



# ANEJO 1º

## Notación y unidades.

### 1 Notación

En el presente Anejo sólo se incluyen los símbolos más frecuentemente utilizados en esta Instrucción.

#### 1.1 Mayúsculas romanas

$A$	Área. Contenido de agua en el hormigón. Alargamiento de rotura.
$A_c$	Área de la sección del hormigón.
$A_{ct}$	Área de la zona de la sección del hormigón sometida a tracción.
$A_e$	Área eficaz.
$A_{e,k}$	Valor característico de la acción sísmica.
$A_i$	Sección recta inicial.
$A_k$	Valor característico de la acción accidental.
$A_l$	Área de las armaduras longitudinales.
$A_p$	Sección total de las armaduras activas.
$A'_p$	Sección total de las armaduras activas en zona de compresión.
$A_s$	Área de la sección de la armadura en tracción (simplificación: $A$ ).
$A_{sc}$	Sección de la armadura de la biela.
$A'_s$	Área de la sección de la armadura en compresión (simplificación: $A$ ).
$A_{s1}$	Área de la sección de la armadura en tracción, o menos comprimida (simplificación: $A_1$ ).
$A_{s2}$	Área de la sección de la armadura en compresión o más comprimida (simplificación: $A_2$ ).
$A_{s,nec}$	Sección necesaria del acero.
$A_{s,real}$	Sección real del acero.
$A_{st}$	Área de la sección de la armadura transversal (simplificación: $A_t$ ).
$A_{sw}$	Área total de armadura de punzonamiento en un perímetro concéntrico al soporte o área cargada.
$C$	Momento de inercia de torsión. Contenido de cemento en el hormigón.
$C_d$	Valor límite admisible para el Estado Límite a comprobar.
$C_s$	Concentración de cloruros en la superficie del hormigón.
$C_{th}$	Concentración crítica de cloruros.
$D$	Coefficiente de difusión efectivo de cloruros.
$D_0$	Parámetro básico de curado.
$D_1$	Parámetro de curado función del tipo de cemento.
$E$	Módulo de deformación.
$E_c$	Módulo de deformación del hormigón.
$E_d$	Valor de cálculo del efecto de las acciones.
$E_{d,estab}$	Valor de cálculo de los efectos de las acciones estabilizadoras.
$E_{d,desestab}$	Valor de cálculo de los efectos de las acciones desestabilizadoras.
$E_{oj}$	Módulo de deformación longitudinal inicial del hormigón a la edad de $j$ días.



$E_j$	Módulo instantáneo de deformación longitudinal secante del hormigón a la edad de $j$ días.
$E_p$	Módulo de deformación longitudinal de la armadura activa.
$E_s$	Módulo de elasticidad del acero.
$F$	Acción. Contenido de cenizas volantes en el hormigón.
$F_d$	Valor de cálculo de una acción.
$F_{eq}$	Valor de la acción sísmica.
$F_k$	Valor característico de una acción.
$F_m$	Valor medio de una acción.
$F_{sd}$	Esfuerzo de punzonamiento de cálculo.
$F_{sd, ef}$	Esfuerzo efectivo de punzonamiento de cálculo.
$G$	Carga permanente. Módulo de elasticidad transversal.
$G_k$	Valor característico de la carga permanente.
$G_{kj}$	Valor característico de las acciones permanentes.
$G_{kj}^*$	Valor característico de las acciones permanentes de valor no constante.
$I$	Momento de inercia.
$I_c$	Momento de inercia de la sección de hormigón.
$I_e$	Momento de inercia equivalente.
$ICES$	Índice de contribución de la estructura a la sostenibilidad
$ISMA$	Índice de sensibilidad medioambiental
$K$	Cualquier coeficiente.
$K_c$	Rigidez del soporte. Coeficiente de carbonatación.
$K_{Cl}$	Coeficiente de penetración de cloruros
$K_{ec}$	Rigidez equivalente del soporte.
$K_n$	Coeficiente estimador para control de la resistencia del hormigón
$K_t$	Rigidez del atado torsional.
$L$	Longitud. Coeficiente de ponderación térmica.
$M$	Momento flector.
$M_a$	Momento flector total.
$M_d$	Momento flector de cálculo.
$M_f$	Momento de fisuración en flexión simple.
$M_g$	Momento debido a las cargas permanentes.
$M_{ref}$	Momento flector de referencia asociado a una profundidad $x/d$ dada.
$M_u$	Momento flector último.
$N$	Esfuerzo normal.
$N_d$	Esfuerzo normal de cálculo.
$N_k$	Esfuerzo axil que solicita la pieza.
$N_u$	Esfuerzo normal último.
$P$	Fuerza de pretensado, carga de rotura.
$P_k$	Valor característico de la fuerza de pretensado.
$P_{kf}$	Valor característico final de la fuerza de pretensado.
$P_{ki}$	Valor característico inicial de la fuerza de pretensado.
$P_o$	Fuerza de tesado.
$Q$	Carga variable.
$Q_k$	Valor característico de $Q$ .
$R_d$	Valor de cálculo de la respuesta estructural.
$R_F$	Valor de cálculo de la resistencia a fatiga.
$S$	Solicitación. Momento de primer orden de un área.
$S_d$	Valor de cálculo de las acciones.
$S_F$	Valor de cálculo del efecto de las secciones de fatiga.



