

Ejercicio 1

En el cálculo de una estructura de edificación para uso de oficinas, se ha obtenido los momentos en una sección de una viga para las siguientes hipótesis:

- | | | |
|----|------------------------|-----------------------------|
| 1) | Cargas permanentes | $M = + 62,8 \text{ kN m}$ |
| 2) | Sobrecarga alternada 1 | $M = + 34,5 \text{ kN m}$ |
| 3) | Sobrecarga alternada 2 | $M = - 12,8 \text{ kN m}$ |
| 4) | Viento | $M = \pm 28,7 \text{ kN m}$ |
| 5) | Acciones sísmicas | $M = \pm 12,1 \text{ kN m}$ |

Se pide determinar los máximos momentos positivos y negativos para ELU y ELS.

De acuerdo con la Instrucción EHE-08, los coeficientes de seguridad de acciones en ELU son:

TIPO DE ACCIÓN	Situación persistente o transitoria		Situación accidental	
	Favorable	Desfavorable	Favorable	Desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,35$	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,50$	$\gamma_G^* = 1,00$	$\gamma_G^* = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,50$	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$
Accidental	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

Los coeficientes de combinación Ψ_i son:

Acción	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
S.c. uso (oficinas)	0,7	0,5	0,3
Viento	0,6	0,5	0,0

Distinguimos 3 hipótesis de combinación de acciones para ELU:

- Situaciones permanentes o transitorias:

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones sísmicas:

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_A A_{E,k} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Situaciones accidentales:

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_A A_K + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Al no haber ninguna acción accidental además del sismo, no se considerará la combinación de acciones correspondiente a situaciones accidentales.

Hay que aplicar las dos primeras hipótesis para el momento positivo y para el momento negativo.

Momento positivo

1a) $1,35 \cdot 62,8 + 1,5 \cdot 34,5 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 28,7 = 162,36 \text{ kN m}$

2) $1,0 \cdot 62,8 + 1,0 \cdot 12,1 + 1,0 \cdot 0,3 \cdot 34,5 + 1,0 \cdot 0 \cdot 28,7 = 85,3 \text{ kN m}$

Otra posible combinación para la hipótesis de situación permanente o transitoria sería:

1b) $1,35 \cdot 62,8 + 1,5 \cdot 28,7 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 34,5 = 164,06 \text{ kN m}$

Momento negativo

1) $1,0 \cdot 62,8 + 1,5 \cdot (-28,7) + 1,5 \cdot 0,7 \cdot (-12,8) = 6,31 \text{ kN m}$

2) $1,0 \cdot 62,8 + 1,0 \cdot (-12,1) + 1,0 \cdot 0,3 \cdot (-12,8) + 1,0 \cdot 0 \cdot (-28,7) = 46,9 \text{ kN m}$

Los momentos extremos son los de las hipótesis 1):

$M_d = 164,06 \text{ kN m}$	Máx. mom. positivo (o mín. negativo)
$M_d = 6,31 \text{ kN m}$	Máx. mom. negativo (o mín. positivo)

Los coeficientes de seguridad de acciones para ELS son:

TIPO DE ACCIÓN	Favorable	Desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1,00$	$\gamma_G = 1,00$
Variable	$\gamma_Q = 0,00$	$\gamma_Q = 1,00$

Distinguimos 3 hipótesis de combinación de acciones para ELS:

- Combinación poco probable o característica:

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \gamma_{Q,1} \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j \geq 1} (\gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{G^*,j} G_{k,j}^*) + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}$$

Momento positivo

- 1a) $62,8 + 34,5 + 0,6 \cdot 28,7 = 114,5 \text{ kN m}$
- 1b) $62,8 + 28,7 + 0,7 \cdot 34,5 = 115,7 \text{ kN m}$
- 2a) $62,8 + 0,5 \cdot 34,5 + 0,0 \cdot 28,7 = 80,1 \text{ kN m}$
- 2b) $62,8 + 0,5 \cdot 28,7 + 0,3 \cdot 34,5 = 87,5 \text{ kN m}$
- 3) $62,8 + 0,3 \cdot 34,5 + 0,0 \cdot 28,7 = 73,2 \text{ kN m}$

Momento negativo

- 1) $62,8 + (-28,7) + 0,7 \cdot (-12,8) = 25,1 \text{ kN m}$
- 2) $62,8 + 0,5 \cdot (-28,7) + 0,3 \cdot (-12,8) = 44,6 \text{ kN m}$
- 3) $62,8 + 0,3 \cdot (-12,8) + 0,0 \cdot (-28,7) = 59,0 \text{ kN m}$

Los momentos extremos son los de las hipótesis 1):

$$M_d = 115,7 \text{ kN m} \quad \text{Máx. mom. positivo (o mín. negativo)}$$

$$M_d = 25,1 \text{ kN m} \quad \text{Máx. mom. negativo (o mín. positivo)}$$

No obstante, al no alcanzarse nunca un momento negativo, para las comprobaciones de ELS es suficiente con fijarse sólo en las combinaciones de momento positivo:

Para la comprobación del ELS de fisuración se emplea la hipótesis 3 (cuasipermanente):

$$M_d = 73,2 \text{ kN m} \quad (\text{Cálculo de la fisuración})$$

En la comprobación del ELS de deformación, se emplea la hipótesis 1 (poco probable o característica) para la flecha instantánea, y la hip. 3 (cuasipermanente) para la flecha diferida:

$$M_d = 115,7 \text{ kN m} \quad (\text{Cálculo de la flecha instantánea})$$

$$M_d = 73,2 \text{ kN m} \quad (\text{Cálculo de la flecha diferida})$$

Ejercicio 2. Combinación de acciones en situación accidental.

