

# Interpretación de los símbolos utilizados en el DB SE-A del CTE

<b>Apellidos, nombre</b>	Arianna Guardiola Villora (aguardio@mes.upv.es)
<b>Departamento</b>	Mecánica del Medio Continuo y Teoría de Estructuras
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Valencia

# 1 Resumen de las ideas clave

En este artículo se explica el criterio de símbolos que utiliza el Documento Básico, seguridad estructural, Acero, con objeto de agilizar la interpretación de las expresiones que utiliza dicha norma en las distintas comprobaciones.

## 2 Introducción

El Documento seguridad estructural, Acero del Código Técnico de la Edificación (en adelante DB SE-A del CTE) utiliza, en las distintas condiciones y expresiones matemáticas que aparecen a lo largo de su articulado, una serie de símbolos que hacen referencia a las características geométricas de los perfiles, a las resistencias de los materiales o de las secciones, o a las solicitaciones.

La mayor parte de dichos símbolos proviene de la normativa europea de referencia, el Eurocódigo 3, UNE EN-1993-1 y se han introducido directamente en la normativa española con pequeñas variaciones. Se trata pues, de un vocabulario específico internacionalmente extendido, de recomendable conocimiento.

Sin embargo, debido a que esta nomenclatura se basa fundamentalmente en las iniciales del vocabulario específico en la lengua inglesa, resulta en algunas ocasiones difícil de recordar o interpretar.

El objeto de este artículo es mostrar al alumno que se enfrenta por primera vez con la normativa de acero (DB SE-A del CTE) las claves con las que se generan dichos símbolos, con el fin de facilitar su utilización.

## 3 Objetivos

Cuando el alumno finalice la lectura de este documento será capaz de interpretar los símbolos que aparecen en las condiciones y expresiones matemáticas recogidas en el DB SE-A del CTE.

## 4 Símbolos

### 4.1 Referidos a las resistencias del material

La resistencia del acero estructural se recoge en la tabla de características mecánicas mínimas de los aceros según la EN 10025, del DB SE-A del CTE

Los valores que se incluyen en dicha tabla son:

$f_y$  que corresponde a la tensión de límite elástico (**y**ield en Inglés)

$f_u$  representa la resistencia última a tracción (**u**ltimate en inglés)

En ambos casos se trata de valores característicos, por lo que la designación correcta debería ser  $f_{yk}$  y  $f_{uk}$  respectivamente.

Por otro lado, el símbolo  $f_{yk}$ , si que se utiliza en la norma de hormigón para referirse al límite elástico del acero.

## 4.2 Referidos a las sollicitaciones

Las sollicitaciones que pueden actuar en una sección son:

el esfuerzo axil, representado por la letra **N** en mayúsculas (**N**ormal effort en Inglés)

el esfuerzo cortante<sup>1</sup>, representado por la letra **V** en mayúscula.

el momento flector, representado por la letra **M** mayúscula, (**b**ending **M**oment en Inglés)

y el momento torsor representado por la letra **T** mayúscula, (**T**orque en Inglés)

Estas sollicitaciones se obtienen para cada una de las combinaciones de hipótesis de carga de **Estados Límite Últimos**, por lo que se calculan a partir de las cargas mayoradas o cargas de **diseño**. Ese es el objeto del subíndice  $\square_{Ed}$ , indicar que son **Esfuerzos de diseño**, esfuerzos ya mayorados y listos para usar en el cálculo de la estructura (cálculo es **design** en inglés).

Finalmente, en el caso del momento flector, se debe indicar alrededor de que eje se produce la flexión, por lo que se introduce el subíndice **y** ó **z**, se acuerdo con los ejes de la figura 1.

El DB SE-A del CTE establece en su articulado, que el eje y, es el perpendicular al alma mientras que el eje z es el paralelo al alma.

