

CAPITULO 7. DIAFRAGMAS

7.1. APLICACION

El presente Capítulo 7 se aplica a las losas de entrepisos y/o techos solicitadas en su plano por efecto de las acciones sísmicas. Se trata, entonces, de diafragmas rígidos que distribuyen los esfuerzos originados por las excitaciones sísmicas, entre los distintos planos verticales sismorresistentes de la estructura.

7.2. SOLICITACIONES A CONSIDERAR EN EL DIMENSIONAMIENTO

a) Solicitaciones normales

Para el dimensionamiento, se adoptarán directamente los valores últimos de solicitaciones normales (momentos flexores y esfuerzos axiales) que resultan de aplicar las consideraciones del artículo 11.10 de la PARTE I de este Reglamento a los estados de carga indicados en el Capítulo 10 de dicha PARTE I.

b) Esfuerzos de corte

Para el dimensionamiento, se adoptarán los valores de esfuerzos de corte que resultan de amplificar por 1,25 los obtenidos de la aplicación de las consideraciones del artículo 11.10 de la PARTE I de este Reglamento a los estados de carga indicados en el Capítulo 10 de dicha PARTE I.

7.3. DIMENSIONAMIENTO A SOLICITACIONES NORMALES

Se aplicarán, por analogía, los criterios utilizados para vigas de gran altura o tabiques sismorresistentes de hormigón armado, según corresponda.

7.4. DIMENSIONAMIENTO A ESFUERZOS DE CORTE

7.4.1. Tensión de corte nominal última

La tensión de corte nominal última τ_{nu} se determinará según la siguiente expresión:

$$\tau_{nu} = Q_u / (e_l \cdot l_d)$$

siendo:

τ_{nu} la tensión de corte nominal última;

Q_u el esfuerzo de corte último determinado según el artículo 7.2.b);

e_l el espesor de la losa (espesor total si es maciza o espesor de la capa de compresión si es nervurada);

l_d la longitud de losa vinculada con el elemento del plano sismorresistente vertical (viga de pórtico, tabique de hormigón armado, etc.).

7.4.2. Límites de las tensiones de corte

Las tensiones de corte determinadas según el artículo 7.4.1., en ningún caso podrán exceder los siguientes límites:

$$\tau_{nu} \leq 0,60 \sqrt{\sigma'_{bk}}$$
$$\tau_{nu} \leq 0,15 \sqrt{\sigma'_{bk}} + (a_{el} / 170 e_l) \beta_s$$

siendo:

τ_{nu} la tensión de corte nominal última determinada según el artículo 7.4.1.;

σ'_{bk} la resistencia característica de rotura a la compresión del hormigón expresada en MN/m^2 ;

a_{el} la sección de armadura por metro de losa, dispuesta en la dirección del esfuerzo de corte analizado, expresada en cm^2 ;

e_l el espesor de la losa si es maciza o de la capa de compresión si es nervurada, expresado en cm;

β_s el valor de cálculo de la tensión de fluencia del acero.

Si los anteriores valores límite son excedidos, deberá aumentarse el espesor de la losa maciza, o de la capa de compresión si es nervurada.

7.4.3. Dimensionamiento de las armaduras

a) Si resulta $\tau_{nu} \leq 0,15 \sqrt{\sigma'_{bk}}$ no es necesario determinar la armadura, debiéndose disponer la armadura mínima que se indica en el artículo 7.5.

b) Si resulta

$$0,15 \sqrt{\sigma'_{bk}} < \tau_{nu} \leq 0,60 \sqrt{\sigma'_{bk}} \text{ ó } 0,15 \sqrt{\sigma'_{bk}} \leq \tau_{nu} \leq 0,15 \sqrt{\sigma'_{bk}} + a_{el} \cdot \beta_s / (170 \cdot e_l)$$

se dispondrá una armadura en forma de malla ortogonal, cuya sección de armadura por metro, en cada dirección, se determinará según la siguiente expresión:

$$a_e = Q_u / (l_d \cdot \beta_s)$$

siendo:

a_e la sección de armadura según cada dirección, expresada en cm^2/m ;