$S_{u1}$	Esfuerzo rasante de agotamiento por compresión.
$S_{u2}$	Esfuerzo rasante de agotamiento por tracción.
$S_{su}$	Contribución de la armadura perpendicular al plano P a la resistencia a esfuerzo cortante.
$T$	Momento torsor. Temperatura.
$T_a$	Temperatura media del ambiente durante la fabricación.
$T_c$	Temperatura máxima de curado durante la fabricación.
$T_d$	Momento torsor de cálculo
$T_u$	Momento torsor último.
$U_c$	Capacidad mecánica del hormigón.
$U_s$	Capacidad mecánica del acero (simplificación: $U$ ).
$V$	Esfuerzo cortante. Volumen.
$V_{cu}$	Contribución del hormigón a esfuerzo cortante en el estado límite último.
$V_{cd}$	Valor de cálculo de la componente paralela a la sección, de la resultante de tensiones normales.
$V_{corr}$	Velocidad de corrosión
$V_d$	Esfuerzo cortante de cálculo.
$V_{pd}$	Valor de cálculo de la componente de la fuerza de pretensado paralela a la sección en estudio.
$V_{rd}$	Esfuerzo cortante de cálculo efectivo.
$V_{su}$	Contribución del acero a esfuerzo cortante en el Estado Límite Último.
$V_u$	Esfuerzo cortante último.
$W$	Carga de viento. Módulo resistente.
$W_c$	Volumen de hormigón confinado.
$W_{sc}$	Volumen de horquillas y estribos de confinamiento.
$X$	Reacción o fuerza en general, paralela al eje x.
$Y$	Reacción o fuerza en general, paralela al eje y.
$Z$	Reacción o fuerza en general, paralela al eje z.
$Z_m$	Valor medio de las profundidades máximas de penetración de agua en el hormigón

## 1.2 Minúsculas romanas

$a$	Distancia. Flecha.
$a_r$	Longitud de redistribución.
$b$	Anchura; anchura de una sección rectangular.
$b_e$	Anchura eficaz de la cabeza de una sección en T.
$b_w$	Anchura del alma o nervio de una sección en T.
$c$	Recubrimiento.
$c_{air}$	Coefficiente de aireantes
$c_{env}$	Coefficiente de ambiente
$c_h$	Recubrimiento horizontal o lateral.
$c_v$	Recubrimiento vertical.
$d$	Altura útil. Diámetro. Profundidad
$d'$	Distancia de la fibra más comprimida del hormigón al centro de gravedad de la armadura de compresión ( $d' = d_2$ ).
$e$	Excentricidad. Espesor ficticio.
$e_e$	Excentricidad equivalente.
$f$	Resistencia. Flecha. Frecuencia en el ensayo de fatiga
$f_{1cd}$	Resistencia máxima del hormigón comprimido.



