

ANEXO III

Descrición do cartel que deberá exhibirse no punto de venda

O cartel responderá, como mínimo, ós requisitos seguintes:

1. Ter un tamaño mínimo de 70 × 50 cm.
2. A información deberá ser de fácil lectura.
3. Os modelos de turismos deberán agruparse e incluírse en listas á parte segundo o tipo de combustible (por exemplo, gasolina ou gasóleo). Dentro de cada tipo de combustible, os modelos deberán figurar por orde crecente de emisións de CO₂, de forma que o modelo que oficialmente consuma menos combustible apareza no primeiro lugar da lista.

4. Para cada modelo de turismo da lista deberá precisarse a marca, o consumo oficial de combustible e as emisións específicas oficiais de CO₂. O consumo oficial de combustible deberá expresarse en litros por cada 100 quilómetros (l/100 km), debendo redondearse a cifra correspondente a un decimal. As emisións específicas oficiais de CO₂ deberán expresarse redondeándolas con precisión dunha unidade en gramos por quilómetro (g/km).

A lista deberá obedecer ó seguinte formato:

Tipo de combustible	Clasificación	Modelo	Emisións de CO ₂	Consumo de combustible
Gasolina.	1			
	2			
	—			
Gasóleo.	1			
	2			
	—			

5. Incluí-lo seguinte texto en relación coa dispoñibilidade da guía de consumo de combustible e emisións de CO₂: «En tódolos puntos de venda pode obterse gratuitamente unha guía sobre o consumo de combustible e as emisións de CO₂, na que figuran os datos de tódolos modelos de automóbiles de turismo novos.»

6. Incluí-lo texto seguinte: «O consumo de combustible e as emisións de CO₂ non só dependen do rendemento do vehículo, inflúen tamén o comportamento ó volante e outros factores non técnicos. O CO₂ é o principal gas de efecto invernadoiro responsable do quentamento do planeta.»

7. Actualizarse totalmente polo menos cada seis meses. No intervalo entre dúas actualizacións, os vehículos novos engadiranse ó final da lista.

ANEXO IV

Subministración de datos de consumo de combustible e de emisións de CO₂ nos impresos de promoción

Os impresos de promoción deberán incluí-los datos do consumo oficial de combustible e das emisións específicas oficiais de CO₂ dos vehículos a que se refiran. Esta información deberá, como mínimo, responder ós seguintes requisitos:

1. Ser de fácil lectura e polo menos tan visible como a información principal que se recolle nos impresos de promoción.

2. Ser facilmente comprensible, mesmo tras unha lectura superficial.

3. Deberán subministrarse os datos relativos ó consumo oficial de combustible de tódolos modelos do vehículo ós que se refiran os impresos de promoción. Se se especificase máis dun modelo, poderán incluírse os datos do consumo oficial de combustible de tódolos modelos especificados ou o intervalo entre o valor de consumo de combustible máis elevado e o menos elevado. O consumo de combustible expresarase en litros por cada 100 quilómetros (l/100 km). Tódolos datos numéricos deberán expresarse con precisión dun decimal.

Se os impresos de promoción mencionan unicamente a marca e non fan referencia a ningún modelo concreto, non será preciso subministrar datos sobre o consumo de combustible.

MINISTERIO DE FOMENTO

15887 REAL DECRETO 642/2002, do 5 de xullo, polo que se aproba a «Instrucción para o proxecto e a execución de forxados unidireccionais de formigón estrutural realizados con elementos prefabricados (EFHE)». («BOE» 187, do 6-8-2002.)

A «Instrucción para o proxecto e a execución de forxados unidireccionais de formigón armado ou pretensado (EF-96)» foi aprobada polo Real decreto 2608/1996, do 20 de decembro.

A Comisión Permanente do Formigón, de carácter interministerial, creada polo Decreto 2987/1968, do 20 de setembro, e reestructurada polo Real decreto 1177/1992, do 2 de outubro, considerou necesario proceder á revisión da citada Instrucción, e isto cunha dobre finalidade; por unha banda, para adecuala ó prescrito na Instrucción de Formigón Estructural, aprobada polo Real decreto 2661/1998, do 11 de decembro e, pola outra, para actualizala en relación coas novas tecnoloxías constructivas e coa experiencia adquirida no período de vixencia da EF-96.

Na súa virtude, por iniciativa da Comisión Permanente do Formigón, cumpridos os trámites establecidos na Lei 50/1997, do Goberno, e no Real decreto 1337/1999, do 31 de xullo, polo que se regula a remisión de información en materia de normas e regulamentacións técnicas e regulamentos relativos ós servizos da sociedade da información, e a Directiva 98/34/CE, do Parlamento

Europeo e do Consello, do 22 de xuño, modificada pola Directiva 98/48/CE, do Parlamento Europeo e do Consello, do 20 de xullo, por proposta do ministro de Fomento e logo de deliberación do Consello de Ministros na súa reunión do día 5 de xullo de 2002,

DISPONGO:

Artigo 1. *Aprobación da «Instrucción para o proxecto e a execución de forxados unidireccionais de formigón estrutural realizados con elementos prefabricados (EFHE)».*

Apróbase a «Instrucción para o proxecto e a execución de forxados unidireccionais de formigón estrutural realizados con elementos prefabricados (EFHE)», que figura como anexo a este real decreto.

Artigo 2. *Ámbito de aplicación.*

O ámbito de aplicación da referida instrucción comprende, con carácter obrigatorio, tódalas obras, públicas ou privadas, nas que se executen tipos de forxados incluídos no anexo a este real decreto.

Disposición adicional única. *Prevención de riscos laborais.*

No relativo ós aspectos de prevención de riscos laborais que deban terse en conta no proxecto e na execución de forxados unidireccionais de formigón estrutural realizados con elementos prefabricados, aplicarase o disposto na normativa específica sobre a materia e, en particular, o establecido no Real decreto 1627/1997, do 24 de outubro, polo que se establecen disposicións mínimas de seguridade e saúde nas obras de construción.

Disposición transitoria única. *Aplicación a proxectos e obras.*

Os proxectos para os que, no ámbito das administracións públicas, se iniciase a tramitación para a súa redacción ou contratación e os visados polos colexios profesionais antes da data de entrada en vigor deste real decreto, poderán rexerse pola instrucción sobre forxados vixente no momento do inicio da referida tramitación ou de visado, sempre que as obras se inicien antes dun ano desde a citada entrada en vigor. Se as obras non se inician no citado prazo, os proxectos deberán ser modificados de acordo cos preceptos da instrucción que se aproba por este real decreto.

Disposición derogatoria única. *Cláusula derogatoria.*

Na entrada en vigor deste real decreto, queda derogado o Real decreto 2608/1996, do 20 de decembro, polo que se aproba a «Instrucción para o proxecto e a execución de forxados unidireccionais de formigón armado ou pretensado (EF-96)».

Disposición derradeira primeira. *Facultade de desenvolvemento.*

Facúltase o ministro de Fomento para dictar as disposicións necesarias para o desenvolvemento e a aplicación do disposto neste real decreto.

Disposición derradeira segunda. *Entrada en vigor.*

Este real decreto entrará en vigor ós seis meses da súa publicación no Boletín Oficial del Estado.

Dado en Madrid o 5 de xullo de 2002.

JUAN CARLOS R.

O ministro de Fomento,
FRANCISCO ÁLVAREZ-CASCOS FERNÁNDEZ

ANEXO

CAPÍTULO I

Introducción

Artigo 1º. *Campo de aplicación e consideracións previas.*

Esta instrucción é aplicable ós forxados unidireccionais, constituídos por elementos superficiais planos con nervios sometidos a flexión esencialmente nunha dirección, que cumpran as condicións seguintes:

En forxados de viguetas:

- a) O canto total non excede de 50 cm;
- b) A luz de cada tramo non excede de 10 m;
- c) A separación entre eixes de nervios non excede de 100 cm.

