



# Estructuras de madera

## 6.2. Acciones y combinaciones de acciones

1. Tipos de acciones
2. Valor de las acciones
3. Combinaciones de acciones
4. Ejemplos

## 6.2. Acciones y combinaciones de acciones

1. Tipos de acciones
2. Valor de las acciones
3. Combinaciones de acciones
4. Ejemplos

6.2. Acciones y combinaciones de acciones

## COMBINACIONES DE ACCIONES: TIPOS DE ACCIONES

- Las acciones pueden clasificarse por:
  - Su **variación en el tiempo**
    - Acciones permanentes (G). Ej. peso propio, cargas muertas
    - Acciones variables (Q). Ej. Sobrecargas de uso, nieve, viento
    - Acciones accidentales (A). Ej. impacto
  - Su **origen**
    - Acciones directas. Ej. peso propio, sobrecargas
    - Acciones indirectas. Ej. temperatura, deformaciones impuestas por cambios humedad

## COMBINACIONES DE ACCIONES: TIPOS DE ACCIONES

- Su **variación en el espacio**
  - Acciones fijas. Ej. peso propio, cargas muertas
  - Acciones libres. Ej. sobrecargas
- Su **naturaleza y/o respuesta estructural**
  - Acciones estáticas. Ej. cargas muertas
  - Acciones dinámicas. Ej. cargas maquinaria industrial
- El **efecto** que tienen las acciones sobre las estructuras
  - Acciones favorables
  - Acciones desfavorables

1. Tipos de acciones
2. Valor de las acciones
3. Combinaciones de acciones
4. Ejemplos

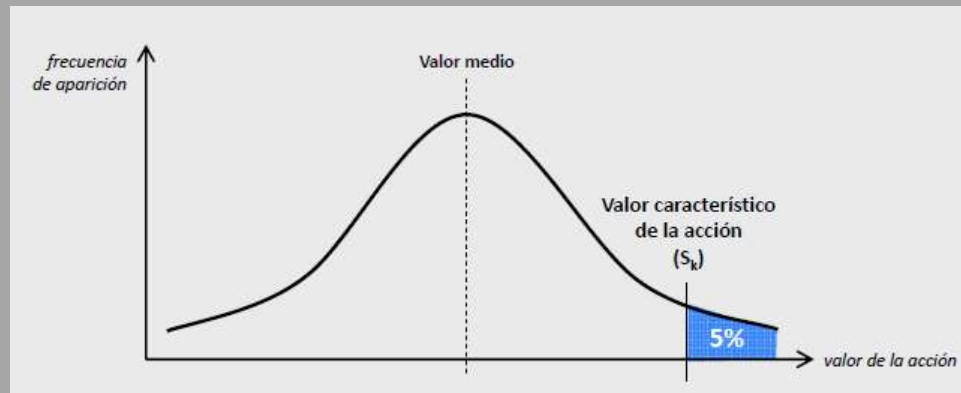
6.2. Acciones y combinaciones de acciones

## COMBINACIONES DE ACCIONES: VALOR DE LAS ACCIONES

### VALOR CARACTERÍSTICO ( $F_k$ )

Es el principal valor representativo de una acción

- Cargas permanentes: valor medio calculado con espesores y densidades (poca variabilidad).
- Sobrecargas de uso: valor con una probabilidad de un cierto porcentaje de ser sobrepasado durante un cierto período de referencia, o un valor nominal en caso que no se conozca su distribución.



## COMBINACIONES DE ACCIONES: VALOR DE LAS ACCIONES

### OTROS VALORES REPRESENTATIVOS ( $F_r$ )

Se calcula como el producto de la valor característico ( $F_k$ ) por un coeficiente  $\psi_i$ .

$$F_r = F_k \cdot \psi_i$$

### VALOR DE COMBINACIÓN ( $F_k \cdot \psi_0$ )

Valor de la carga en caso que actúe simultáneamente con otra carga en su máxima intensidad.