De este modo, las sollicitaciones se representan como:

$N_{Ed}$  Esfuerzo axil de **diseño** (cálculo)

$V_{Ed}$  Esfuerzo cortante\* **diseño** (cálculo)

$M_{y,Ed}$  Momento flector, que genera el giro de la sección alrededor del eje perpendicular al alma (eje **y**), de **diseño**. Véase la figura 1(a)

$M_{z,Ed}$  Momento flector, que genera el giro de la sección alrededor del eje paralelo al alma (eje **z**), de **diseño**. Véase la figura 1(b)

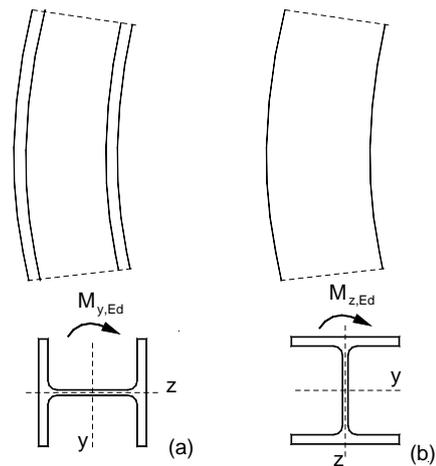


Figura 1

\*Nota: La norma no distingue entre  $V_y$  y  $V_z$ , de modo que cada prontuario establece su propio criterio y lo indica en sus tablas.

## 4.3 Referidos a las resistencias de las secciones

El DB SE-A del CTE representa la resistencia con el subíndice  $\square_R$ .

Considerando que la resistencia de las secciones se obtiene a partir de su geometría de masas y la resistencia de cálculo del material (igual a la resistencia característica dividida por el coeficiente de minoración del material), las resistencias de cálculo

<sup>1</sup> Esfuerzo cortante es *shear* en inglés. La v posiblemente hace referencia a la palabra inglesa *viscosity*, propiedad de los materiales directamente relacionada con la resistencia a cortante.

frente a las distintas solicitaciones se representan con la letra que representa al esfuerzo y el subíndice  $\square_{Rd}$ .

De este modo, las resistencias de cálculo se representan como:

- $N_{Rd}$  Resistencia de **diseño** frente al esfuerzo axil.
- $V_{Rd}$  Resistencia de **diseño** frente al esfuerzo cortante.
- $M_{y,Rd}$  Resistencia de **diseño** frente al **Momento** flector alrededor del eje **y**.
- $M_{z,Rd}$  Resistencia de **diseño** frente al **Momento** flector alrededor del eje **z**.

Por otro lado, el agotamiento a flexión puede producirse en régimen elástico, y se representa con el subíndice  $\square_{el}$ , o en régimen plástico, representado con el subíndice  $\square_{pl}$ .

El agotamiento a axil y cortante se produce en régimen **plástico**, por lo que se utiliza subíndice  $\square_{pl}$  para representarlo

En todos los casos se trata de resistencias de cálculo, por lo que se añade el subíndice  $\square_{Rd}$ .

Las resistencias se representan como sigue:

- $N_{pl,Rd}$  Axil **Resistente plástico**.
- $V_{pl,Rd}$  Cortante **Resistente plástico**.
- $M_{el,y,Rd}$  **Momento Resistente elástico** en **y** (alrededor del eje y)
- $M_{el,z,Rd}$  **Momento Resistente elástico** en **z** (alrededor del eje z)
- $M_{pl,y,Rd}$  **Momento Resistente plástico** en **y** (alrededor del eje y)
- $M_{pl,z,Rd}$  **Momento Resistente plástico** en **z** (alrededor del eje z)

#### 4.4 Referidos al pandeo

El fenómeno del pandeo se representa con el subíndice  $\square_b$  (el término inglés para referirse al fenómeno del pandeo es **buckling**), siendo

- $N_{b,Rd}$  representa el axil **Resistente** a pandeo, mientras que
- $M_{b,Rd}$  se refiere a la **Resistencia** a pandeo lateral

#### 4.5 Referidos a las dimensiones de las secciones

Las partes de la sección y sus dimensiones, en inglés, se muestran en la figura 2.

- $b$  ancho o base (**b**ase en inglés)
- $h$  alto o canto (**h**eight en inglés)
- $w$  alma del perfil (**w**eb en inglés)
- $f$  ala del perfil (**f**lange en inglés)

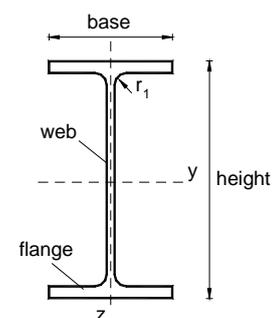


Figura 2

Los símbolos que representan las distintas dimensiones de las partes que componen el perfil, se indican en la figura 3.

