

Desarrollo de las combinaciones de hipótesis de carga para Estados Límite de Servicio según los criterios del DB-SE del CTE

Apellidos, nombre	Guardiola Villora Arianna (aguardio@mes.upv.es) Agustín Pérez-García (aperezg@mes.upv.es)
Departamento	M.M.C y Teoría de Estructuras
Centro	Escuela Técnica Superior de Arquitectura

1 Resumen de las ideas clave

El objeto de este artículo docente es mostrar al alumno cómo desarrollar las distintas combinaciones de hipótesis de carga para Estados Límite de Servicio (en adelante ELS) a considerar en el cálculo de la estructura de una vivienda unifamiliar siguiendo los criterios que establece el Documento Básico Seguridad Estructural, del Código Técnico de la Edificación (en adelante DB-SE del CTE)

2 Introducción

En este artículo se presenta al alumno que se enfrenta por primera vez a una asignatura de estructuras de edificación, cómo desarrollar las combinaciones de hipótesis de carga a considerar en el cálculo y diseño de la estructura de una vivienda unifamiliar frente a Estados Límite de Servicio, a partir de cuatro hipótesis de carga básicas: cargas permanentes, sobrecarga de uso, sobrecarga de nieve y sobrecarga de viento, siguiendo los criterios del DB-SE del CTE.

3 Objetivos

Una vez que el alumno se lea con detenimiento este documento, será capaz de:

- Determinar las Hipótesis de carga que son significativas a la hora de desarrollar las combinaciones de hipótesis de carga frente a Estados Límite de Servicio.
- Determinar el valor de combinación de las cargas variables conocido el origen de las sobrecargas, utilizando la tabla correspondiente del DB SE del CTE
- Determinar el número de combinaciones de hipótesis de carga frente a Estados Límite de Servicio a obtener, conociendo las hipótesis de carga a considerar.
- Desarrollar las distintas combinaciones de hipótesis de carga frente a Estados Límite de Servicio utilizando los valores de combinación apropiados para cada combinación.

4 Desarrollo de las Combinaciones de Hipótesis de Carga para Estados Límite de Servicio.

4.1 Hipótesis de carga a considerar

Las hipótesis de carga a considerar, para los 4 pórticos de la estructura objeto de análisis, se muestran en la figura 1.