En forxados de lousas alveolares pretensadas:

- a) O canto da lousa prefabricada non excede de 50 cm;
- b) A luz de cada treito non excede de 20 m;
- c) O largo dos elementos resistentes non supera os 140 cm para lousas sen armadura de reparto, nin 250 cm para aquelas que dispoñan desta armadura.

Esta instrucción comprende os forxados realizados con elementos constituídos por viguetas armadas ou pretensadas, lousas alveolares pretensadas, prefabricados en instalación industrial fixa exterior á obra, que soportan cargas habituais no campo da edificación. Cando existan cargas estáticas uniformes e puntuais e cargas dinámicas que excedan das indicadas na normativa vixente sobre accións na edificación será necesario un estudio complementario no que se verifique o cumprimento dos requisitos establecidos na Instrucción de Formigón Estructural EHE, no sucesivo Instrucción EHE.

Os forxados constituídos por elementos (viguetas ou lousas) executados en obra, así como os forxados constituídos por outros elementos prefabricados diferentes dos anteriores non están incluídos nesta instrucción, debendo por tanto proxectarse e construírse de acordo coa Instrucción EHE.

Esta instrucción supón que o proxecto, construción e control dos forxados que constitúen o seu campo de aplicación serán levados a cabo por técnicos e operarios cos coñecementos necesarios e a experiencia suficiente. Ademais, as ditas estruturas estarán destinadas ó uso para o que foron construídas e serán adecuadamente conservadas.

O autor do proxecto e a dirección facultativa están obrigados a coñecer e ter en conta as prescricións da presente instrucción, pero, en uso das súas atribucións, poden, baixo a súa persoal responsabilidade e logo de xustificación de que non se reducen os niveis de prestacións, empregar sistemas de cálculo, disposicións constructivas, etc, diferentes.

No ámbito desta instrucción só poderán utilizarse produtos de construción legalmente comercializados en países que sexan membros da Unión Europea ou ben que sexan parte no Acordo sobre o Espacio Económico Europeo, e estarán suxeitos ó previsto no Real decreto 1630/1992, do 29 de decembro (modificado polo Real decreto 1328/1995, do 28 de xullo), polo que se dictan disposicións para a libre circulación de produtos de construción, en aplicación da Directiva 89/106/CEE e, en particular, no referente ós procedementos especiais de recoñecemento, os produtos estarán suxeitos ó disposto no artigo 9 do citado real decreto.

Esta instrucción esixe que os produtos de construción e elementos prefabricados incluídos no seu ámbito satisfagan un conxunto de especificacións técnicas que se establecen, en xeral, por referencia a instruccións, regulamentos, normas UNE-EN ou UNE, etc. A finalidade de tal esixencia é a de garantir a idoneidade dos produtos para o uso ó que se destinan.

Os ditos produtos e elementos prefabricados subministraranse ás obras acompañados, polo menos, da documentación que se establece nesta instrucción, e que deberá ser modificada a medida que sexa operativa a obrigatoriedade do mercado CE para os produtos e elementos mencionados.

Artigo 2º. *Definicións.*

2.1 Elementos constitutivos dun forxado.

-Vigueta. Elemento lonxitudinal resistente, prefabricado en instalación fixa exterior á obra, deseñado para soportar cargas producidas en forxados de pisos ou cubertas. Poden ser armadas ou pretensadas.

- Vigüeta autorresistente: vigüeta capaz de resistir por si soa, nun forxado, sen sopandas intermedias e sen a colaboración do formigón vertido en obra, a totalidade dos esforzos a que haberá de ser sometido o forxado.
- Lousa alveolar pretensada: elemento superficial plano de formigón pretensado, prefabricado en instalación fixa exterior á obra, alixeirado mediante alvéolos lonxitudinais e deseñado para soportar cargas producidas en forxados. As súas xuntas laterais están especialmente deseñadas para que, unha vez enchidas de formigón, poidan transmitir esforzos cortantes ás lousas adxacentes.
- Peza de entrevigado: elemento prefabricado de cerámica, formigón, poliestireno expandido ou outros materiais idóneos, con función alixeirante ou colaborante, destinado a formar parte, xunto coas vigüetas, a lousa superior formigonada en obra e as armaduras de obras, do conxunto resistente dun forxado.
- Lousa superior de formigón: elemento formado por formigón vertido en obra e armaduras, destinado a repartir as distintas cargas aplicadas sobre o forxado e outras funcións adicionais que lle son requiridas (acción diafragma, arriostramento e atado, resistencia mediante a formación de sección composta, etc.).

2.2 Forxado de vigüetas

Sistema constructivo constituído por:

- a) vigüetas prefabricadas de formigón ou formigón e cerámica, armadas ou pretensadas
- b) pezas de entrevigado cunha función que pode ser de alixeiramento ou tamén colaborante na resistencia.
- c) armaduras de obra, lonxitudinais, transversais e de reparto, colocadas previamente ó formigonado e
- d) formigón vertido en obra para recheo de nervios e formación da lousa superior do forxado.

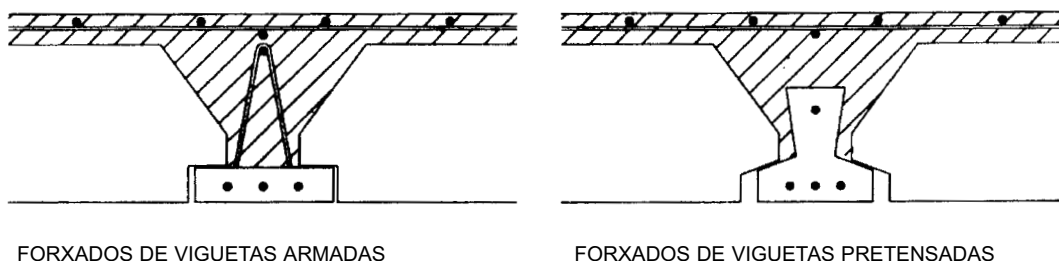


Figura 2.2 Tipos usuais de forxados de vigüetas

2.3. Forxado de lousas alveolares pretensadas

Sistema constructivo constituído por:

- a) lousas alveolares prefabricadas de formigón pretensado.
- b) armadura colocada en obra, se é o caso, e
- c) formigón vertido en obra para recheo de xuntas laterais entre lousas e formación da lousa superior. Excepto cando existan accións laterais importantes, pódese prescindir da lousa superior formigonada en obra sempre que se xustifique adecuadamente o cumprimento dos estados límite últimos e de servizo.

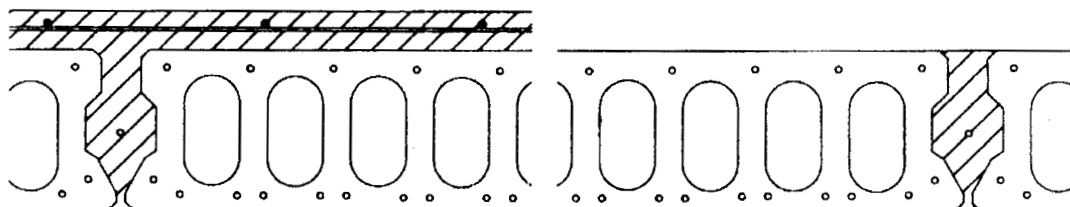


Figura 2.3 Tipos usuais de forxados de lousas alveolares pretensadas

Artigo 3º. Documentos de proxecto e execución

Os distintos documentos que no seu conxunto constituían un anteproxecto, estudo ou proxecto de execución de calquera clase deberán estar definidos de tal forma que outro facultativo distinto do autor daqueles os poida interpretar e poida dirixi-la obra de acordo con estes.