### VALOR FRECUENTE ( $F_k \cdot \psi_1$ )

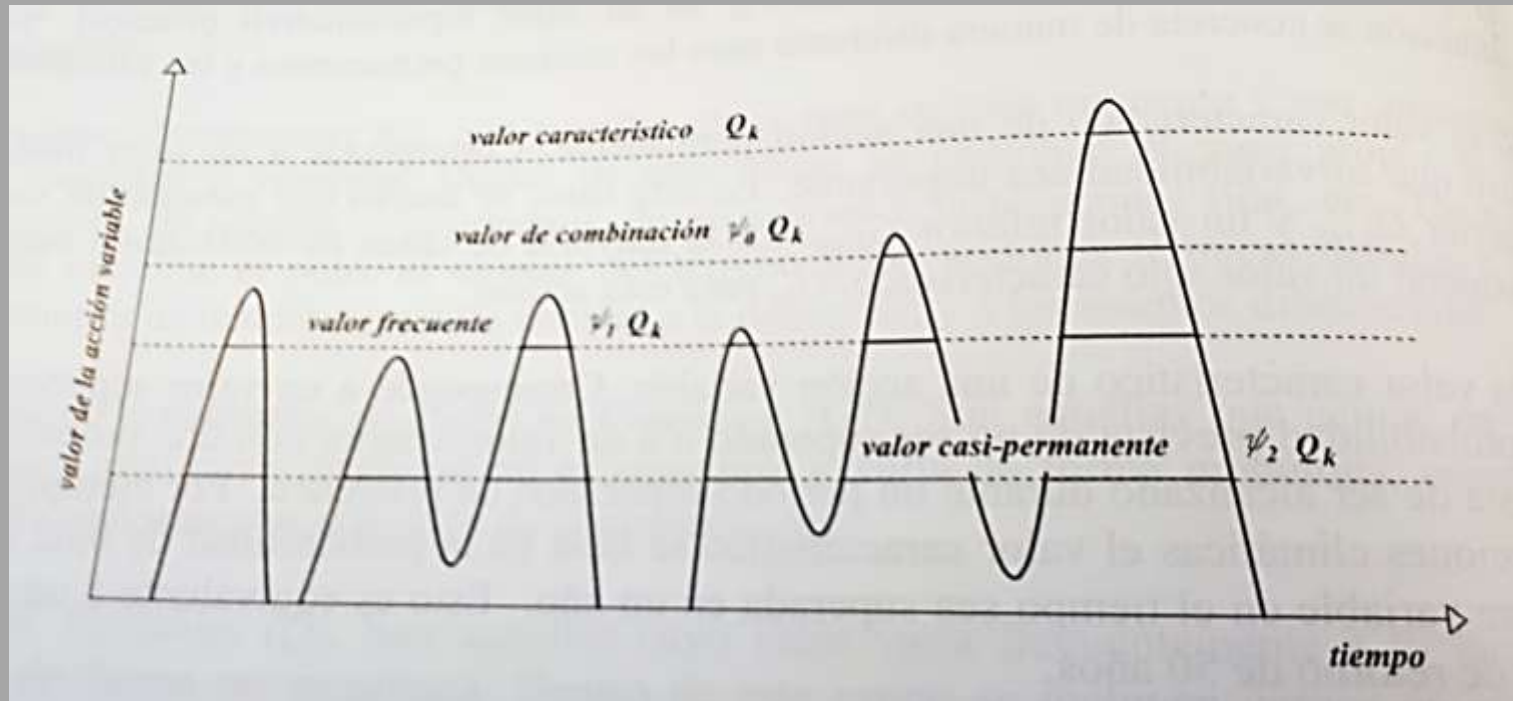
Valor de la carga sobrepasado durante un período corto de tiempo respecto a la vida útil de la estructura.

### VALOR CUASI-PERMANENTE ( $F_k \cdot \psi_2$ )

Valor de la carga sobrepasado durante gran parte de la vida útil de la estructura.

$$\psi_2 \leq \psi_1 \leq \psi_0 \leq 1,00$$



**COMBINACIONES DE ACCIONES: VALOR DE LAS ACCIONES****COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD – Eurocódigo**