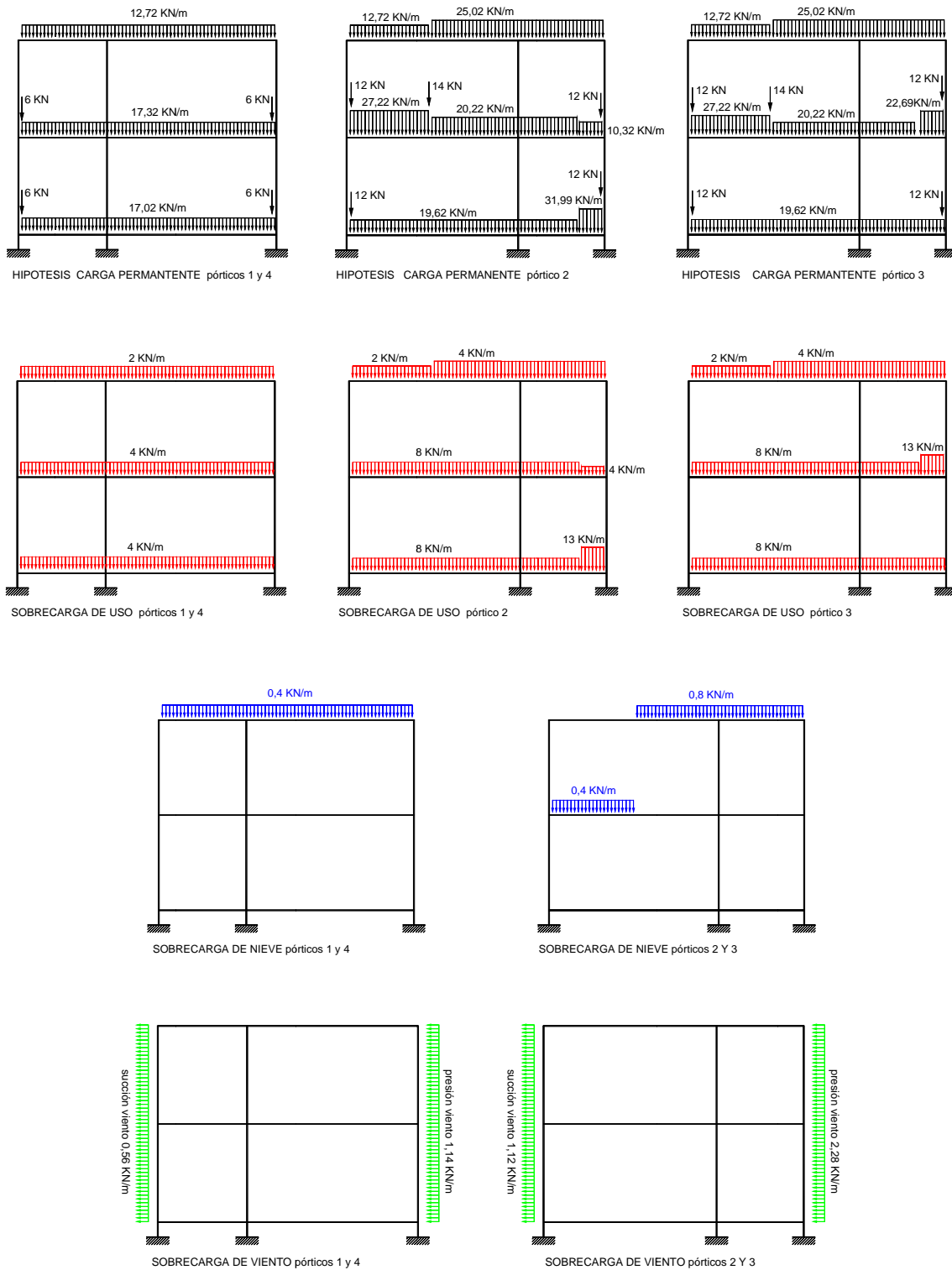


Figura 1. Hipótesis de carga para los pórticos 1, 2 3 y 4

4.2 Combinaciones de Hipótesis de Carga frente a Estados Límite Últimos

El capítulo 4 del DB-SE del CTE establece las combinaciones de hipótesis de carga que hay que considerar para las comprobaciones correspondientes a los Estados Límite de Servicio (ELS).

Corresponden a aquellos estados en que, caso de ser superados, dejan de cumplirse los criterios que aseguran el correcto funcionamiento del edificio durante su utilización normal, afectando al confort de los usuarios, a la apariencia de la obra, y al funcionamiento de equipos e instalaciones.

En este documento solo se determinan las combinaciones características* (efectos de acciones de corta duración que pueden resultar irreversibles), con la expresión de la ecuación 1.

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde G_k es el valor característico de las cargas permanentes y Q_k , el valor característico de las cargas variables (también llamadas sobrecargas), siendo ψ_0 los coeficientes de simultaneidad de las sobrecargas.

Al producto $\psi_0 \cdot Q_k$ se le llama valor de combinación de una sobrecarga.

La expresión da lugar a tantas combinaciones como acciones variables tengamos, considerando para cada una de las combinaciones, que la acción variable fundamental es una de las sobrecargas que actúan sobre la estructura, y añadiendo el resto de las sobrecargas con su valor de combinación.