3.1. Documentación do forxado para a súa execución

Con independencia do contido do proxecto de execución, antes da execución da obra deberá dispoñerse, polo menos, a información seguinte:

Na memoria:

- a) as accións consideradas no cálculo especificando, polo menos, as sobrecargas previstas do forxado e a carga total.
- b) os coeficientes parciais de seguridade adoptados e os niveis de control establecidos.
- c) as características do formigón vertido en obra e das armaduras de aceiro.
- d) as solicitacións máis desfavorables en cada tipo de nervio do forxado
- e) a indicación expresa, se é o caso, daqueles elementos compoñentes dun sistema de forxado que estean en posesión dun distintivo oficialmente recoñecido e
- f) se é o caso, a necesidade de esixencia dos certificados de garantía da capacidade a cortante ou a rasante dun forxado, asinados por persoa física, e ós que se fai referencia en 14.2.1 e 14.2.3, respectivamente. No caso de elementos resistentes prefabricados en posesión dun distintivo oficialmente recoñecido, os certificados de garantía ós que fai referencia este punto poderán substituírse por acreditación escrita en vigor de estar en posesión do citado distintivo.

Nos planos:

- g) os planos de execución do forxado asinados ou, se é o caso, conformados pola dirección facultativa. Se os planos do forxado son realizados polo proxectista ou pola dirección facultativa, como proxectista, levarán a sinatura correspondente. Se o autor do proxecto non fose ningún dos anteriores (consultor, prefabricador, etc.) os planos levarán a sinatura da persoa física que os realízase e o conforme da dirección facultativa.
- h) o canto total do forxado e o espesor da lousa superior formigonada en obra
- i) as dimensións e situación dos ocos para o paso de instalacións se teñen transcendencia estrutural, indicando a forma de resolvelos.
- j) o tipo de elemento que debe colocarse en cada zona, indicando, se procede, o espesor da lousa superior formigonada en obra. No caso de forxados de viguetas indicárase, ademais, as separacións entre elementos, a forma, as dimensións e o material das pezas de entrevigado.
- k) a lonxitude, a posición e os diámetros das armaduras que deben colocarse en obra.
- l) os apuntalados necesarios en cada coxía e, se é o caso, a separación máxima entre sopandas e
- m) os detalles dos enlaces do forxado coa estrutura principal e das zonas macizadas.

3.2 Documentación final de obra

A documentación final da obra incluírá un punto referente ó forxado coa información seguinte:

- a) Copia das fichas de características técnicas do forxado utilizado, nos que figure o selado da autorización de uso concedida.
- b) Planos actualizados dos forxados realmente executados, nos que se reflectan as modificacións introducidas durante a execución, se as houber.
- c) Se as pezas de entrevigado son cerámicas, resultados do ensaio de dilatación potencial emitido como máximo seis meses antes da data de emprego, nun laboratorio acreditado.
- d) Se as pezas de entrevigado son de poliestireno, certificado do seu comportamento de reacción ó lume
- e) Certificado acreditativo de estar en posesión dun distintivo oficialmente recoñecido ou, no seu defecto, xustificación documental asinada por persoa física do control interno de fabricación dos elementos resistentes do forxado, viguetas e/ou lousas, achegadas polo fabricante e que conterà, como mínimo:
 - 1) Resultados do control interno do formigón do último mes.
 - 2) Resultados do control interno do produto acabado (flexión e cortante) dos últimos seis meses.
- f) Resultados do control de recepción
- g) Resultados do control de execución do forxado realizado e
- h) Certificado, emitido polo fabricante e asinado por persoa física, dos elementos constituíntes do forxado, indicando se é o caso a conformidade do subministrado coa autorización de uso.

Artigo 4º. *Esixencias administrativas*

O fabricante de elementos prefabricados con función resistente para forxados debe posuí-la autorización de uso para os seus sistemas, concedida pola autoridade competente, de acordo coas disposicións específicas sobre a materia, sobre unha ficha de características técnicas, que contén datos relevantes para o cálculo, a execución e o control do forxado.

CAPÍTULO II

Bases de cálculo e análise estrutural

Artigo 5º. *Requisitos esenciais e bases de cálculo*

Un forxado debe ser proxectado e construído para que, cunha seguridade aceptable, sexa capaz de soportar tanto as accións que o poidan solicitar durante a súa construción e a súa vida de servizo, como a agresividade do ambiente.

Todo forxado debe cumpri-lo requisito de resistencia mecánica e estabilidade. Ademais, debe cumpri-los requisitos de seguridade en caso de incendio, hixiene, saúde e ambiente, seguridade de uso, protección fronte ó ruído e illamento térmico que lle sexan aplicables, se é o caso.

5.1 Criterios de seguridade e situacións de proxecto.

A seguridade dunha estrutura fronte a un risco pode ser expresada en termos de probabilidade global de fallo, que está ligada a un determinado índice de fiabilidade.

Nesta instrucción asegúrase a fiabilidade requirida adoptando o método dos estados límite. Este método permite ter en conta de maneira sinxela o carácter aleatorio das variables de solicitação, de resistencia e dimensionais que interveñen no cálculo. O valor de cálculo dunha variable obtense a partir do seu principal valor representativo, ponderándoo mediante o seu correspondente coeficiente parcial de seguridade.

Os coeficientes parciais de seguridade non teñen en conta a influencia de posibles erros humanos groseiros. Para prever estes fallos deben utilizarse mecanismos adecuados de xestión da calidade que abarquen as actividades relacionadas co proxecto, a execución, o uso e a conservación da estrutura.

As situacións de proxecto que deben considerarse son as que se indican a continuación:

- a) situacións permanentes, que corresponden ás condicións de uso normal do forxado
- b) situacións transitorias, como son as que se producen durante a construción ou reparación do forxado, e
- c) situación accidentais, que corresponden a condicións excepcionais aplicables ó forxado.

5.2. O método dos estados límite

Para o cálculo dun forxado empregárase o método dos estados límite. Para os efectos desta instrucción, os estados límite defínense, clasifícanse e compróbanse conforme o establecido no punto 8.1 da Instrucción EHE.

5.3. Bases de cálculo orientadas á durabilidade dos forxados.

Antes de comeza-lo proxecto, deberá identificarse o tipo de ambiente que defina a agresividade á que vai estar sometido cada un dos elementos que constitúen o forxado, de acordo co establecido no punto 8.2 da Instrucción EHE. Analizáranse independentemente as clases de exposición correspondentes ós elementos prefabricados e, se é o caso, á lousa superior de formigón vertido en obra.

O tipo de ambiente vén definido pola combinación de:

- a) unha clase xeral de exposición fronte á corrosión de armaduras, de acordo con 5.3.1., e
- b) as clases específicas de exposición, se é o caso, de acordo con 5.3.2

5.3.1. Clases xerais de exposición ambiental en relación coa corrosión das armaduras.

Todo elemento dun forxado estará sometido a unha única clase xeral de exposición, de acordo cos criterios establecidos no punto 8.2.2. da Instrucción EHE.

5.3.2. Clases específicas de exposición en relación con outros procesos de degradación distintos da corrosión.

Todo elemento dun forxado pode estar sometido a unha, varias ou ningunha clase específica de exposición, de acordo co punto 8.2.3 da Instrucción EHE.

En caso de forxados de cuberta non impermeabilizados de construcións situadas en zonas de xeadas, segundo o punto 8.2.3 da Instrucción EHE, a lousa superior de formigón vertido en obra, ou no caso de non existila dita lousa, as superficies superiores dos elementos prefabricados, estarán sometidas a unha clase específica de exposición H.

Artigo 6º. *Accións*

As accións características estableceranse no proxecto de acordo cos valores especificados na normativa vixente sobre accións na edificación. Será necesario considerar, ademais, as accións sísmicas nos casos que estableza a Norma de Construción Sismorresistente vixente.

Cando teñan influencia apreciable, consideraranse as cargas derivadas do proceso de execución do edificio, en particular as procedentes do apuntalamo e desapuntalamo das plantas superiores que, en ocasións, poden produci-la combinación de accións máis desfavorable.

Para as comprobacións dos estados límite últimos e de servizo obteranse as accións de cálculo segundo se establece no artigo 12 da Instrucción EHE, combinándose como se indica no artigo 13 da dita instrucción.