# COMBINACIONES DE ACCIONES: VALOR DE LAS ACCIONES

## COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD – Eurocódigo

Acción	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Sobrecargas en edificios, categoría (véase la Norma EN 1991-1-1)			
Categoría A: zonas residenciales, domésticas	0,7	0,5	0,3
Categoría B: zonas de oficinas	0,7	0,5	0,3
Categoría C: zonas de reunión	0,7	0,7	0,6
Categoría D: zonas comerciales	0,7	0,7	0,6
Categoría E: zonas de almacenamiento	1,0	0,9	0,8
Categoría F: zona de tráfico, peso del vehículo $\leq 30$ kN	0,7	0,7	0,6
Categoría G: zona de tráfico, $30$ kN < peso del vehículo $\leq 160$ kN	0,7	0,5	0,3
Categoría H: cubiertas	0	0	0
Cargas de nieve en edificios (véase la Norma EN 1991-1-3)*			
Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia	0,70	0,50	0,20
Resto de los Estados miembro del CEN, para sitios localizados a alturas $H > 1\ 000$ m sobre el nivel del mar	0,70	0,50	0,20
Resto de los Estados miembro del CEN, para sitios localizados a alturas $H \leq 1\ 000$ m sobre el nivel del mar	0,50	0,20	0
Cargas de viento en edificios (véase la Norma EN 1991-1-4)	0,6	0,2	0
Temperatura (no la debida a incendio) en edificios (véase la Norma EN 1991-1-5)	0,6	0,5	0

NOTA – Los valores de  $\psi$  pueden establecerse mediante los anexos nacionales.

\* Para los países que no se citan, véanse las condiciones locales correspondientes

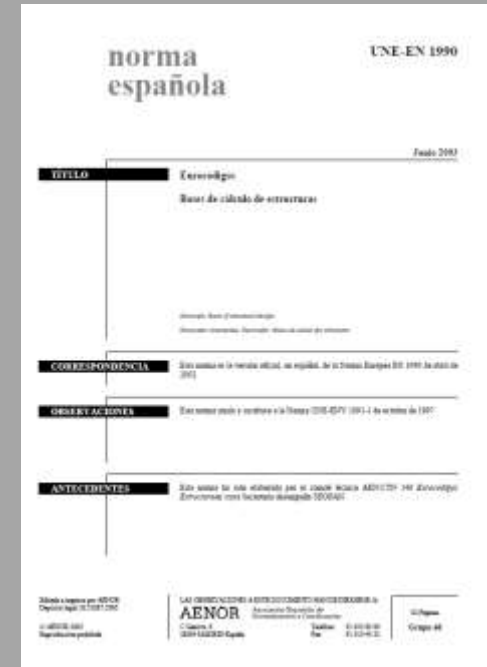


Tabla A.1.1 Eurocódigo 0 - "Bases de cálculo" - 2003

# COMBINACIONES DE ACCIONES: VALOR DE LAS ACCIONES

## COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD – CTE

	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

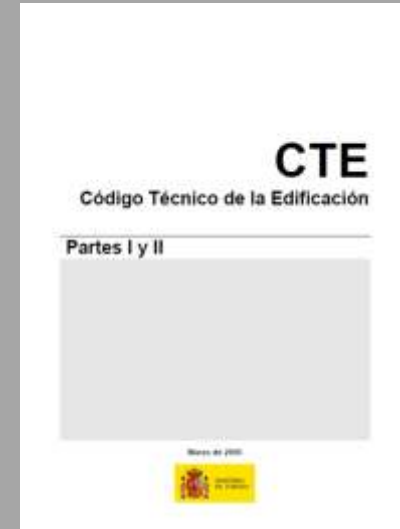


Tabla 4.2 CTE - “Código Técnico de la Edificación” - 2006

**COMBINACIONES DE ACCIONES: VALOR DE LAS ACCIONES****VALOR DE CÁLCULO ( $F_d$ )**

Se calcula como el producto de la valor representativo ( $F_r$ ) por un coeficiente parcial de seguridad ( $\gamma_f$ ), en estados límites últimos, o por 1,00 en estados límites de servicio.

$$F_d = F_r \cdot \gamma_f = \underbrace{F_k \cdot \psi_i}_{F_r} \cdot \gamma_f$$

# COMBINACIONES DE ACCIONES: VALOR DE LAS ACCIONES

## COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

Coeficiente	Valor
$\gamma_{G,sup}$	1,35
$\gamma_{G,inf}$	1,00
$\gamma_{Q1}$	1,50 (o 0 cuando sea favorable)
$\gamma_{Qi}$	1,50 (o 0 cuando sea favorable)

Basado en Tabla A.1.2 (B) STR/GEO - Eurocódigo 0 - “Bases de cálculo”

NOTAS:

- Los valores de todas las acciones permanentes del mismo origen se multiplican por  $\gamma_{G,sup}$  si el efecto total que resulte es desfavorable, y por  $\gamma_{G,inf}$  si el efecto de la acción total que resulte es favorable.
- Los valores de  $\gamma$  pueden modificarse en el Anexo nacional.