En el caso que nos ocupa, al haber tres hipótesis de cargas variables (sobrecarga de uso, sobrecarga de nieve y sobrecarga de viento), se obtendrán tres combinaciones de hipótesis de carga para cada pórtico.

*Nota: El capítulo 4 del DB SE del CTE también incluye una expresión para la combinación de ELS frecuente y otra para la casi permanente. Dado que el alumno al que va dirigido este documento es un alumno que se enfrenta por primera vez a una asignatura de cálculo de estructuras en edificación, se ha considerado conveniente no desarrollar dichas expresiones.

4.2.1 Coeficientes de simultaneidad

Los coeficientes de simultaneidad a considerar en cada caso se recogen en la tabla 1, que se corresponde con la tabla 4.2 del DB-SE del CTE.

Su valor depende del origen de la sobrecarga, y en el caso de la sobrecarga de nieve, de la ubicación del edificio.

	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_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 1. Coeficientes de simultaneidad

Para el caso que nos ocupa, los valores a considerar son:

- $\psi_0 = 0,7$ sobrecarga de uso en zonas residenciales.
- $\psi_0 = 0$ sobrecarga de uso en cubiertas accesibles solo para mantenimiento (categoría G).
- $\psi_0 = 0,6$ para sobrecarga de viento.
- $\psi_0 = 0,5$ para sobrecarga de nieve en altitudes inferiores a 1000 m.