En caso de que os elementos prefabricados posúan un distintivo oficialmente recoñecido, os coeficientes parciais de seguridade das accións para as comprobacións dos estados límite últimos serán os seguintes:

- a) momentos positivos: $\gamma_g=1,35$ e $\gamma_q=1,50$
- b) momentos negativos: os correspondentes da Instrucción EHE segundo o seu nivel de control
- c) esforzos cortante e rasante en forxados con viguetas autorresistentes sen continuidade e en forxados con lousas alveolares pretensadas: $\gamma_g=1,35$ e $\gamma_q=1,50$, e
- d) esforzos cortante e rasante en forxados con viguetas autorresistentes con continuidade e en forxados con viguetas non autorresistentes: aplicarase unha diminución de 0,05 respecto ós coeficientes da Instrucción EHE, pero sen permitir valores de γ_g inferiores a 1,35 nin de γ_q inferiores a 1,50

Para poder aplica-los coeficientes de seguridade indicados neste artigo deberá figurar específica e obrigatoriamente nos partes ou informes de inspección por lote correspondentes ó nivel de control de execución de que se trate (un para control reducido, dous para control normal e tres para control intenso) a revisión en obra dos seguintes aspectos:

- a) as condicións de apoio e entrega das viguetas e das lousas alveolares pretensadas
- b) o canto total do forxado, tipo e xeometría da bovedilla e da peza resistente
- c) a separación entre sopandas e proceso de apuntalado
- d) a calidade, diámetro e posición da armadura de negativos
- e) o estado de limpeza da superficie de contacto a rasante
- f) a vertedura, compactación e cura do formigón

Artigo 7º. *Análise estrutural*

A luz de cálculo de cada tramo de forxado medirase, en xeral, entre eixes dos elementos de apoio. Cando o forxado se apoie en vigas planas ou mixtas non centradas cos soportes, tomarase como eixe o que pasa polos centros destes. Cando o canto do forxado sexa menor que o espesor do muro no que se sustenta, poderá tomarse como luz de cálculo a luz libre máis o canto do forxado.

O cálculo de solicitacións efectuarase, en xeral, tanto para os estados límite últimos como para os de servizo, de acordo cos métodos de cálculo lineal na hipótese de viga continua con inercia constante, apoiada nas vigas ou nos muros sobre os que descansa, considerando as posicións máis desfavorables das sobrecargas. Nas solicitacións de cálculo do forxado deben terse en conta os efectos provenientes da acción horizontal sobre o edificio.

Para a análise dos estados límite últimos poden considerarse tamén leis de momentos flectores redistribuídas ata nun 15% con relación ás deducidas da análise lineal, como recolle o punto 21.4 da Instrucción EHE. É posible tamén considerar como leis envolventes de momentos flectores as que resulten de igualar, en valor absoluto, os momentos nos apoios e no van. Este procedemento, avalado pola experiencia, non require a formulación de alternancias de sobrecarga. As leis de esforzos cortantes poderanse deducir, neste caso, a partir de momentos negativos máximos.

Nos apoios sen continuidade considerarse un momento flector negativo non menor que 1/4 do momento flector positivo do treito contiguo, supoñendo momento nulo no dito apoio. No caso de lousas alveolares pretensadas sen continuidade e con apoio directo terase en consideración a posible existencia de coaccións non desexadas, segundo o anexo 4.

Tódolos vans deberán resistir, como mínimo, un momento positivo igual á metade do seu momento isostático.

No anexo 2 danse criterios para considera-lo reparto transversal de cargas lineais e puntuais en forxados de viguetas e no anexo 3 porporciónase un método de cálculo que se pode utilizar para o reparto transversal de cargas lineais e puntuais en lousas alveolares pretensadas.

Artigo 8º. *Forza de pretensado e perdas de forza*

A forza de pretensado, trala transferencia, será igual á inicial menos a suma das perdas orixinadas por:

- a) a penetración de cuñas
- b) a relaxación da armadura activa a temperatura ambiente ata a transferencia

- c) a relaxación adicional da armadura activa polo proceso de cura térmica, se é o caso
- d) a dilatación térmica da armadura activa polo proceso de cura térmico
- e) a retracción do formigón ata a transferencia, e
- f) o acurtamento elástico instantáneo ó transferir.

Nas pezas, as tensións finais que se requiren para a análise dos forxados en estados límite últimos e de servizo inclúiran, ademais, as perdas por:

- g) a relaxación da armadura activa posterior á transferencia
- h) a retracción do formigón posterior á transferencia e
- i) a fluencia do formigón

Despois da transferencia, as viguetas e lousas alveolares pretensadas non presentarán traccións maiores que a resistencia a tracción do formigón $f_{ct,j}$, nin compresións maiores que o 60% da resistencia a compresión f_{cj} , ambas en valores representativos á idade j á que se realiza a transferencia da forza do pretensado (figura 8)

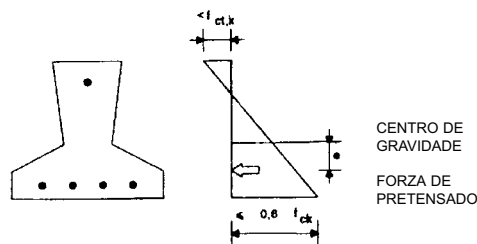


Figura 8.- Tensións despois da transferencia

As perdas totais xustificaranse debidamente.

CAPÍTULO III

Propiedades tecnolóxicas dos materiais

Artigo 9º. Xeneralidades

Os materiais considerados no proxecto dos forxados e empregados na súa execución deberán cumprir, con carácter xeral, tódalas especificacións establecidas para eles, se é o caso, na Instrución EHE, ademais das prescricións específicas recollidas nos artigos seguintes.

Artigo 10º. Viguetas e lousas alveolares pretensadas

10.1. Armaduras pasivas

As armaduras pasivas das viguetas e lousas alveolares pretensadas cumpriran as condicións especificadas no artigo 31º da Instrución EHE.

A distancia libre, horizontal e vertical, entre dúas barras illadas consecutivas, será igual ou maior có maior dos tres valores seguintes:

- a) 15 mm.
- b) O diámetro da maior
- c) 1,25 veces o tamaño do árido.

No caso de grupos de barras cumprírase o que prescribe o número 66.4.2 da Instrución EHE.

Para os efectos dun correcto formigonado dos elementos prefabricados, debe entenderse por recubrimento a separación de toda superficie límite de formigonado e, para os efectos de protección de armaduras, aquelas superficies que o sexan de modo definitivo (figura 10.1).

Os recubrimentos das armaduras respecto ás superficies que o sexan de modo definitivo cumpriran as prescricións establecidas no artigo 13º, co obxecto de conseguir unha adecuada durabilidade. Cando se trate de superficies límite de formigonado, entendidas como tales aquelas que en situación definitiva quedan embebidas na masa de formigón, o recubrimento non será menor có diámetro da barra ou diámetro equivalente cando se trate de grupo de barras, nin que 0,8 veces o tamaño máximo do árido.

Nas viguetas armadas, a armadura básica dispórase en toda a súa lonxitude de acordo co artigo 18°. A armadura complementaria inferior poderá dispórse soamente en parte da súa lonxitude. Esta armadura complementaria deberá dispórse de forma simétrica respecto ó punto medio da vigueta.

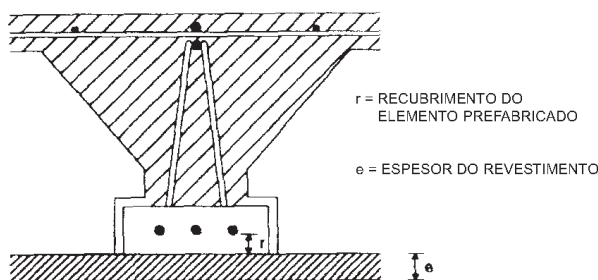


Figura 10.1. Recubrimento do elemento prefabricado

10.2 Armaduras activas

As armaduras activas das viguetas e lousas alveolares pretensadas cumprirán as condicións especificadas no artigo 32° da Instrucción EHE.

A distancia libre, horizontal e vertical entre dúas armaduras illadas consecutivas, será igual ou maior có maior dos tres valores seguintes:

- 15 mm para a separación horizontal e 10 mm para a separación vertical.
- O diámetro da maior.
- 1,25 veces o tamaño máximo do árido para a separación horizontal e 0,8 veces para a separación vertical.