# COMBINACIONES DE ACCIONES: VALOR DE LAS ACCIONES

## COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS

Tipo de verificación <sup>(1)</sup>	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

<sup>(1)</sup> Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Tabla 4.1 CTE - "Código Técnico de la Edificación" - 2006

1. Tipos de acciones
2. Valor de las acciones
3. Combinaciones de acciones
4. Ejemplos

## 6.2. Acciones y combinaciones de acciones

# COMBINACIONES DE ACCIONES: COMBINACIONES

## TIPOS DE COMBINACIONES

### ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

(seguridad de personas y estructura)

- Situaciones persistentes o transitorias
- Situaciones accidentales
- Situaciones sísmicas (en Uruguay no se consideran)

### ESTADO LÍMITE DE SERVICIO

(funcionamiento, comodidad de usuarios y apariencia)

- Combinación característica o poco probable  
Normalmente p/ efectos debido a acciones de corta duración irreversibles.
- *Combinaciones frecuente*  
Normalmente p/ efectos debido a acciones de larga duración reversibles.
- Combinación cuasi-permanente  
Normalmente para efectos a largo plazo y para la apariencia de la estructura.



# COMBINACIONES DE ACCIONES: COMBINACIONES

## COMBINACIONES EN ELU

SITUACIÓN PERMANENTE O TRANSITORIA

VALOR DE  
COMBINACIÓN

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

TERMINO  
ACCIONES  
PERMANENTES

TERMINO  
ACCIÓN VARIABLE  
PREDOMINANTE

TERMINO  
ACCIÓN/ES  
VARIABLES  
CONCOMITANTES

EN PRINCIPIO CUALQUIER ACCIÓN VARIABLE PUEDE SER LA PRINCIPAL.  
SE DEBE ANALIZAR CASO A CASO.

# COMBINACIONES DE ACCIONES: COMBINACIONES

## COMBINACIONES EN ELU

SITUACIÓN ACCIDENTAL

VALOR  
FRECUENTE

VALOR  
CUASI-PERM

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

TERMINO  
ACCIONES  
PERMANENTES

TERMINO  
ACCIÓN  
ACCIDENTAL

TERMINO  
ACCIÓN/ES  
VARIABLES  
CONCOMITANTES

# COMBINACIONES DE ACCIONES: COMBINACIONES

## COMBINACIONES EN ELU

### SITUACIÓN SÍSMICA

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_{Ed} + \sum_{i \geq 2} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

VALOR CUASI-PERM

<p>TERMINO ACCIONES PERMANENTES</p>	<p>TERMINO ACCIÓN SÍSMICA</p>	<p>TERMINO ACCIÓN/ES VARIABLES CONCOMITANTES</p>
---	---------------------------------------	--

1. Tipos de acciones
2. Valor de las acciones
3. Combinaciones de acciones
4. Ejemplos

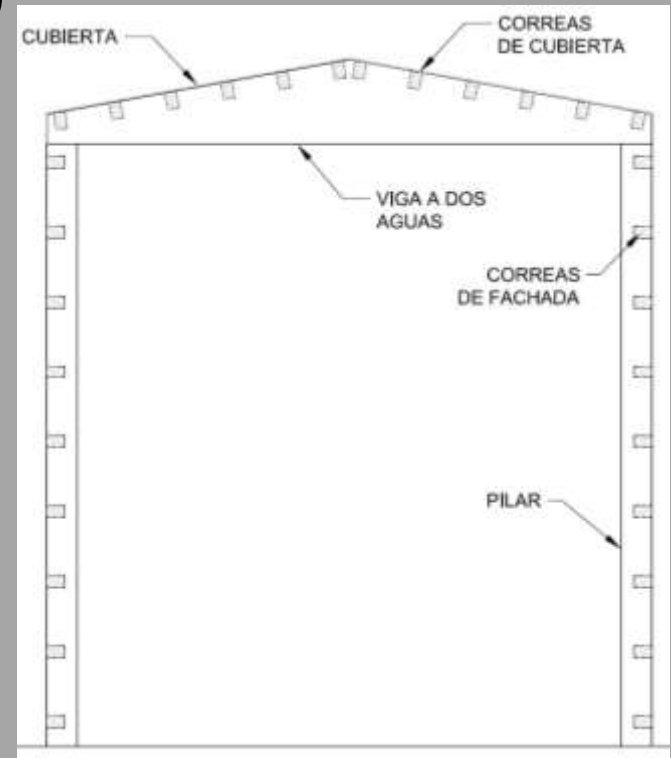
## 6.2. Acciones y combinaciones de acciones