4.2.2 Desarrollo de las dos combinaciones de hipótesis de carga para ELS para cada uno de los pórticos.

Sustituyendo los valores de los coeficientes de simultaneidad anteriores, se obtienen las tres combinaciones de hipótesis de cargas que se muestran a continuación.

Combinación 1 ELS: acción variable fundamental: sobrecarga de uso

$$G_k + Q_{s.uso} + 0,6 \cdot Q_{s.viento} + 0,5 \cdot Q_{s.nieve}$$

Considerando los valores característicos de las cargas permanentes G_k , de la sobrecarga de uso, $Q_{s.uso}$, de la sobrecarga de viento, $Q_{s.viento}$ y de la sobrecarga de nieve, $Q_{s.nieve}$, representados en la figura 1, para cada uno de los pórticos, el esquema de carga correspondiente a la combinación 1 para los cuatro pórticos se representa en la figura 2.

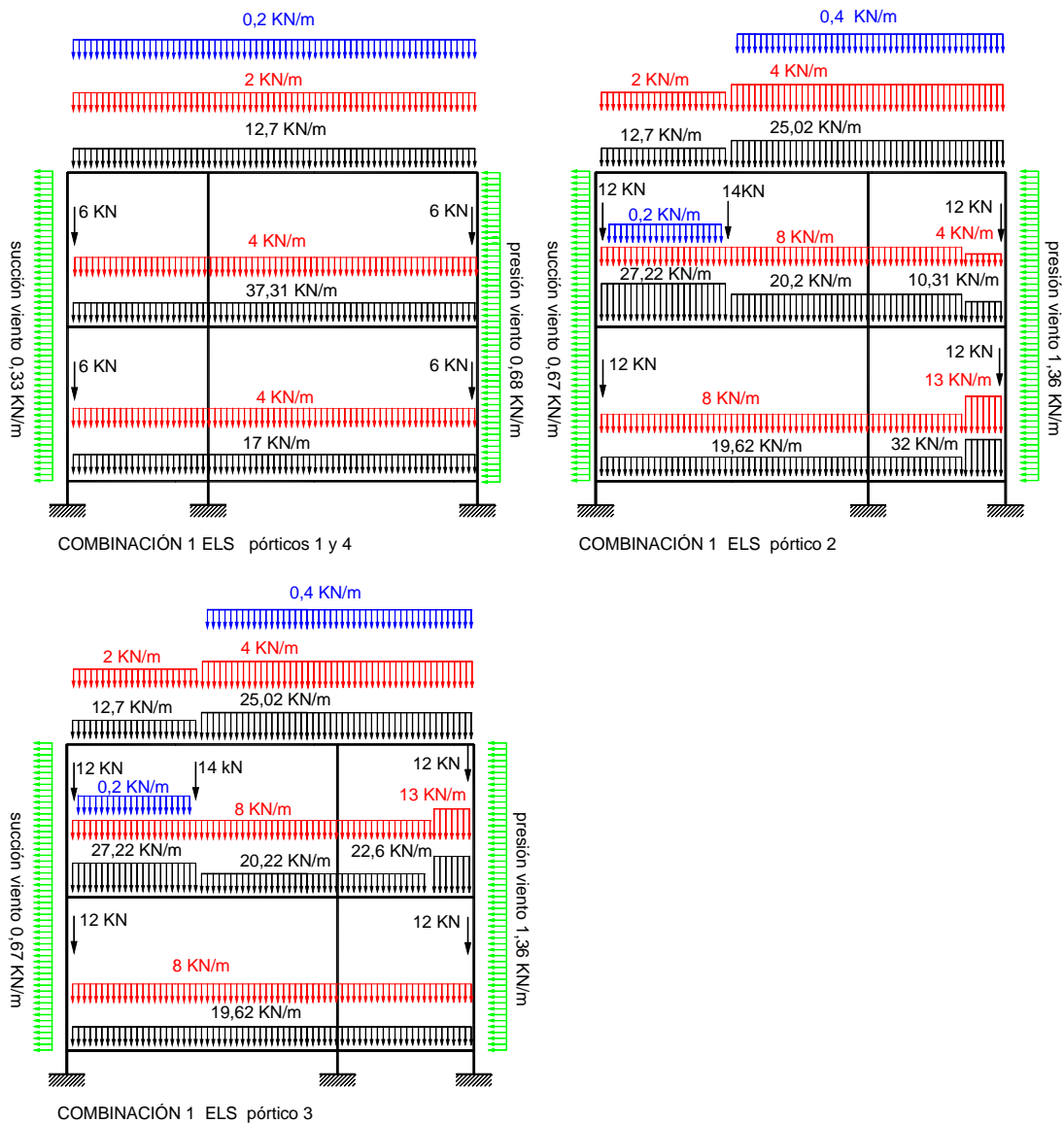


Figura 2. Combinación de Hipótesis 1 ELS: Acción variable fundamental la sobrecarga de uso.

Combinación 2 ELS: acción variable fundamental: sobrecarga de viento

$$G_k + Q_{s.viento} + 0,5 \cdot Q_{s.nieve} + \begin{cases} 0,7 \cdot Q_{s.uso\ residencial} \\ 0 \cdot Q_{s.uso\ mant.cubierta} \end{cases}$$

En esta combinación, la sobrecarga de uso en viviendas se multiplica por 0,7, mientras que en cubierta se multiplica por cero, al ser $\psi_0 = 0$ para cubiertas accesible solo para mantenimiento (ver tabla 2)

Considerando los valores característicos de las cargas permanentes y variables representados en la figura 1, para cada uno de los pórticos, el esquema de carga correspondiente a la combinación 2 se representa en la figura 3.