Poderanse agrupar dous arames en posición vertical sempre que sexan da mesma calidade e diámetro, caso no que, para determina-la magnitude dos recubrimentos e as distancias libres ás armaduras veciñas, se considerará o perímetro real das armaduras.

Os recubrimentos das armaduras cumprirán as prescricións establecidas no artigo 13°.

A armadura activa situada na zona inferior dunha vigueta pretensada estará constituída, polo menos, por dúas armaduras dispostas no mesmo plano horizontal e en posición simétrica respecto ó plano vertical medio. Nas lousas alveolares pretensadas, a distancia entre as armaduras será menor que 400 mm e que dúas veces o canto da peza.

A contía xeométrica ρ da armadura non será menor có 1,5 por 1000 da área da sección total nin menor có 5 por 1000 da área cobaricéntrica coa armadura situada na zona inferior desta.

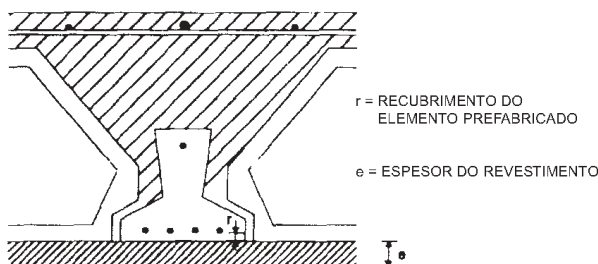


Figura 10.2. Recubrimento do elemento prefabricado

10.3. Formigón de viguetas e lousas alveolares pretensadas

O formigón das viguetas e lousas alveolares pretensadas cumprirá as condicións especificadas no artigo 30° da Instrucción EHE, tipificándose segundo o número 39.2 da Instrucción EHE.

Artigo 11°. Pezas de entrevigado

11.1. Xeneralidades

A carga de rotura a flexión para calquera peza de entrevigado debe ser maior que 1,0 kN determinada segundo UNE 53981:98 para as pezas de poliestireno expandido e segundo UNE 67037:99 para pezas doutros materiais.

En pezas de entrevigado cerámicas. o valor medio da expansión por humidade, determinado segundo UNE 67036:99, non será maior que 0,55 mm/m, e non debe superarse en ningunha das medicións individuais o valor de 0,65 mm/m. As pezas de entrevigado que superen o valor límite de expansión total poderán utilizarse, non obstante, sempre que o valor medio da expansión potencial, segundo a UNE 67036:99, determinado previamente á súa posta en obra, non sexa maior que 0,55 mm/m.

O comportamento de reacción ó lume das pezas que estean ou puidesen quedar expostas ó exterior durante a vida útil da estrutura, acadará polo menos a clasificación M1 de acordo con UNE 23727:90. As bovedillas fabricadas con materiais inflamables deberán resgardarse da exposición ó lume mediante capas protectoras eficaces. A idoneidade das capas de protección deberá ser xustificada empiricamente para o rango de temperaturas e deformacións previsibles baixo a actuación do lume de cálculo.

11.2. Pezas alixeirantes.

Enténdense como pezas de entrevigado alixeirantes aquelas que non son consideradas como parte da sección resistente do forxado.

As pezas de entrevigado alixeirantes poden ser de cerámica, formigón, poliestireno expandido ou outros materiais suficientemente ríxidos. As pezas cumpriran coas condicións establecidas no número 11.1.

11.3. Pezas colaborantes.

Enténdense como pezas de entrevigado colaborantes aquelas que son consideradas como parte da sección resistente do forxado.

As pezas de entrevigado colaborantes poden ser de cerámica ou de formigón ou doutro material resistente. Cumpri-rán coas condicións establecidas no número 11.1 e a súa resistencia característica á compresión non será menor que a resistencia de proxecto do formigón vertido en obra con que se execute o forxado. Pode considerarse que estas pezas forman parte da sección resistente do forxado cando se cumpren as condicións indicadas no artigo 14.º

Artigo 12.º *Formigón vertido en obra.*

O formigón vertido en obra tanto na lousa superior como no recheo de nervios ou xuntas cumprirá as condicións especificadas no artigo 30 da Instrucción EHE, sendo a súa resistencia característica a indicada no proxecto de execución, e non será menor que a indicada na autorización de uso.

Tipificarase este formigón co formato seguinte (segundo o número 39.2 da Instrucción EHE):

T-R/C/TM/A

onde:

- o indicativo T será HA,
- a resistencia característica especificada R será, como mínimo, 25 N/mm²,
- a consistencia debe ser, en condicións habituais, branda ou fluída (polo que C será B ou F, respectivamente),
- o tamaño máximo do árido en mm, TM, será menor que 0,4 veces o espesor mínimo da lousa superior formigonada en obra ou do tamaño da xunta, e non pode supera-los 20 mm, e
- a designación de ambiente A que se considerará para este formigón será a indicada en 5.3.1.

O anterior aplícase mesmo no caso especial indicado no número 2.3, de forxado de lousas alveolares pretensadas no que, debido á ausencia de accións horizontais importantes e tras unha adecuada xustificación de que son satisfeitos os estados límite últimos e de servizo, poida prescindirse da lousa superior e no que, ademais, non exista armadura embebida no formigón de recheo ou xuntas.

Artigo 13.º *Durabilidade.*

13.1 Xeneralidades.

A durabilidade dun forxado debe conseguirse mediante unha estratexia capaz de considerar tódolos posibles factores de degradación, e actuar en consecuencia sobre cada unha das fases de proxecto, execución e uso da estrutura.

Unha estratexia correcta para a durabilidade debe ter en conta que nunha estrutura pode haber diferentes forxados sometidos a distintos tipos de ambiente. Para estes efectos teranse en conta as bases de cálculo orientadas á durabilidade dos forxados establecidas en 5.3.

13.2. Estratexia de durabilidade.

Para a consecución dunha durabilidade adecuada dos forxados que son obxecto desta instrucción, deberase segui-lo indicado no artigo 37.º da Instrucción EHE, considerando ademais os aspectos específicos que se indican a continuación.

13.3. Recubrimentos.

Tanto para armaduras pasivas como para armaduras activas pretensas observaranse os recubrimentos mínimos dados no artigo 37.2.4 da Instrucción EHE.

No caso de viguetas ou lousas alveolares con $f_{ck} \geq 40$ N/mm², que estean en posesión dun distintivo oficialmente recoñecido, que garanta unha constante de carbonatación inferior a $1,6\text{mm}/\sqrt{\text{ano}}$, poderá reducirse en 5 mm o recubrimento mínimo especificado para as clases xerais II a e II b.

Para obte-lo recubrimento nominal os valores de recubrimento mínimo da táboa 13.3 serán incrementados nunha marxe de recubrimento o valor da cal será:

0 mm para o caso de:

- elementos prefabricados pretensados (viguetas ou lousas alveolares pretensadas), sempre que estean sometidos a un control de recepción a nivel intenso,
- elementos prefabricados en posesión dun distintivo oficialmente recoñecido, ou
- armadura de reparto na lousa superior de formigón, sen función específica resistente considerada no cálculo.

Para a aplicación desta marxe de recubrimento, e salvo en elementos que estean en posesión dun distintivo oficialmente recoñecido, esixirase que a documentación subministrada cos elementos prefabricados inclúa copia dos rexistros de comprobación do control de recubrimentos e de posición de separadores, efectuado polo fabricante e correspondente á partida subministrada á obra. Para este caso, este control deberá incluír, polo menos, seis elementos diferentes por cada pista fabricada no caso de viguetas e dous elementos diferentes por cada pista fabricada no caso de lousas alveolares.

5 mm para o caso de:

- viguetas armadas con control de recepción a nivel intenso,
- elementos prefabricados pretensados con control de recepción a nivel normal, ou
- lousas superiores formigonadas en obra con nivel intenso de control de execución.