$f_{2cd}$	Resistencia del hormigón para estados biaxiales de compresión.
$f_{3cd}$	Resistencia del hormigón para estados triaxiales de compresión.
$f_c$	Resistencia del hormigón a compresión.
$f_{cc}$	Resistencia a compresión del hormigón confinado.
$f_{cd}$	Resistencia de cálculo del hormigón a compresión.
$f_{cf}$	Resistencia del hormigón a flexotracción.
$f_{cj}$	Resistencia del hormigón a compresión, a los $j$ días de edad.
$f_{ck}$	Resistencia de proyecto del hormigón a compresión.
$f_{ck,j}$	Resistencia característica a compresión del hormigón a $j$ días de edad.
$f_{cm}$	Resistencia media del hormigón a compresión.
$f_{c,real}$	Resistencia característica real del hormigón.
$f_{ct}$	Resistencia del hormigón a tracción.
$f_{ct,d}$	Resistencia de cálculo del hormigón a tracción.
$f_{ct,k}$	Resistencia característica del hormigón a tracción.
$f_{ct,fl}$	Resistencia del hormigón a flexotracción.
$f_{ct,m}$	Resistencia media del hormigón a tracción.
$f_{cv}$	Resistencia virtual de cálculo del hormigón a esfuerzo cortante.
$f_{c,est}$	Resistencia característica estimada.
$f_{max}$	Carga unitaria máxima a tracción.
$f_{max,k}$	Carga unitaria de rotura del acero de las armaduras activas.
$f_{pd}$	Resistencia de cálculo de las armaduras activas.
$f_{pk}$	Límite elástico característico de las armaduras activas.
$f_{py}$	Límite elástico aparente de las armaduras activas.
$f_s$	Carga unitaria de rotura del acero.
$f_{td}$	Resistencia de cálculo en tracción del acero de los cercos o estribos.
$f_y$	Límite elástico del 0,2 por ciento.
$f_{yc,d}$	Resistencia de cálculo del acero a compresión.
$f_{yd}$	Límite elástico de cálculo de un acero.
$f_{yk}$	Límite elástico de proyecto de las armaduras pasivas.
$f_{yl,d}$	Resistencia de cálculo del acero de la armadura longitudinal.
$f_{yp,d}$	Resistencia de cálculo de la armadura $A_p$ .
$f_{yt,d}$	Resistencia de cálculo del acero de la armadura $A_t$ .
$g$	Carga permanente repartida. Aceleración debida a la gravedad.
$g_d$	Carga permanente de cálculo.
$h$	Canto total o diámetro de una sección. Espesor. Horas.
$h_e$	Espesor eficaz.
$h_f$	Espesor de la placa de una sección en T.
$h_o$	Espesor real de la pared en caso de secciones huecas.
$i$	Radio de giro.
$i_s^2$	Radio de giro del conjunto de las armaduras, respecto del eje.
$j$	Número de días.
$k$	Cualquier coeficiente con dimensiones.
$l$	Longitud; luz.
$l_b$	Longitud de anclaje.
$l_e$	Longitud de pandeo.
$l_o$	Distancia entre puntos de momento nulo.
$m$	Momento flector por unidad de longitud o de anchura.
$n$	Número de objetos considerados. Coeficiente de equivalencia.
$p_f$	Probabilidad global de fallo.
$q$	Carga variable repartida.



$q_d$	Sobrecarga de cálculo
$r$	Radio.
$r_{min}$	Recubrimiento mínimo
$r_{nom}$	Recubrimiento nominal
$s$	Espaciamiento. Desviación típica.
$s_m$	Separación media.
$s_t$	Separación entre planos de armaduras transversales.
$s_l$	Separación entre armaduras longitudinales en una sección.
$t$	Tiempo. Edad teórica.
$t_d$	Vida útil de cálculo
$t_g$	Vida útil de proyecto
$t_i$	Tiempo de inicio de la corrosión.
$t_L$	Vida útil estimada
$t_p$	Tiempo de propagación de la corrosión.
$t_s$	Edad del hormigón al comienzo de la retracción.
$u$	Perímetro.
$v_{corr}$	Velocidad de corrosión
$w$	Abertura de fisura.
$w_k$	Abertura característica de fisura.
$w_{máx}$	Abertura máxima de fisura.
$x$	Coordenada. Profundidad del eje neutro.
$y$	Coordenada. Profundidad del diagrama rectangular de tensiones.
$z$	Coordenada. Brazo de palanca.