Q_u el esfuerzo de corte último determinado según el artículo 7.2.b);

l_d la longitud de losa vinculada con el elemento del plano sismorresistente vertical;

β_s la tensión nominal de fluencia;

τ_{nu} la tensión de corte nominal última determinada según el artículo 7.4.1.;

σ'_{bk} la resistencia característica de rotura a la compresión del hormigón expresada en MN/m^2 ;

a_{el} la sección de armadura por metro de losa, dispuesta en la dirección del esfuerzo de corte analizado, expresada en cm^2 ;

e_l el espesor de la losa si es maciza o de la capa de compresión si es nervurada, expresado en cm.

7.5. ARMADURAS MINIMAS Y ESPESORES MINIMOS

7.5.1. Losas macizas

a) Losas macizas armadas en una dirección

Se controlará que la sección de armadura de repartición sea por lo menos igual al 0,13% de la sección total de hormigón por metro.

Se controlará además, que la sección de armadura principal sea por lo menos igual al 0,25% de la sección total de hormigón por metro.

b) Losas cruzadas

Se controlará que la sección de armadura en la dirección principal sea por lo menos igual al 0,23% de la sección total de hormigón por metro.

La sección de la armadura en la otra dirección, será por lo menos igual al 0,20% de la sección total de hormigón por metro.

En todos los casos de losas macizas, la separación entre armaduras no podrá superar el valor $25 Z$ (cm), siendo Z el factor de la zona sísmica según el artículo 1.3.

Los porcentajes indicados corresponden a los aceros con límite de fluencia $\beta_s = 420 \text{ MN/m}^2$. Si se trata de aceros con límite de fluencia menor, los porcentajes anteriores se aumentarán proporcionalmente a la correspondiente relación entre las tensiones de fluencia.

7.5.2. Losas nervuradas

a) El espesor mínimo de la capa de compresión se determinará de acuerdo con las prescripciones del artículo 21.2.2.1. del Reglamento CIRSOC 201, pero se verificará su resistencia al corte según lo indicado en el artículo 7.4.

b) La armadura mínima en la capa de compresión estará constituida por una malla formada por barras de 4 mm de diámetro con separación de 20 cm, o sección equivalente. En ningún caso la separación podrá ser mayor que 25 cm.

Si la distancia entre ejes de nervios supera los 70 cm, se deberán realizar adecuadas comprobaciones de la rigidez y resistencia de la losa nervurada ante solicitaciones contenidas en su plano.

Las armaduras indicadas precedentemente corresponden a los aceros con límite de fluencia $\beta_s = 420 \text{ MN/m}^2$. Si se emplean aceros con límites de fluencia menor, dichas armaduras se incrementarán proporcionalmente a la correspondiente relación entre las tensiones de fluencia.

CAPITULO 8. CONSTRUCCIONES SISMORRESISTENTES DE HORMIGON PRETENSADO

8.1. APLICACION

El presente Capítulo se aplicará a los elementos estructurales de sistemas aporticados total o parcialmente pretensados que forman parte del dispositivo primario de disipación de energía bajo excitaciones sísmicas.

Se aplicarán todas las disposiciones del Capítulo 5, referentes a los componentes de sistemas de pórticos de hormigón armado, excepto en lo que resulten modificadas por el presente Capítulo 8.

8.2. DUCTILIDAD GLOBAL DE LA ESTRUCTURA

Para establecer el factor de reducción R indicado en el Capítulo 8 de la PARTE I de este Reglamento, se adoptarán los siguientes valores de ductilidad global de la estructura aporticada:

- Hormigón Pretensado Total: $\mu = 2,5$

- Hormigón Pretensado Parcial: $\mu = 3,0$

Para la determinación de las fuerzas sísmicas, se emplearán los espectros correspondientes a un amortiguamiento del 5% del crítico.

