

6.1.4(3) Diferencia inicial de temperatura que puede ser necesario considerar en el cierre de un voladizo

El valor de la diferencia de temperatura inicial en el cierre de un tablero por avance en voladizo se debe de especificar, en caso de ser necesario, en el proyecto específico.

6.1.4.1(1) Diferencia vertical de temperatura lineal equivalente

Para tableros de acero (Tipo 1) y de hormigón (Tipo 3), se adoptan los valores recomendados en la tabla 6.1.

Para tableros mixtos (Tipo 2), no es de aplicación el Planteamiento 1.

6.1.4.2(1) Nota 1 Diferencia vertical de temperatura considerando efectos no lineales

Para tableros de acero (Tipo 1) y de hormigón (Tipo 3), no es de aplicación el Planteamiento 2.

Para tableros mixtos (Tipo 2), se debe aplicar lo siguiente:

En las condiciones de calentamiento ("heating"), en las que se origina una ganancia de calor de las secciones parciales de acero respecto de las de hormigón, se aplica a la sección parcial de acero un incremento diferencial de $\Delta T_{M,heat} = +18$ °C, respecto de las secciones parciales de hormigón (ya sea losa superior u hormigón de fondo).

En las condiciones de enfriamiento ("cooling"), en las que se produce una pérdida de calor de las secciones de acero respecto de las de hormigón, se aplicará a la sección parcial de acero un incremento diferencial de $\Delta T_{M,cool} = -10$ °C, respecto de las secciones parciales de hormigón (ya sea losa superior u hormigón de fondo).

En ambos casos, calentamiento o enfriamiento, el valor de la diferencia de temperatura $\Delta T_{M,heat}$ o $\Delta T_{M,cool}$ supone sobre la sección mixta completa una componente uniforme y una componente equivalente lineal de diferencia de temperatura vertical. El valor de la componente uniforme de temperatura ΔT_u producido por $\Delta T_{M,heat}$ o $\Delta T_{M,cool}$ no se debe tener en cuenta, al haberse incluido ya en la componente uniforme de temperatura definida en el apartado 6.1.3, por lo que sólo se debe considerar el efecto de la diferencia de temperatura vertical lineal equivalente.

Para la determinación de los efectos debidos a la diferencia vertical de temperatura lineal equivalente producida por $\Delta T_{M,heat}$ o $\Delta T_{M,cool}$ en una sección mixta, se deben emplear los valores de los coeficientes de dilatación lineal ΔT definidos en la tabla C.1 del anexo C, considerando para el acero estructural un coeficiente de dilatación lineal $\Delta T = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

En general, en una sección mixta se producen diariamente las dos condiciones de calentamiento (“heating”) y de enfriamiento (“cooling”), independientemente de la estación del año. Durante el día, las secciones parciales de acero están siempre más calientes que las secciones parciales de hormigón, exista o no soleamiento, y durante la noche sucede lo contrario, las secciones parciales de acero presentan menor temperatura que las secciones parciales de hormigón.

6.1.4.3(1) Diferencia horizontal de temperatura

Se adoptan los valores de la diferencia de temperatura entre las dos caras laterales extremas del tablero definidos en la tabla AN.2, donde l_v es la longitud del voladizo y h_a es la proyección del paramento lateral del tablero sobre un plano vertical.

Tabla AN.3 – Valores de la diferencia de temperatura entre las dos caras laterales extremas del tablero

Tableros tipo 1 (acero) y 2 (mixtos)		Tableros tipo 3 (hormigón)	
$l_v \leq 2h_a$	$l_v > 2h_a$	$l_v \leq 2h_a$	$l_v > 2h_a$
18 °C	–	5 °C	–

La diferencia de soleamiento entre un lado y otro de la sección transversal de un tablero de un puente produce una componente horizontal de la diferencia de temperatura. Este fenómeno se produce en tableros que presentan una orientación próxima a la este-oeste, con mayor soleamiento general durante todo el día en la cara sur, pero también se produce en puentes con orientación próxima a la norte-sur, con un mayor soleamiento en el lado este al amanecer, máximo en los meses de verano, y en el lado oeste al atardecer, máximo en los meses de invierno.

6.1.4.4(1) Diferencia de temperatura en paredes de secciones cajón de hormigón

El proyecto específico debe definir esta diferencia de temperatura en caso de ser necesario. A falta de datos específicos, se puede adoptar el valor recomendado.

En los grandes puentes de hormigón con sección cajón, en los que pueden aparecer diferencias significativas de temperatura entre las caras interior y exterior de las almas del cajón (por ejemplo, los situados en emplazamientos donde puedan producirse cambios bruscos de la temperatura ambiente exterior), se debe tener en cuenta dicho efecto considerando una diferencia lineal de temperatura entre ambas caras.