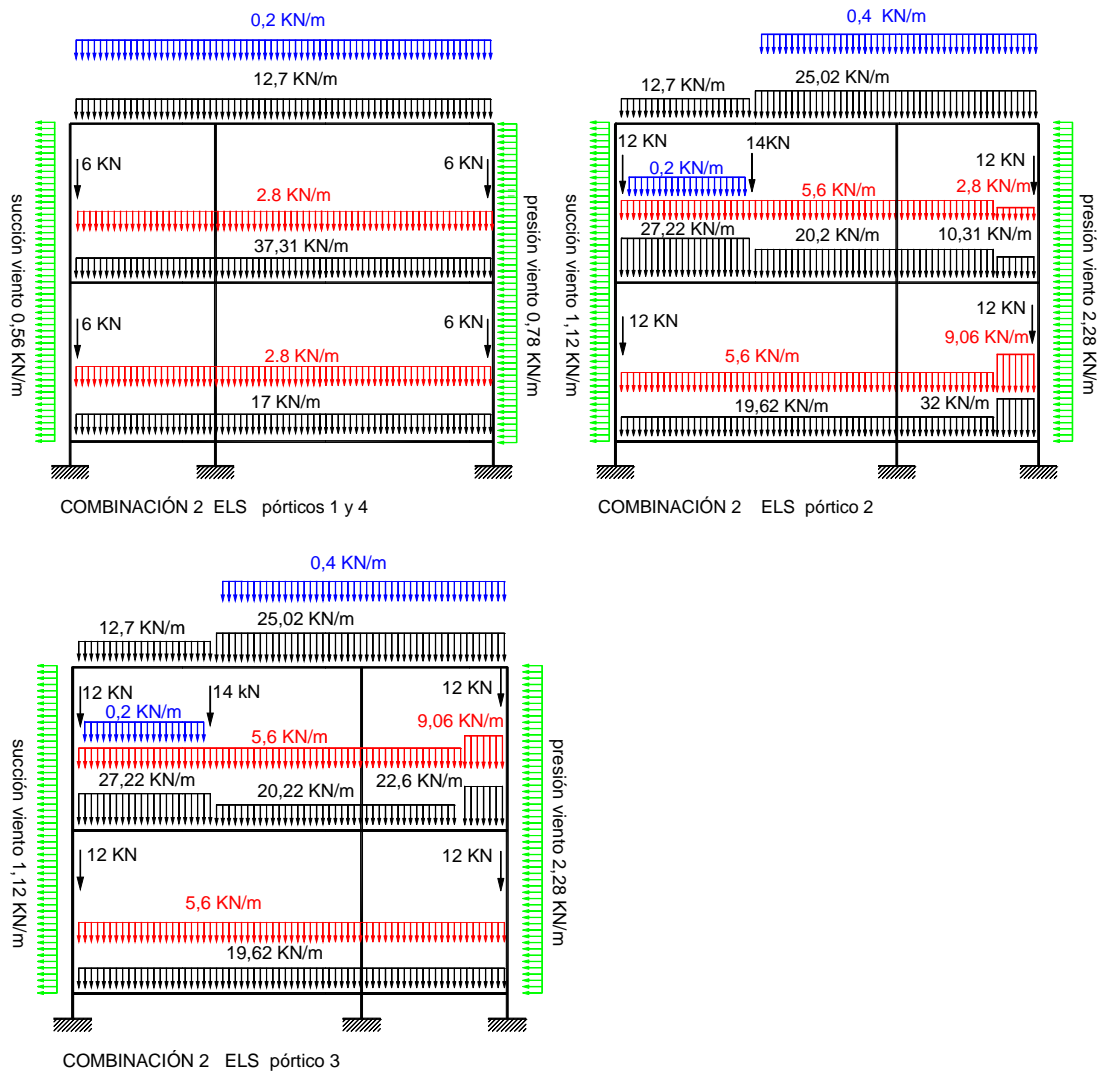


Figura 3. Combinación de Hipótesis 2 ELS: Acción variable fundamental la sobrecarga de viento.

Combinación 3 ELS: acción variable fundamental: carga de nieve (solo en cubierta y en el patio)

$$G_k + Q_{s.nieve} + 0,6 \cdot Q_{s.viento} + \begin{cases} 0,7 \cdot Q_{s.uso\ residencial} \\ 0 \cdot Q_{s.uso\ mant.cubierta} \end{cases}$$

En esta combinación, la sobrecarga de uso en viviendas se multiplica por 0,7, mientras que la sobrecarga de uso de la cubierta se multiplica por cero, al ser $\psi_0 = 0$ en cubiertas accesible solo para mantenimiento (ver tabla 2)

Considerando los valores característicos de las cargas permanentes y variables representados en la figura 1, para cada uno de los pórticos, el esquema de carga correspondiente a la combinación 3 se representa en la figura 4.