Para a aplicación desta marxe de recubrimento esixirase que a documentación subministrada cos elementos prefabricados inclúa copia dos rexistros de comprobación do control de recubrimentos e de posición de separadores, efectuado polo fabricante e correspondente á partida subministrada á obra. Para este caso, este control deberá incluír, polo menos, catro elementos diferentes por cada pista fabricada no caso de viguetas e dous elementos diferentes por cada dúas pistas fabricadas no caso de lousas alveolares.

10 mm no resto dos casos.

Esixirase ademais, en calquera caso, que a documentación subministrada cos elementos prefabricados inclúa copia dos rexistros de comprobación do control de recubrimentos e de posición de separadores, efectuado polo fabricante e correspondente á partida subministrada á obra. Para este caso, este control deberá incluír, polo menos, tres elementos diferentes por cada pista fabricada no caso de viguetas e dous elementos diferentes por cada tres pistas fabricadas no caso de lousas alveolares.

Nas viguetas ou lousas alveolares pretensadas, o proxectista poderá contar, ademais do recubrimento real do formigón, co espesor dos revestimentos do forxado que sexan compactos e impermeables, teñan carácter de definitivos e permanentes, e estean adheridos directamente ó formigón do elemento, co obxecto de cumprilos requisitos de recubrimento mínimo. Sen embargo, nestes casos, este recubrimento mínimo de formigón nunca poderá ser menor que 15 mm.

Non se empregarán en ningún caso espesores de revestimento maiores que 20 mm. Naqueles casos nos que o espesor do recubrimento substituído esixise maiores espesores, engadirase unha segunda protección adicional (pintura, resina epoxi, etc.), e o seu comportamento deberá xustificarse documentalmente.

CAPÍTULO IV

Cálculos relativos ós estados límite

Artigo 14.º *Estados límite últimos.*

No cálculo dos forxados con pezas de entrevigado colaborantes, tanto para os estados límite últimos, como para os de servizo, pode considerarse que forman parte da sección resistente os tabiquillos das pezas de entrevigado adheridos ó formigón.

Non se considerarán no cálculo as zonas de formigón vertido en obra nas que este ten difícil acceso como consecuencia de largos de paso menores que 20 mm (Figura 14.2.1.b).

14.1 Estado límite de esgotamento fronte a solicitacións normais.

Nos forxados con viguetas armadas ou pretensadas, e nos forxados de lousas alveolares pretensadas, as seccións sometidas a solicitacións normais, momentos positivos ou negativos, calcularanse segundo o establecido no artigo 42.º da Instrucción EHE. Se existe ademais un esforzo axil, considerarase no cálculo.

14.2 Estado límite de esgotamento fronte a cortante.

14.2.1 Forxados de viguetas

Cómpre comprobar que non se produce esgotamento por compresión oblicua na alma, nin por tracción oblicua nela. Para isto debe comprobarse que se cumpren asemade as condicións seguintes:

a) no bordo do apoio: $V_d \leq V_{u1}$

comprobación que non resulta necesaria en pezas sen armadura transversal;

b) a un canto útil respecto do bordo do apoio: $V_d \leq V_{u2}$

sendo:

V_d o esforzo cortante de cálculo, obtido de acordo co artigo 7.º;

V_{u1} o esforzo cortante de esgotamento por compresión oblicua na alma;

V_{u2} o esforzo cortante de esgotamento por tracción na alma.

O esforzo cortante de esgotamento por compresión oblicua na alma, V_{u1} , dedúcese da expresión seguinte:

$$V_{u1} = 0,3 f_{cd} b_o d (1 + \cotg \alpha)$$

sendo:

f_{cd} a resistencia de cálculo do formigón a compresión

b_o o largo mínimo do nervio

d o canto útil do forxado

α o ángulo da armadura respecto ó eixe da peza

Os esforzos de esgotamento por tracción na alma V_{u2} , en forxados sen armadura transversal e en forxados con armadura transversal poden determinarse, respectivamente, segundo os números 44.2.3.2.1 e 44.2.3.2.2 da Instrucción EHE.

Non obstante, en forxados de viguetas sen armadura, poden adoptarse para V_{u2} :

$$V_{u2} = 0,16 \sqrt{f_{cd}} b_o d$$

Ademais, en forxados de viguetas sen armadura e sempre que se cumpra o establecido ó respecto no anexo 5, tanto no relativo á limitación tipolóxica como á existencia dun control de produción que xustifique este valor, poden adoptarse para V_{u2}

$$V_{u2} = 0,32 \sqrt{f_{cd}} b_o d$$

A anterior expresión aplicarase exclusivamente a forxados con viguetas subministradas cun certificado de garantía do fabricante, asinado por persoa física, conforme o establecido no citado anexo 5. En forxados con armadura transversal:

$$V_{u2} = 0,16 \sqrt{f_{cd}} b_o d + 0,9 d \sum A_{\alpha} f_{y\alpha,d} (\sen \alpha_i + \cos \alpha_i)$$

sendo:

b_o o largo mínimo do nervio;

d o canto útil do forxado;

$f_{y,a,d}$ a resistencia de cálculo á tracción do aceiro da armadura transversal, igual a $f_{yk}/\gamma_s \leq 400$ N/mm²;

A_{α} a área de cada unha das familias de armaduras transversais, por unidade de lonxitude de nervio;

α_i o ángulo que forman as diferentes familias de armaduras transversais co eixe do nervio, tal como se define na figura 44.2.3.1a da Instrucción EHE, considerando só aquelas armaduras con ángulo α_i comprendido entre 45° e 135°;

f_{cd} a resistencia de cálculo do formigón a compresión, en N/mm²

Na comprobación a un nivel cun largo b adoptarase como resistencia a que corresponde ó formigón de tal nivel, e cando a sección corte a dous formigóns tomarase, ben o largo do prefabricado coa súa resistencia, ben o largo total coa resistencia do formigón vertido en obra (Figuras 14.2.1.a e 14.2.1.b), sempre que o formigón in situ teña menor resistencia que o elemento prefabricado.

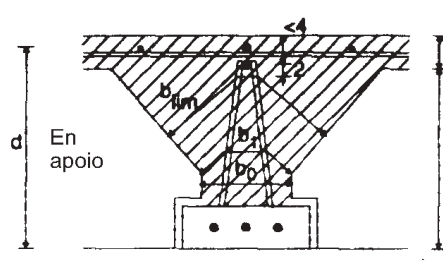


Figura 14.2.1.a Comprobación de esforzo cortante con pezas de entrevigado aixeirantes

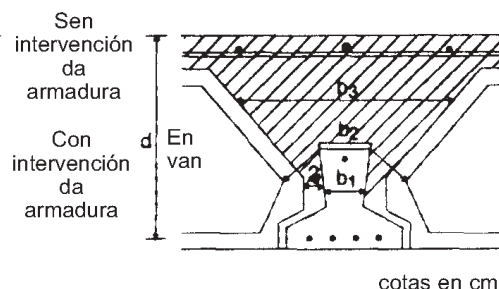


Figura 14.2.1.b Comprobación de esforzo cortante con pezas de entrevigado colaborantes

Nos forxados de viguetas armadas con armadura básica, pode considerarse a colaboración da celosía para a comprobación a esforzo cortante tomando como largo do nervio o correspondente a unha profundidade maior ou igual que 20 mm por debaixo do redondo superior da celosía. Así mesmo, deberá comprobarse o nervio sen a colaboración da celosía co menor largo do nervio, entre 20 mm por debaixo do redondo superior da celosía e a cara superior do forxado.