# COMBINACIONES DE ACCIONES: COMBINACIONES PROYECTO

## EJEMPLO: PROYECTO DEL CURSO

### CARGAS QUE ACTÚAN EN LA ESTRUCTURA

- Cargas muertas y peso propio (G)
  - Cubierta de cerramiento
  - Peso propio de elementos
- Sobre carga de uso cubierta (Q)
- Viento (Q)



# COMBINACIONES DE ACCIONES: **COMBINACIONES PROYECTO**

## ELU

### Situación permanente o transitoria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

1. Supongo carga de cubierta como principal:

$$(1,35 \text{ o } 1,00) \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,cubierta} + (1,50 \text{ o } 0,00) \cdot 0,60 \cdot Q_{k,viento}$$

$$\mathbf{1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,cubierta} + 0,90 \cdot Q_{k,viento}}$$

$$\mathbf{1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,cubierta}}$$

2. Supongo carga de viento como principal:

$$(1,35 \text{ o } 1,00) \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,viento} + (1,50 \text{ o } 0,00) \cdot 0,00 \cdot Q_{k,cubierta}$$

$$\mathbf{1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,viento}}$$

$$\mathbf{1,00 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,viento}}$$

Las cargas permanentes pueden resultar favorables.

3. Supongo NO hay sobrecargas

$$\mathbf{1,35 \cdot G_k}$$

# COMBINACIONES DE ACCIONES: COMBINACIONES PROYECTO

## VALORES DE $K_{mod}$

$$f_d = K_{mod} \frac{f_k}{\gamma_M}$$

Clase de duración de la carga	Ejemplos de carga
Permanente	peso propio
Larga	almacenamiento
Medía	sobrecarga de uso, nieve
Corta	nieve, viento
Instantánea	viento, acciones accidentales

Material	Norma	Clase de servicio	Clase de duración de la carga					
			Acción permanente	Acción de larga duración	Acción de media duración	Acción de corta duración	Acción instantánea	
Madera maciza	EN 14081-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Madera laminada encolada	EN 14080	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Madera microlaminada. LVL	EN 14374, EN 14279	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10	
		3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90	
Tablero contrachapado	EN 636	Tipo EN 636-1	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Tipo EN 636-2	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
		Tipo EN 636-3	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90
Tablero de virutas orientadas. OSB	EN 300	OSB/2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		OSB/3, OSB/4	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		OSB/3, OSB/4	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
			3	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de partículas	EN 312	Tipo P4, Tipo P5	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		Tipo P5	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
		Tipo P6, Tipo P7	1	0,40	0,50	0,70	0,90	1,10
		Tipo P7	2	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
			3	0,30	0,40	0,55	0,70	0,90
Tablero de fibras, duro	EN 622-2	HB.LA, HB.HLA 1 o 2	1	0,30	0,45	0,65	0,85	1,10
		HB.HLA1 o 2	2	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
			3	0,20	0,30	0,45	0,60	0,80
Tablero de fibras, semiduro	EN 622-3	MBH.LA1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MBH.HLS1 o 2	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
			2	–	–	–	0,45	0,80
		3	–	–	–	0,45	0,80	
Tablero de fibras, de densidad media. MDF	EN 622-5	MDF.LA, MDF.HLS	1	0,20	0,40	0,60	0,80	1,10
		MDF.HLS	2	–	–	–	0,45	0,80
			3	–	–	–	0,45	0,80

Tabla 3.1 Eurocódigo 5 Parte1-1 - “Reglas generales y reglas para edificación” - 2010

# COMBINACIONES DE ACCIONES: COMBINACIONES PROYECTO

## ELU

### Situación accidental

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + A_d + \Psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