6.1.5(1) Simultaneidad de la componente uniforme y de la diferencia de temperatura

Se adoptan los valores recomendados.

6.1.6(1) Diferencia de temperatura uniforme entre elementos estructurales

Cuando las diferencias en la componente uniforme de temperatura de diferentes tipos de elementos estructurales puedan producir efectos adversos, se deben considerar los valores indicados en este apartado, cuya actuación se considerará simultánea con la componente uniforme de temperatura de todos los elementos.

En el caso de puentes constituidos por tableros atirantados o que contengan péndolas metálicas, se considerará una diferencia entre la temperatura uniforme de los tirantes o péndolas y la temperatura uniforme del resto de los elementos del puente (pilono, arco o tablero) con el valor siguiente:

- Diferencia positiva: $T_{\text{tirantes}} - T_{\text{resto puente}} = + 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Diferencia negativa: $T_{\text{tirantes}} - T_{\text{resto puente}} = - 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$

En caso de que los tirantes o péndolas estén pintados de un color claro (poco absorbente de la luz solar), se puede reducir la diferencia positiva indicada hasta un mínimo de 10 °C.

En caso de que en el puente coexistan elementos metálicos y de hormigón o mixtos (por ejemplo, tablero de hormigón y pilono metálico), se entiende que la diferencia de temperatura anterior es la que se produce entre los tirantes o péndolas y el elemento que sufra menor variación de la temperatura uniforme (en el ejemplo, el tablero de hormigón).

En el caso de puentes arco o de puentes atirantados, se debe considerar una diferencia de temperatura uniforme entre el tablero y el arco o el pilono, que es la que resulte de aplicar lo indicado en el apartado 6.1.3 tanto al tablero como al resto de elementos estructurales (arco o pilono), asimilándolos a un tablero.

En cualquier caso, se supone una diferencia de temperatura entre arco o pilono y tablero igual a $\pm 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.2.1(1) Procedimiento para considerar la acción térmica en pilas de puentes

Se adopta el procedimiento recomendado.

6.2.2(1) Diferencia lineal de temperatura en pilas de hormigón

Se adopta el valor recomendado, que se debe considerar cuando la diferencia de temperatura pueda dar lugar a efectos significativos.

6.2.2(2) Diferencia de temperatura en paredes de pilas huecas de hormigón

Se adopta el valor recomendado, que se debe considerar cuando las diferencias de temperatura puedan dar lugar a efectos significativos.

7.2.1(1) Temperatura del aire a la sombra

Se adoptan los valores de la temperatura máxima $T_{\text{máx.}}$ y mínima $T_{\text{mín.}}$ del aire a la sombra definidos en los apartados AN.2/5.3(2) tablas 5.1, 5.2 y 5.3 y 6.1.3.2(1).

7.5(3) y 7.5(4) Valores de las componentes de la temperatura (valores indicativos)

7.5(3) Nota 1. Se adopta el valor recomendado.

7.5(4). Se adopta el valor recomendado.

Anexo A (Normativo) Isotermas de las temperaturas nacionales máxima y mínima del aire a la sombra**A.1(1) Notas 1 y 2 Valor característico de la temperatura mínima y máxima del aire a la sombra**

Se adoptan los valores de la temperatura máxima $T_{\text{máx.}}$ y mínima $T_{\text{mín.}}$ del aire a la sombra definidos en los apartados AN.2/5.3(2) tablas 5.1, 5.2 y 5.3 y 6.1.3.2(1).

A.1(3) Temperatura de un elemento estructural en el momento de coaccionar su movimiento

En ausencia de información específica sobre la época del año en la que las deformaciones quedarán impedidas, se puede adoptar para la temperatura inicial un valor de $T_0 = 15 \text{ °C}$.

A.2(2) Nota 1 Temperatura máxima y mínima del aire a la sombra con una probabilidad anual de ser excedidas diferente de 0,02

Se adoptan los valores recomendados.

Anexo B (Normativo) Diferencias de temperatura para diferentes espesores del pavimento**B(1) Tablas B.1, B.2 y B.3 Diferencia vertical de temperatura en función del espesor del pavimento**

No son de aplicación las tablas B.1, B.2 y B.3 (véase AN.2/6.1.4.2(1)Nota 1).

AN.3 Decisión sobre la aplicación de los anexos informativos

Anexo C Coeficientes de dilatación lineal

El anexo C mantiene el carácter informativo para la aplicación de la Norma UNE-EN 1991-1-5.

Anexo D Distribuciones de temperatura en edificios y otras construcciones

El anexo D mantiene el carácter informativo para la aplicación de la Norma UNE-EN 1991-1-5.