Por otro lado, el espesor se representa por la letra  $t$  (thickness en inglés), de modo que

- $t_w$  es el espesor del alma
- $t_f$  es el espesor del ala
- $r$  radio de acuerdo (radius en inglés)

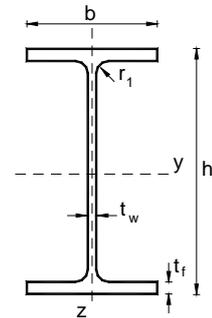


Figura 3

#### 4.6 Referidos a las propiedades mecánicas de las secciones.

En los prontuarios se recogen, además de las dimensiones de las secciones sus propiedades mecánicas, las cuales van referidas a los ejes de la figura 2, siempre que el prontuario siga los criterios de la euronorma EN 10025.

De este modo,

- A** Es el **Área** de la sección
- $I_y$  Momento de **Inercia** respecto del eje **y**
- $I_z$  Momento de **Inercia** respecto del eje **z**
- $W_y$  Módulo resistente **elástico** respecto del eje **y**. También se representa por  $W_{el,y}$
- $W_z$  Módulo resistente **elástico** respecto del eje **z**. También se representa por  $W_{el,z}$
- $W_{pl,y}$  Módulo resistente **plástico** respecto del eje **y**.
- $W_{pl,z}$  Módulo resistente **plástico** respecto del eje **z**.

En algunos prontuarios se puede encontrar el área eficaz a cortante representada por  $A_v$ , o por  $A_{v,y}$  o  $A_{v,z}$  si se refiere al cortante paralelo o perpendicular a los ejes **y** o **z**.

#### 4.7 Referidos a los tornillos

Los tornillos se llaman *bolts* en inglés, por lo que el subíndice que hace referencia a los mismos es la letra **b**.

Así, cuando se escribe  $f_{bu}$  se hace referencia a la resistencia **última** a tracción del acero de los tornillos (la **b** representa al tornillo y la **u** a resistencia última) para distinguirla de la resistencia última a tracción de acero de las chapas a unir (véase  $f_u$  en el epígrafe 4.1)

En cuanto a los esfuerzos en las uniones atornilladas, la norma la representa con la letra **F** seguida del subíndice  $\square_v$ , cuando el esfuerzo es de cortante, o el subíndice  $\square_t$ , cuando el esfuerzo es de tracción, siendo:

- $F_{v,Ed}$  Esfuerzo cortante que solicita a la unión (El subíndice  $\square_{Ed}$  indica que es esfuerzo de **diseño**)
- $F_{t,Ed}$  Esfuerzo de tracción que solicita a la unión (El subíndice  $\square_{Ed}$  indica que es esfuerzo de **diseño**)

Por lo que respecta a las resistencias de las uniones atornilladas, nos encontramos con los siguientes símbolos:

- $F_{v,Rd}$  Resistencia de **diseño** de la unión a cortante.
- $F_{t,Rd}$  Resistencia de **diseño** de la unión a **tracción**.
- $F_{b,Rd}$  Resistencia de la unión a aplastamiento (el término inglés para aplastamiento es **bearing**)
- $F_{p,Rd}$  Resistencia de la unión a **punzonamiento** (el término inglés para punzonamiento es **punching**)
- $F_{s,Rd}$  Resistencia de la unión a deslizamiento (el término inglés para deslizamiento es **slipping**)

## 4.8 Referidos a la soldadura

La palabra inglesa para designar soldadura es **weld**, de modo que el subíndice utilizado para referirse a las propiedades de la soldadura es la letra **w**.

Así, se definen los siguientes símbolos:

- $F_{w,Ed}$  Esfuerzo de **diseño** que solicita a la soldadura.
- $F_{w,Rd}$  Resistencia de **diseño** del cordón de soldadura.
- $L_w$  Longitud del cordón de soldadura.
- $a_w$  espesor de garganta del cordón de soldadura (es bastante frecuente representarlo sólo con la letra **a**, o con los símbolos **a<sub>1</sub>**, **a<sub>2</sub>** y **a<sub>3</sub>** si hay más de un cordón de soldadura en la misma unión).