14.2.2 Forxados de lousas alveolares pretensadas.

14.2.2.1 Cortante lonxitudinal.

Para comprobar que non se acada o estado límite de esgotamento por esforzo cortante é necesario comprobar, nunha sección situada á metade dun canto útil do bordo do apoio, que:

$$V_d \leq V_{u2}$$

O esforzo cortante de esgotamento por tracción na alma V_{u2} (ver figura 14.2.2) determínase como segue.

a) na zona na que $M_d \leq M_o$:

$$V_{u2} = \frac{I b_0}{S} \sqrt{f_{ct,d}^2 + \alpha \sigma_{cpm} f_{ct,d}}$$

sendo:

M_d o momento de cálculo da sección;

M_o o momento de descompresión da sección;

I o momento de inercia da sección transversal

S o momento estático da sección transversal

$f_{ct,d}$ a resistencia de cálculo á tracción do formigón;

σ_{cpm} a tensión media no formigón debida á forza de pretensado;

α coeficiente igual a $x/(1,2 I_{bd}) \leq 1$

sendo:

x a distancia da sección ó extremo

l_{bd} a lonxitude de transferencia da armadura activa de pretensado, en mm, que pode tomarse como: $l_{bd} = \phi \sigma_p / 21$

onde:

σ_p é a tensión de pretensado, despois das perdas, en N/mm²

ϕ é o diámetro da armadura activa, en mm.

Nas lousas alveolares pretensadas con lousa superior formigonada en obra deben considerarse a suma das dúas situacións seguintes de carga:

a) esforzos resultantes do peso propio da lousa prefabricada e do formigón vertido en obra, que son resistidos exclusivamente pola lousa prefabricada;

b) esforzos cortantes das cargas totais que son resistidos pola sección composta.

O momento M_o será neste caso o da sección composta con lousa, e o M_d a suma dos momentos maiorados de cargas que actúan en sección composta máis os debidos a cargas en sección simple multiplicados pola relación de momentos resistentes de sección composta e simple na fibra máis fraccionada.

Nestes casos tamén serán precisas as comprobacións da superficie de contacto entre o formigón vertido en obra e o formigón prefabricado indicadas no número 14.3.

b) Na zona na que $M_d \geq M_o$

Determinarase de acordo co establecido no número 44.2.3.2.1 da Instrucción EHE, é dicir:

$$V_{u2} = \left(0,12 \xi (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} - 0,15 \sigma'_{cd} \right) b_0 d$$

sendo:

f_{ck} : a resistencia característica a compresión do formigón en N/mm²;

$$\xi = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \quad \text{con } d \text{ en mm};$$

ρ_l , a contía de armadura lonxitudinal fraccionada, pasiva e activa adherente, ancorada a unha distancia igual ou maior que d a partir da sección en estudio;

$$\rho_l = \frac{A_s + A_p \frac{f_{pd}}{f_{yd}}}{b_0 d} \leq 0,02$$

sendo:

A_s armadura pasiva lonxitudinal;

A_p armadura activa adherente lonxitudinal;

f_{pd} resistencia de cálculo do aceiro da armadura activa adherente;

f_{yd} resistencia de cálculo do aceiro da armadura pasiva;

b_0 largo mínimo do nervio;

d canto útil do forxado.

14.2.2.2 Cortante vertical nas xuntas.

O esforzo cortante vertical por unidade de lonxitude nas xuntas lonxitudinais V_d non será maior que o esforzo cortante resistido V_u calculado como o menor dos valores seguintes:

$$V_u = 0,25 \left(f_{bt,d} \sum h_f + f_{ct,d} h_0 \right)$$

$$V_u = 0,15 f_{ct,d} (h + h_t)$$

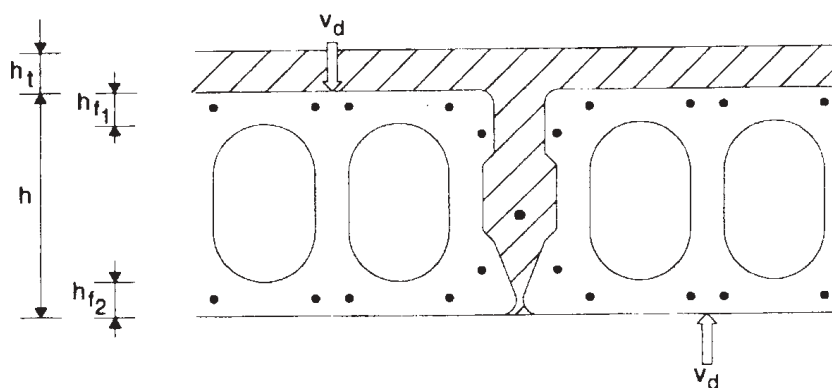


Figura 14.2.2.- Esfuerzo cortante nas xuntas entre losas alveolares pretensadas

sendo:

$f_{bt,d}$ a resistencia de cálculo a tracción do formigón da losa prefabricada;

$f_{ct,d}$ a resistencia de cálculo a tracción do formigón vertido en obra;

Σh_f a suma dos menores espesores da ala superior e da ala inferior da losa prefabricada (Figura 14.2.2);

h a altura neta da xunta;

h_t o espesor do formigón da losa superior formigonada en obra.

14.3 Estado límite de esgotamento por esfuerzo rasante.

Ademais das comprobacións anteriores, tanto nos forxados con viguetas armadas ou pretensadas, como nos forxados de losas alveolares pretensadas con losa superior formigonada en obra, debe verificarse que a tensión rasante que solicita a xunta entre o elemento prefabricado e o formigón vertido en obra cumpre a condición establecida no artigo 47.2 da Instrucción EHE relativa á resistencia a esfuerzo rasante en xuntas entre formigóns.

Para efectos de perímetro crítico de contacto p terase en conta o indicado na figura 14.3.

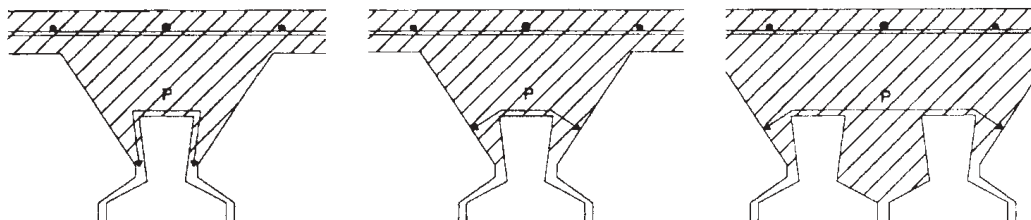


Figura 14.3. Perímetro de contacto entre formigóns

Poderán admitirse valores de esfuerzo rasante ata un 20% superiores ós indicados na Instrucción EHE, para as viguetas armadas ou pretensadas sen armadura de conexión, eficazmente engarzadas en rabo de miñato, xustificándose mediante resultados de ensaio de acordo co anexo 6. Estes ensaios deberán reproducir as peores condicións que poidan presentarse dentro do campo de utilización do forxado en cuestión.

14.4 Estado límite de punzonamento en forxados.

Se existen cargas concentradas importantes, debe comprobarse a resistencia ó punzonamento do forxado. Os forxados sometidos a cargas concentradas importantes deberán dispor de losa superior formigonada en obra, e serán obxecto dun estudio especial.

Nas losas alveolares pretensadas sen losa superior formigonada en obra, a carga puntual sobre a losa alveolar prefabricada non será maior que:

$$V_u = b_w h f_{ct,d} (1 + 0,3 \alpha \sigma_{cpm} / f_{ct,d})$$

sendo:

b_w o largo efectivo, obtido como suma das almas afectadas de acordo coa figura 14.4,

h a altura total da losa,

$f_{ct,d}$ a resistencia de cálculo a tracción do formigón da lousa prefabricada,
 σ_{cpm} atensión media no formigón debida á forza de pretensado, e
 α coeficiente igual a $[\alpha/(1,2 l_{bd})] \leq 1$

onde:

x é a distancia desde a sección ó extremo;
 l_{bd} é a lonxitude de transferencia da armadura activa de pretensado.