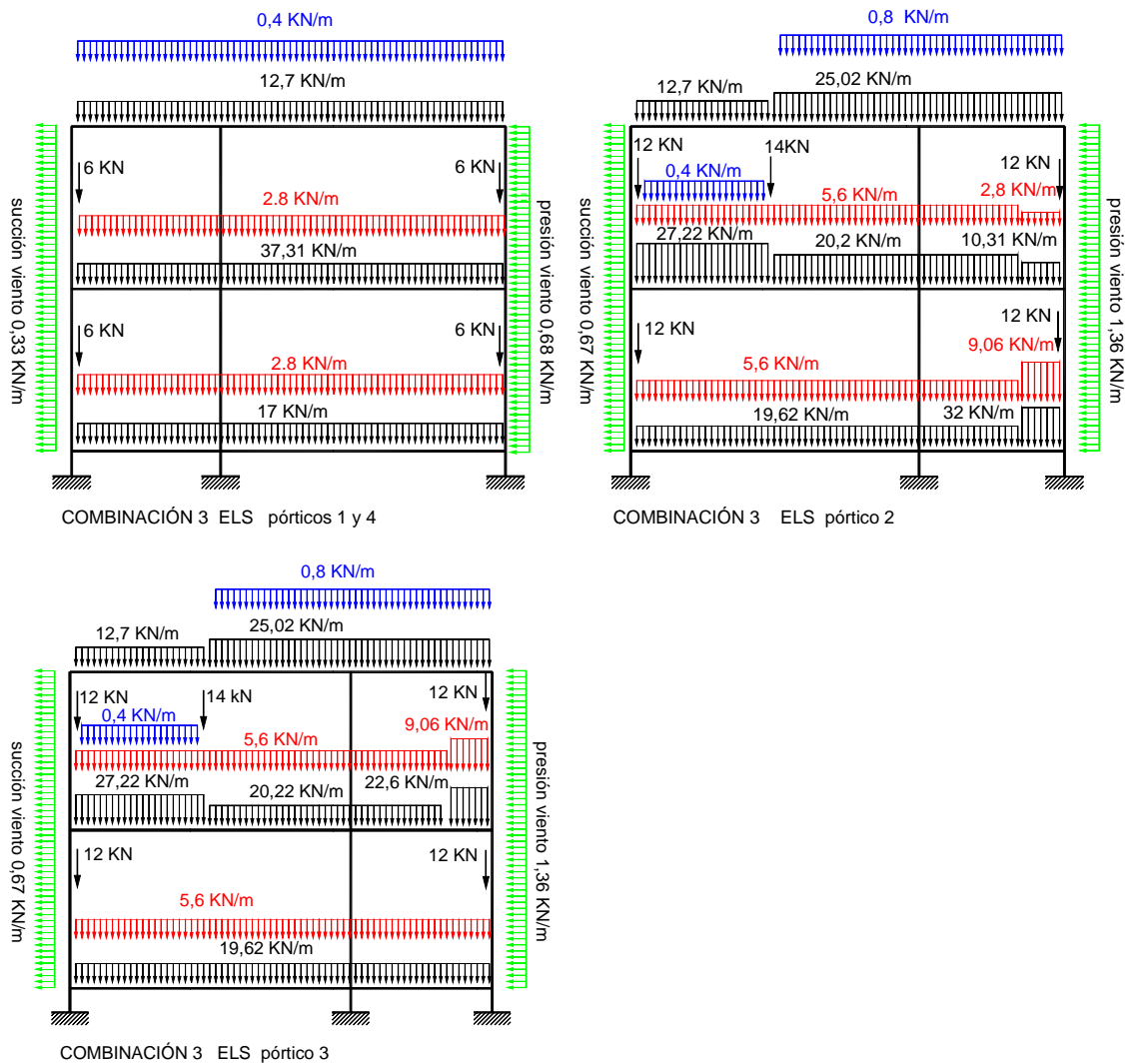


Figura 4. Combinación de Hipótesis 3 ELS: Acción variable fundamental la sobrecarga de nieve

4.3 Análisis de las Combinaciones de Hipótesis de Carga frente a Estados Límite de Servicio para cada pórtico.

Con objeto de evaluar si alguna de las combinaciones desarrolladas queda englobada en las otras, y determinar cuál es la combinación más desfavorable frente a cargas verticales y horizontales, se representan todas las combinaciones de ELS que afectan a los PÓRTICOS 1 y 4 en la figura 5.

En la figura 6a se muestran las combinaciones 1 y 2 frente a ELS a considerar en el análisis del PÓRTICO 2, mientras que la combinación 3 se representa en la figura 6b.

Finalmente, las combinaciones correspondientes a ELS del pórtico 3 se representan en la figura 7.