### 1.3 Minúsculas griegas

Alfa	$\alpha$	Ángulo. Coeficiente adimensional.
Beta	$\beta$	Ángulo. Coeficiente adimensional. Índice de fiabilidad.
Gamma	$\gamma$	Coeficiente de ponderación o seguridad. Peso específico.
	$\gamma_a$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción accidental.
	$\gamma_m$	Coeficiente de minoración de la resistencia de los materiales.
	$\gamma_c$	Coeficiente de seguridad o minoración de la resistencia del hormigón.
	$\gamma_s$	Coeficiente de seguridad o minoración del límite elástico del acero.
	$\gamma_f$	Coeficiente de seguridad o ponderación de las acciones o solicitaciones.
	$\gamma_g$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción permanente.
	$\gamma^*g$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción permanente de valor no constante.
	$\gamma_p$	Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado.
	$\gamma_q$	Coeficiente parcial de seguridad variable.
	$\gamma_{fq}(\text{ó } \gamma_q)$	Coeficiente de ponderación de la carga variable.
	$\gamma_{fw}(\text{ó } \gamma_w)$	Coeficiente de ponderación de la carga del viento.
	$\gamma_n$	Coeficiente de seguridad o ponderación complementario de las acciones o solicitaciones.
	$\gamma_r$	Coeficiente de seguridad a la fisuración.
	$\gamma_t$	Coeficiente de seguridad de vida útil.
Delta	$\delta$	Coeficiente de variación.
Epsilon	$\varepsilon$	Deformación relativa.
	$\varepsilon_c$	Deformación relativa del hormigón.
	$\varepsilon_{cc}$	Deformación relativa de fluencia.



	$\varepsilon_{c0}$	Promedio de la deformación, máxima inicial del hormigón en compresión.
	$\varepsilon_{cp}$	Deformación del hormigón bajo la acción del pretensado total.
	$\varepsilon_{cs}$	Deformación relativa de retracción.
	$\varepsilon_{cs0}$	Coefficiente básico de retracción.
	$\varepsilon_{c\sigma}$	Deformación del hormigón dependiente de la tensión.
	$\varepsilon_{sm}$	Alargamiento medio de las armaduras.
	$\varepsilon_{cu}$	Deformación de rotura por flexión del hormigón.
	$\varepsilon_{max}$	Alargamiento bajo carga máxima.
	$\varepsilon_p$	Deformación de las armaduras activas.
	$\varepsilon_{p0}$	Deformación de la armadura activa adherente bajo la acción del pretensado total.
	$\varepsilon_{rf}$	Valor final de la retracción del hormigón a partir de la introducción del pretensado.
	$\varepsilon_s$	Deformación relativa del acero.
	$\varepsilon_{s1}$	Deformación relativa de la armadura más traccionada o menos comprimida ( $\varepsilon_1$ ).
	$\varepsilon_{s2}$	Deformación relativa de la armadura más comprimida o menos traccionada ( $\varepsilon_2$ ).
	$\varepsilon_u$	Alargamiento remanente concentrado de rotura.
	$\varepsilon_{u5}$	Alargamiento remanente concentrado de rotura determinado sobre base de cinco veces el diámetro.
	$\varepsilon_y$	Alargamiento correspondiente al límite elástico del acero.
Eta	$\eta$	Coefficiente de reducción relativo al esfuerzo cortante, Estricción.
Theta	$\theta$	Ángulo.
Lamda	$\lambda$	Coefficiente adimensional.
	$\lambda_{ij}$	Coefficiente de valor
Mu	$\mu$	Momento flector reducido o relativo. Coeficiente de rozamiento en curva.
Nu	$\nu$	Esfuerzo normal reducido o relativo.
Xi	$\xi$	Coefficiente sin dimensiones.
Rho	$\rho$	Cuantía geométrica $\rho = A_s/A_c$ . Relajación del acero.
	$\rho_f$	Valor final de la relajación del acero.
	$\rho_e$	Cuantía de armadura longitudinal de la losa.
Sigma	$\sigma$	Tensión normal. Desviación típica
	$\sigma_c$	Tensión en el hormigón.
	$\sigma_{cd}$	Tensión de cálculo del hormigón.
	$\sigma_{cgp}$	Tensión de compresión, a nivel del centro de gravedad de las armaduras activas.
	$\sigma_{c,RF}$	Tensión máxima para la combinación de fatiga.
	$\sigma_p$	Tensión en las armaduras activas.
	$\sigma_{pi}$	Tensión inicial en las armaduras activas.
	$\sigma_{p,P0}$	Tensión de la armadura activa debida al valor característico del pretensado en el momento en que se realiza la comprobación del tirante.
	$\sigma_s$	Tensión en el acero.
	$\sigma_{sd}$	Tensión de cálculo de armaduras pasivas.
	$\sigma_{sd,c}$	Resistencia de cálculo del acero a compresión.
	$\sigma_{sp}$	Tensión de cálculo de armaduras activas.
	$\sigma_{s1}$	Tensión de la armadura más traccionada o menos comprimida ( $\sigma_1$ ).
	$\sigma_{s2}$	Tensión de la armadura más comprimida, o menos traccionada ( $\sigma_2$ ).
	$\sigma_I$	Tensión principal de tracción.