## 4.9 Referidos a las uniones

Cuando se unen una viga y un soporte, en las expresiones que establece la norma para obtener la resistencia de la unión, se hace referencia a las dimensiones de las partes de la sección que conforman tanto la viga como el soporte, siendo el subíndice que hace referencia a la viga la letra **b** (viga es **beam** en inglés) y el subíndice relativo al soporte la letra **c** (soporte es **column** en inglés)

Combinando los subíndices de las características geométricas o las resistencias de los materiales, podemos encontrar en las expresiones del DB SE-A del CTE los siguientes símbolos:

- $t_{wb}$  espesor del alma de la viga (**thickness of the beam's web**)
- $t_{wc}$  espesor del alma del soporte (**thickness of the column's web**)
- $t_{fb}$  espesor del ala de la viga (**thickness of the beam's flange**)
- $t_{fc}$  espesor del ala del soporte (**thickness of the column's flange**)
- $f_{yb}$  límite elástico del acero de la viga (por si es diferente al acero del soporte)
- $f_{yc}$  límite elástico del acero del soporte.

Por otro lado, cuando en el diseño de la unión es necesario incorporar chapas, el espesor de las mismas se indica con el símbolo  $t_p$ , significando la letra  $t$  espesor (thickness en inglés) y el subíndice  $p$  chapa (plate en inglés)

Finalmente nos podemos encontrar referido a la unión el uso del subíndice  $j$  (unión es joint en inglés), como por ejemplo,

$M_{j,Rd}$  Resistencia de la unión frente al Momento flector.

$S_j$  Rigidez de la unión (el término inglés para rigidez es Stiffness)

#### 4.10 Ejercicio propuesto

Se pide, utilizando los símbolos de los epígrafes anteriores, rellenar las etiquetas de las figuras 4, 5 y 6.

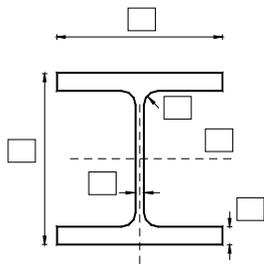


Figura 4

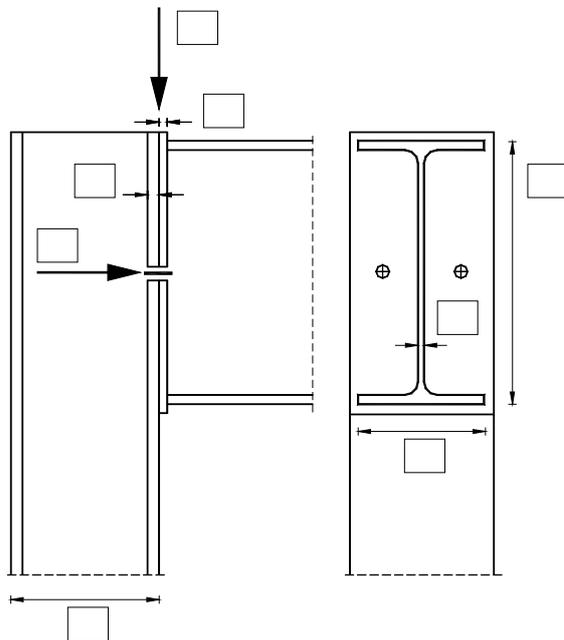


Figura 5

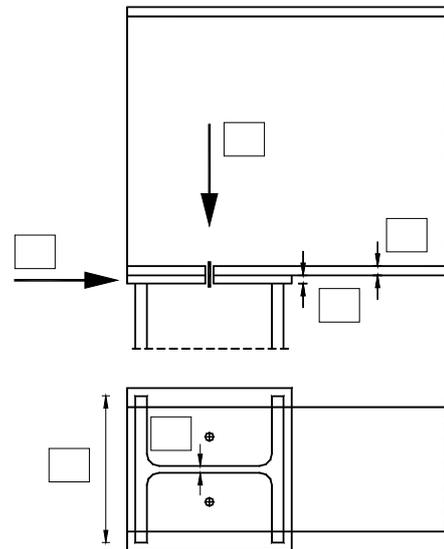


Figura 6

## 5 Conclusión

A lo largo de este documento se ha presentado la nomenclatura utilizada en el Documento Básico, Seguridad Estructural, Acero, del Código Técnico de la Edificación, utilizada para representar las dimensiones de los elementos que componen las secciones, sus propiedades mecánicas y sus resistencias entre otras.