1. Supongo carga de cubierta como principal:

$$G_k + 0,00 \cdot Q_{k,cubierta} + 0,00 \cdot Q_{k,viento}$$

$$G_k$$

2. Supongo carga de viento como principal:

$$G_k + 0,20 \cdot Q_{k,viento} + 0,00 \cdot Q_{k,cubierta}$$

$$G_k + 0,20 \cdot Q_{k,viento}$$

Situación sísmica: no se considera

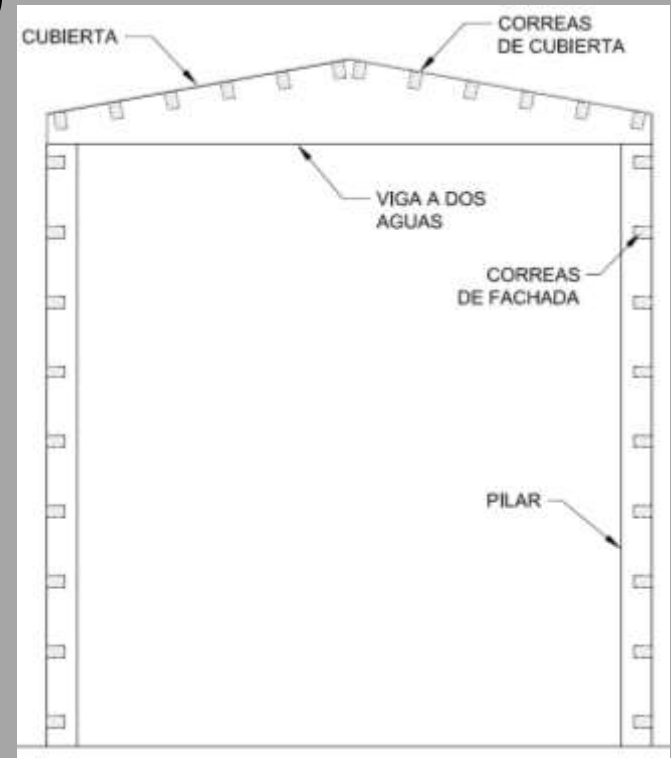


# COMBINACIONES DE ACCIONES: **COMBINACIONES PROYECTO**

## OTRO EJEMPLO:

### CARGAS QUE ACTÚAN EN LA ESTRUCTURA

- Cargas muertas y peso propio (G)
  - Cubierta de cerramiento
  - Peso propio de elementos
- Sobre carga de uso cubierta (Q)
- Viento (Q)
- **Sobre carga de nieve (Suecia)**



# COMBINACIONES DE ACCIONES: **COMBINACIONES PROYECTO**

## ELU

### Situación permanente o transitoria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{O,i} \cdot Q_{k,i}$$

#### 1. Supongo carga de cubierta como principal:

$$(1,35 \text{ o } 1,00) \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,c} + (1,50 \text{ o } 0,00) \cdot 0,60 \cdot Q_{k,v} + (1,50 \text{ o } 0,00) \cdot 0,70 \cdot Q_{k,n}$$

$$\mathbf{1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,c} + 0,90 \cdot Q_{k,v} + 1,05 \cdot Q_{k,n}}$$

$$\mathbf{1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,c} + 1,05 \cdot Q_{k,n}}$$

$$\mathbf{1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,c} + 0,90 \cdot Q_{k,v}}$$

$$\mathbf{1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,c}}$$

#### 2. Supongo carga de viento como principal:

$$(1,00 \text{ o } 1,35) \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,v} + (1,50 \text{ o } 0,00) \cdot 0,00 \cdot Q_{k,c} + (1,50 \text{ o } 0,00) \cdot 0,70 \cdot Q_{k,n}$$

$$\mathbf{1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,v} + 1,05 \cdot Q_{k,n}}$$

$$\mathbf{1,00 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,v}}$$

Las cargas permanentes pueden resultar favorables.

# COMBINACIONES DE ACCIONES: COMBINACIONES PROYECTO

## ELU

Situación permanente o transitoria

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

3. Supongo carga de nieve como principal

$$(1,35 \text{ o } 1,00) \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,n} + (1,50 \text{ o } 0,00) \cdot 0,60 \cdot Q_{k,v} + (1,50 \text{ o } 0,00) \cdot 0,00 \cdot Q_{k,c}$$

$$1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,n} + 0,90 \cdot Q_{k,v}$$

$$1,35 \cdot G_k + 1,50 \cdot Q_{k,n}$$

4. Supongo NO hay sobrecargas

$$1,35 \cdot G_k$$