Tau	$\sigma_{II}$	Tensión principal de compresión.
	$\tau$	Tensión tangente.
	$\tau_b$	Tensión de adherencia.
	$\tau_{bm}$	Tensión media de adherencia.
	$\tau_{bu}$	Tensión de rotura de adherencia.
	$\tau_{c,RF}$	Tensión de cortante máxima para la combinación de fatiga.
	$\tau_{md}$	Valor medio de la tensión rasante.
	$\tau_{rd}$	Valor de cálculo de la resistencia a cortante del hormigón.
	$\tau_{sd}$	Tensión tangencial nominal de cálculo.
	$\tau_{td}$	Valor de cálculo de la tensión tangente de torsión.
	$\tau_{tu}$	Valor último de la tensión tangente de torsión.
	$\tau_w$	Tensión tangente del alma.
	$\tau_{wd}$	Valor de cálculo de $\tau_w$ .
	$\tau_{wu}$	Valor último de la tensión tangente de alma.
	Phi	$\varphi$
Psi	$\varphi_t$	Coefficiente de evolución de la fluencia en un tiempo $t$ .
	$\Psi$	Coefficiente adimensional.
Omega	$\Psi_{0,i Qk1}$	Valor representativo de combinación de las acciones variables concomitantes.
	$\Psi_{1,1 Qk1}$	Valor representativo frecuente de la acción variable determinante.
	$\Psi_{2,i Qk1}$	Valores representativos cuasipermanentes de las acciones variables con la acción determinante o con la acción accidental.
Omega	$\omega$	Cuantía mecánica: $\omega = A_s f_{yd} / A_c f_{cd}$ .
	$\omega_w$	Cuantía mecánica volumétrica de confinamiento.

## 1.4 Símbolos matemáticos y especiales

$\Sigma$	Suma.
$\Delta$	Diferencia; incremento.
$\varnothing$	Diámetro de una barra.
$\nlessgtr$	No mayor que.
$\nlessgtr$	No menor que.
$\Delta P_i$	Pérdidas instantáneas de fuerza.
$\Delta P_{dif}$	Pérdidas diferidas de fuerza.
$\Delta \sigma_{pd}$	Incremento de tensión debido a las cargas exteriores.
$\Delta \sigma_{pr}$	Pérdida por relajación a longitud constante.
$\Delta P_1$	Pérdidas de fuerza por rozamiento.
$\Delta P_2$	Pérdidas de fuerza por penetración de cuñas.
$\Delta P_3$	Pérdidas de fuerza por acortamiento elástico del hormigón.
$\Delta P_{4f}$	Pérdidas finales por retracción del hormigón.
$\Delta P_{5f}$	Pérdidas finales por fluencia del hormigón.
$\Delta P_{6f}$	Pérdidas finales por relajación del acero.

## 2 Unidades y convención de signos

Las unidades adoptadas en la presente Instrucción corresponden a las del Sistema Internacional de Unidades de Medidas, S.I.

La convención de signos y notación utilizados se adaptan, en general, a las normas generales establecidas al efecto por la FIB (Fédération Internationale du Béton).



El sistema de unidades mencionado en el artículo, es el Sistema Internacional de Unidades de Medida, S.I. declarado de uso legal en España.

Las unidades prácticas en el sistema S.I. son las siguientes:

para resistencias y tensiones:	$\text{N/mm}^2 = \text{MN/m}^2 = \text{MPa}$
para fuerzas:	kN
para fuerzas por unidad de longitud:	kN/m
para fuerzas por unidad de superficie:	kN/m <sup>2</sup>
para fuerzas por unidad de volumen:	kN/m <sup>3</sup>
para momentos:	m kN

La correspondencia entre las unidades del Sistema Internacional S.I. y las del sistema Metro - Kilopondio - Segundo es la siguiente:

- a) Newton - kilopondio  
 $1 \text{ N} = 0,102 \text{ kp} \approx 0,1 \text{ kp}$   
e inversamente  
 $1 \text{ kp} = 9,8 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$
  
- b) Newton por milímetro cuadrado - kilopondio por centímetro cuadrado  
 $1 \text{ N/mm}^2 = 10,2 \text{ kp/cm}^2 \approx 10 \text{ kp/cm}^2$   
e inversamente  
 $1 \text{ kp/cm}^2 = 0,098 \text{ N/mm}^2 \approx 0,1 \text{ N/mm}^2$