Determinar la combinación de acciones en un pilar situado en la planta de garaje y aparcamiento para vehículos de hasta 30 kN de peso total.

El pilar, cuya sección es de 40×40, está sometido a una sollicitación axil de carga permanente de $N_G = 1800$ kN, a esfuerzo axil de sobrecargas $N_Q = 1200$ kN y a un momento flector de sobrecarga $M_v = 60$ kNm.

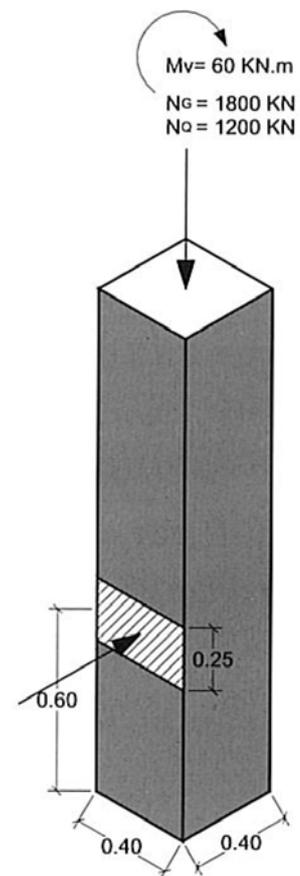
Se considera la acción accidental provocada por el choque de vehículos, en la dirección paralela a la vía, de acuerdo con 4.3.2 del DB SE-AE.

De acuerdo con la referencia, el valor de cálculo de la fuerza estática equivalente debida al impacto del vehículo, es de $H_a = 50$ kN en la dirección paralela a la vía.

Dicha fuerza H_a se considerará actuando sobre un rectángulo de 0,40×0,25 m y a una altura de 0,6 m por encima del nivel de rodadura.

Situación accidental:

Valor de cálculo de la carga axil permanente	N_G
Valor de la carga accidental	A_D
Una variable en valor de cálculo frecuente	$\psi_1 Q_k$
La otra variable en valor de cálculo casipermanente	$\psi_2 Q_k$
Coeficientes a aplicar $\psi_1 = 0,7$ $\psi_2 = 0,6$	



Fuente: Fiol F, 2008

Combinación I:

$N_{Gd} = 1800$ kN

$H_a = 50$ kN

Momento flector en valor de cálculo frecuente:

$M_d = 0,7 \times 60 = 42$ kN m

Axil de sobrecarga en valor de cálculo casipermanente:

$$N_{Qd} = 0,6 \times 1200 = 720 \text{ kN}$$

Combinación II:

$$N_{Gd} = 1800 \text{ kN}$$

$$H_a = 50 \text{ kN}$$

Momento flector en valor de cálculo casipermanente:

$$M_d = 0,6 \times 60 = 36 \text{ kN m}$$

Axil de sobrecarga en valor de cálculo frecuente:

$$N_{Qd} = 0,7 \times 1200 = 840 \text{ kN}$$

Resumen:

Combinación I $N_d = 1800 + 720 = 2520 \text{ kN}$

$$M_d = 42 \text{ kN m}$$

$$H_a = 50 \text{ kN}$$

Combinación II $N_d = 1800 + 840 = 2640 \text{ kN}$

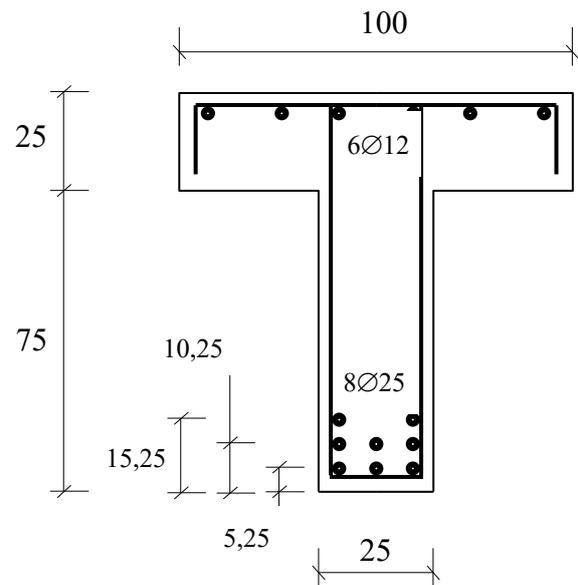
$$M_d = 36 \text{ kN m}$$

$$H_a = 50 \text{ kN}$$

La sección de la figura corresponde a la sección transversal de centro-luz de una pieza biapoyada de 15 m de luz, fabricada con hormigón HA-35, acero B 500 S y un recubrimiento de 4 cm.

Las acciones que actúan sobre la pieza son: peso propio, carga muerta, sobrecarga, viento y sismo. La tabla siguiente resume los valores más desfavorables del esfuerzo flector correspondiente a la actuación de cada una de las acciones citadas, en valores característicos y en kN m.

ACCIÓN	$M_{m\acute{a}x}$	$M_{m\acute{i}n}$
Peso propio	300	300
Carga muerta	200	200
Sobrecarga de uso en oficinas	350	350
Viento	100	-100
Sismo	150	-150



Cotas en cm

Se pide:

Determinar los esfuerzos flectores máximo y mínimo para ELU y ELS.

Resumen de resultados:

	Max	Min
ELU Perm./Transit.	1290	350
ELU Sísmica	755	350
ELS Poco Probable	910	400
ELS Frecuente	675	450
ELS Casiperman.	605	500