Dichos símbolos se basan en el uso de las iniciales de las palabras específicas en lengua inglesa, de modo que, una vez conocido el vocabulario específico, es fácil reconocer el significado de los distintos símbolos.

## 6 Bibliografía

### 6.1 Libros:

[1] MINISTERIO de la VIVIENDA: "Documento Básico Seguridad Estructural, Acero", Código Técnico de Edificación. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org>

[2] COMITÉ AEN/CTN140 – Eurocódigos Estructurales: "Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios" AENOR

### 6.2 Tablas y figuras

Todos los dibujos incluidos en este documento han sido realizados por Guardiola Villora, A.

## 7 Solución al ejercicio propuesto

La respuesta al ejercicio propuesto se muestra en las figuras 7, 8 y 9

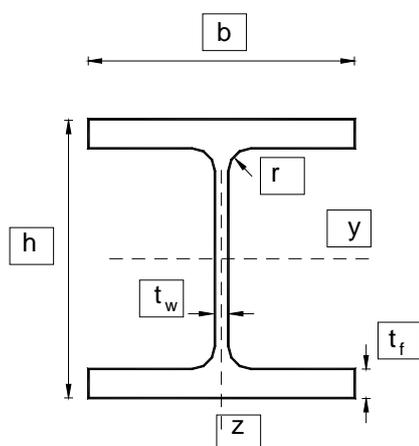


Figura 7

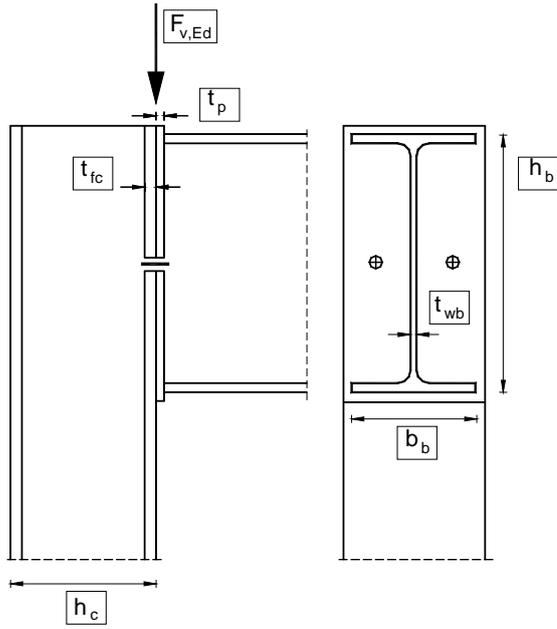


Figura 8

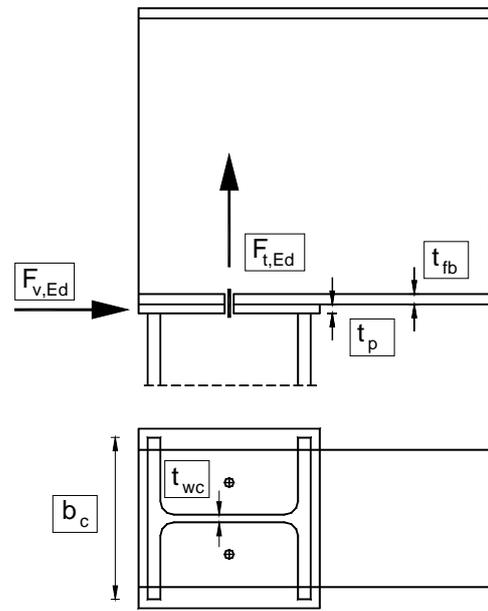


Figura 9