8.3. CONTROL PARA TERREMOTOS DE FRECUENTE OCURRENCIA

Bajo los efectos de terremotos de frecuente ocurrencia se controlará que la deformación de los elementos tensores, no supere a la correspondiente al instante del tensado o al límite de proporcionalidad del acero del pretensado.

8.4. ADHERENCIA MEDIANTE INYECCION

Los elementos tensores de los miembros del sistema estructural aporticado deberán ser inyectados cuando forman parte del dispositivo primario de disipación de energía bajo acciones sísmicas. Podrán exceptuarse los siguientes casos:

- Vigas de Hormigón Pretensado Parcial en que las armaduras convencionales proveen por lo menos el 80 % de la resistencia

flexional y los elementos tensores pasan por el tercio central de la altura de la viga en la zona de borde de la columna.

- Entrepisos de Hormigón Pretensado que no contribuyen a la resistencia flexional de los pórticos.

8.5. UBICACION DE LOS ANCLAJES

Los anclajes para los sistemas de "postensado" que forman parte del dispositivo sismorresistente primario, se ubicarán fuera de la zona de nudos vigas-columna y lo más alejados posible de las zonas de potencial formación de rótulas plásticas.

8.6. ELEMENTOS ESTRUCTURALES PREDOMINANTEMENTE FLEXIONADOS (VIGAS)

Sobre el conjunto estructural se adoptarán las disposiciones necesarias para asegurar que, frente a terremotos severos, las rótulas plásticas se formen en lugares convenientes (en vigas) para la capacidad de disipación de energía de la estructura.

En las regiones de potencial formación de rótulas plásticas en vigas, deberán tenerse en cuenta las siguientes prescripciones:

a) Se regulará la sección total de armadura (pretensada y convencional) de manera que la profundidad de la fibra neutra no exceda del 25 % de la altura total de la sección. Para la determinación de la profundidad de fibra neutra considerando simultáneamente acciones gravitatorias y sísmicas, se aplicarán los lineamientos del Reglamento CIRSOC 201.

Excepcionalmente, la profundidad de la fibra neutra podrá llevarse al 35 % de la altura total de la sección, si se adoptan armaduras de confinamiento similares a las correspondientes a zonas críticas de columnas de Hormigón Armado Sismorresistente.

b) El momento de rotura de la sección deberá ser por lo menos un 25 % mayor que el momento de fisuración. Se tendrán en cuenta las posibles reducciones del esfuerzo de pretensado, siendo recomendable adoptar, como mínimo, una disminución del 10 % sobre el valor calculado del esfuerzo de pretensado.

c) En las zonas de posible inversión de momentos, se recomienda la disposición de elementos tensores en ambos bordes de la sección. En la eventualidad de colocar un solo elemento tensor a mitad de altura, en los bordes de la sección se dispondrán armaduras convencionales del tipo de acero conformado superficialmente.

d) Se dispondrán armaduras transversales de confinamiento en las zonas de potencial formación de rótulas plásticas, aplicando las prescripciones del artículo 5.6.1.

e) El dimensionamiento a esfuerzos de corte se realizará de manera que se evite la rotura por corte antes que por flexión. Por extensión se aplicarán las prescripciones del artículo 5.5.

8.7. ELEMENTOS ESTRUCTURALES SOMETIDOS A COMPRESION Y FLEXION (COLUMNAS)

Se aplicarán los requerimientos indicados en el Capítulo 5. Para las zonas críticas de columnas, las armaduras de confinamiento se establecerán de acuerdo con el artículo 5.6.2. correspondiente a columnas de sistemas de pórticos de Hormigón Armado Sismorresistente.

8.8. VAINAS

Se utilizarán vainas "corrugadas" o con equivalentes características de adherencia.

8.9. NUDOS VIGAS - COLUMNA

Los nudos vigas-columna se diseñarán de acuerdo con el artículo 5.7.