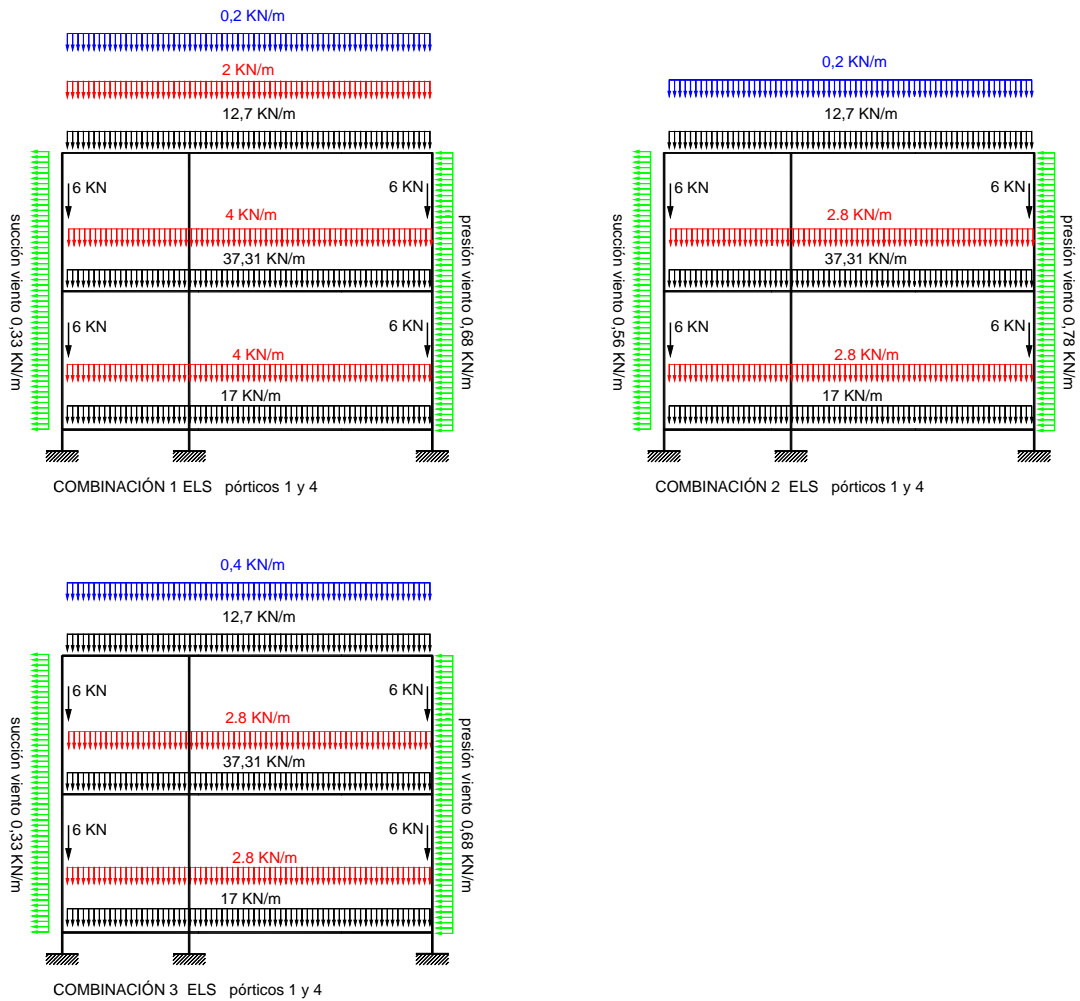


Figura 5. Combinaciones de Hipótesis frente a ELS para los pórticos 1 y 4

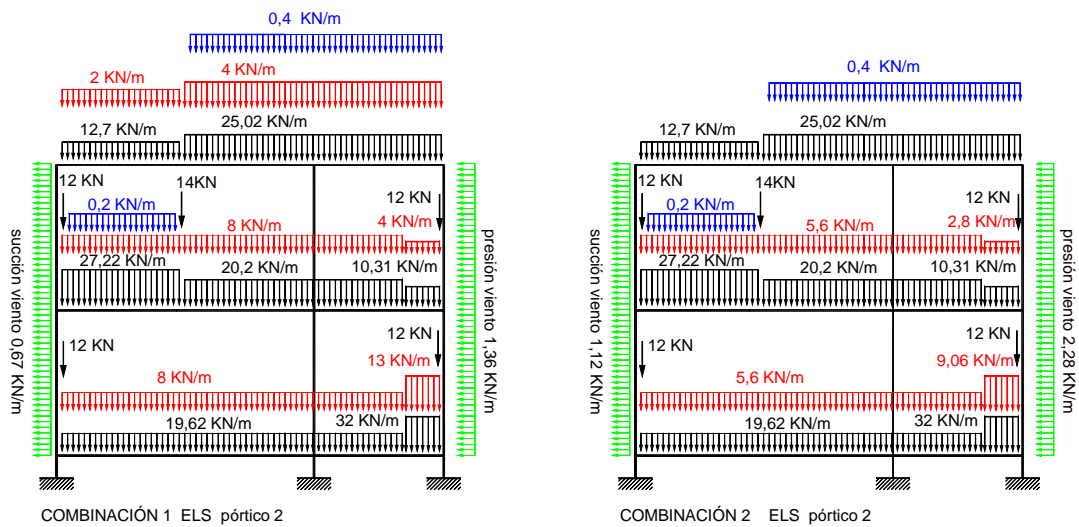


Figura 6a. Combinaciones de Hipótesis 1 y 2 frente ELS para el pórtico 2

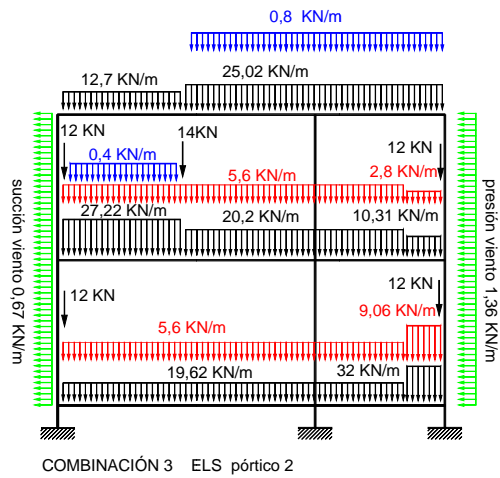


Figura 6b. Combinación 3 de Hipòtesis frente ELS para el pòrtico 2

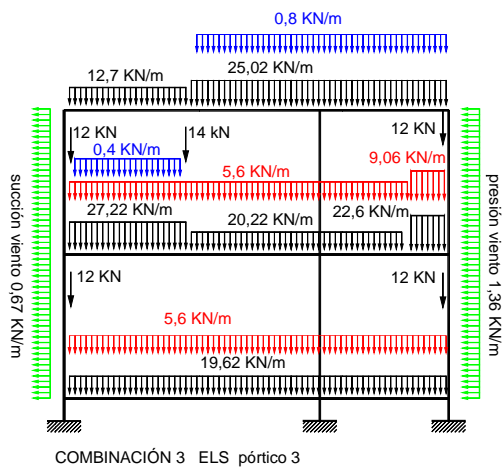
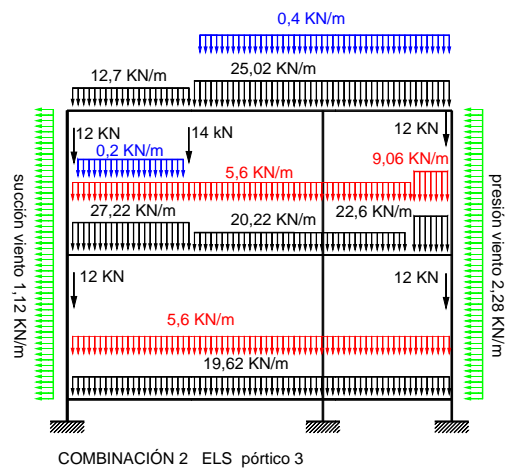
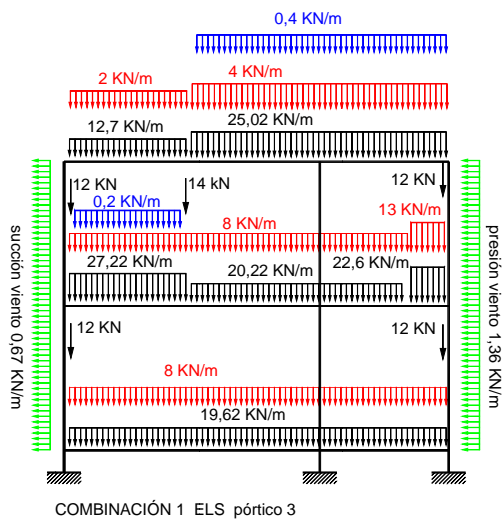


Figura 7. Combinaciones de Hipòtesis frente ELS para el pòrtico 3

Comparando para cada pòrtico las tres combinaciones obtenidas, se observa que la COMBINACIÓN 1 es la más desfavorable para cargas verticales (gravitatorias), mientras que la COMBINACIÓN 2 es la más desfavorable para cargas horizontales (viento), quedando la COMBINACIÓN 3 englobada dentro de la COMBINACIÓN 1.

5 Conclusiones

- A lo largo de este documento se han desarrollado las distintas combinaciones de hipótesis de carga para Estados Limite de Servicio partiendo de las hipótesis de carga permanentes, sobrecarga de uso, sobrecarga de viento y sobrecarga de nieve.
- Se han obtenido los valores de combinación de las distintas sobrecargas.
- Se han comparado las combinaciones obtenidas, determinando si alguna combinación queda incluida dentro de las otras, y por tanto es posible prescindir de ella.
- Se ha determinado en cada caso la combinación más desfavorable frente a cargas verticales y la más desfavorable frente a cargas horizontales.

Finalmente, y con objeto de consolidar los conceptos aprendidos, se pregunta al alumno qué combinación de ELS de las calculadas será la más desfavorable para calcular la flecha vertical de las vigas.

6 Bibliografía

6.1 Normativa:

[1] DB-SE AE "Documento Básico Seguridad Estructural, Acciones en Edificación" del Código Técnico de la Edificación. Ministerio de Fomento. 2006.

<http://www.codigotecnico.org/web/>

6.2 Tablas y figuras

Todos los dibujos incluidos en este documento han sido realizados por los autores del mismo.

7 Solución al ejercicio propuesto

Dado que en el cálculo de la flecha vertical de las vigas se tienen en cuenta solo las cargas verticales, la combinación de ELS a considerar en la comprobación a deformación de las vigas es la combinación 1 en todos los pòrticos.