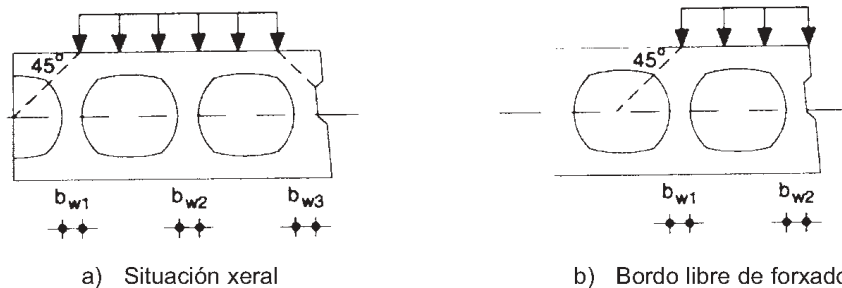


Figura 14.4. Largo efectivo en lousas alveolares pretensadas

Para cargas concentradas das cales máis do 50 % estea actuando sobre un bordo libre do forxado cun largo de b_w (véxase figura 14 4), a resistencia resultante da fórmula é aplicable só se se dispoñen, polo menos, un arame ou cor dón na alma exterior e un reforzo pasivo transversal. Se non se cumpre algunha destas dúas condicións, a resistencia debe dividirse polo factor 2.

Como reforzo pasivo transversal deben disporse chapas ou barras na parte superior do elemento cunha lonxitude de polo menos 1,20 m, perfectamente ancoradas e calculadas para resistiren unha forza de tracción igual ó total da carga concentrada.

Se sobre algún alvéolo existise unha carga de largo menor que a metade do largo do alvéolo, calcularase un segundo valor de resistencia coa fórmula anterior, pero substituíndo h polo menor espesor da ala superior e b_w polo largo da zona cargada. Para a comprobación debe tomarse o menor dos valores de resistencia anteriormente calculados.

14.5 Estado límite de esgotamento por torsión en lousas alveolares pretensadas.

Se unha sección está suxeita a esforzos cortantes e torsores concomitantes, a capacidade a cortante V_{u2n} debe calcularse a partir de:

$$V_{u2n} = V_{u2} - V_{Td}$$

con

$$V_{Td} = \frac{T_d}{2b_w} \cdot \frac{\sum b_w}{b - b_w}$$

sendo:

V_{u2n} o valor neto da resistencia a cortante

V_{u2} a resistencia a cortante segundo o número 14.2

V_{Td} o incremento de cortante producido polo momento torsor

T_d o momento torsor de cálculo na sección analizada

b_w o largo da alma exterior ó nivel do centro de gravidade (véxase figura 14 5)

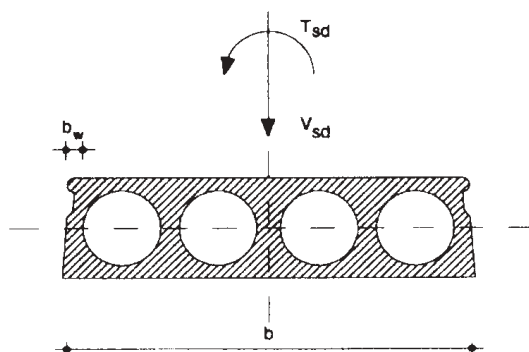


Figura 14.5 Esforzo cortante e torsor ou cortante excéntrico

14.6 Casos especiais de carga e sustentación.

14.6. 1 Flexión transversal debida a cargas concentradas en lousas alveolares pretensadas.

A acción de cargas concentradas provoca momentos flectores transversais nas lousas alveolares pretensadas. Dado que estas lousas non dispoñen de armadura transversal, deben limitarse as tensións de tracción debidas a estes momentos flectores. O valor límite depende dos supostos básicos de cálculo sobre a distribución das cargas.

Se os elementos se proxectan sen ter en conta o reparto transversal das cargas, o que significa que tódalas cargas que actúan sobre un elemento serían resistidas exclusivamente por dicho elemento, o valor límite da tensión de tracción é $f_{ct,k}$ no estado límite de servicio.

Neste caso, no estado límite de servicio, a capacidade a cargas concentradas q_k en N/mm, e a carga puntual F_k , en N, calcúlase como segue:

a) para unha carga lineal non situada en bordo do forxado:

$$q_k = \frac{20 W_{lb} f_{ct,k}}{\ell + 2b}$$

b) para unha carga lineal situada en bordo de forxado:

$$q_k = \frac{10 W_{lb} f_{ct,k}}{\ell + 2b}$$

sendo:

ℓ a luz do van, en mm.

b o largo da lousa, en mm,

c) para unha carga puntual situada en calquera lugar sobre unha área de forxado:

$$F_k = 3 W_{\ell} f_{ct,k}$$

sendo:

W_{lb} o módulo resistente inferior mínimo en dirección transversal por unidade de lonxitude, en mm³/mm;

W_{ℓ} o módulo resistente superior mínimo en dirección transversal por unidade de lonxitude, en mm³/mm;

W_{ℓ} o valor menor de W_{lb} e W_{ℓ} en mm³/mm.

Se os forxados de lousas alveolares pretensadas se calculan considerando o reparto transversal da carga segundo a teoría elástica, o cal significa que unha parte das cargas actuantes sobre un elemento se distribúe ós elementos adxacentes, o valor límite da tensión a tracción será $f_{ct,d}$ en estado límite último. As resistencias e cargas concentradas, neste caso no estado límite último, poden derivarse da mesma fórmula, pero substituíndo q_k , F_k y $f_{ct,k}$ por q_d , F_d e $f_{ct,d}$ respectivamente.

14.6.2 Capacidade de carga de lousas alveolares pretensadas apoiadas en tres bordos.

A acción de cargas repartidas sobre unha lousa alveolar pretensada cun bordo lonxitudinal apoiado provoca momentos torsos nela. A reacción nos apoios debida á torsión debe ignorarse no cálculo no estado límite último.

As tensións tanxenciais debidas a estes momentos torsos débense limitar a $f_{ct,k}/1,5$ no estado límite de servicio.

A capacidade de carga q_k por unidade de superficie, en N/mm, para a carga total menos a carga debida ó peso propio da lousa alveolar pretensada, calcularase, no estado límite de servicio, como:

$$q_k = \frac{f_{ct,k} W_t}{0.06 \ell^2}$$

$$\text{con } W_t = 2 t (h - h_t) (b - b_w)$$

sendo:

W_t o módulo torsor da sección dun elemento segundo a teoría elástica, en mm³;

t o menor dos valores de h_t e b_w en mm;

h_t o menor valor do espesor da ala superior ou inferior, en mm;

b_w o espesor da alma exterior, en mm.

Artigo 15º. *Estados límite de servicio.*

15.1 Estado límite de fisuración.

A comprobación das condicións de fisuración realizarase segundo o establecido no artigo 49 da Instrucción EHE coas particularidades que se indican a continuación.

Nos cálculos necesarios para a comprobación deste estado límite de servicio ante cargas totais, as tensións obtense como suma das orixinadas en cada fase de construción, tendo en conta as cargas aplicadas, as condicións de sustentación e as seccións resistentes de cada fase.

15.1.1 Fisuración por compresión.

A comprobación da aparición de fisuras por compresión efectuarase conforme o establecido no número 49.2.1. da Instrucción EHE.

15.1.2 Fisuración por tracción.

As máximas aberturas de fisuras para os distintos ambientes definidos en 5.3, serán as especificadas no número 49.2.4 da Instrucción EHE.

Nos forxados con viguetas armadas e pretensadas, tanto na lousa superior formigonada en obra como nos elementos prefabricados, calcularase a abertura de fisura mediante o método xeral de cálculo definido no número 49.2.5 da Instrucción EHE.

15.2 Estado límite de deformación.

O artigo 50º da Instrucción EHE establece as consideracións e os procedementos para as comprobacións que, con carácter xeral, deben terse en conta para este estado límite. No caso dos forxados que se inclúen nesta instrucción, se terán en conta, ademais, as prescricións que establece este epígrafe.

Con carácter xeral, para que un forxado verifique este estado límite será suficiente co cumprimento das especificacións relativas a cantos mínimos segundo o número 15.2.2, sempre que non se superen as luces máximas establecidas no dito número. Noutros casos, deberá recorrerse ó procedemento xeral segundo o número 1 5.2.3.

15.2. Límites de frecha.

As deformacións calculadas deben cumpri-las condicións seguintes:

- a) a frecha total a tempo infinito non excederá o menor dos valores $L/250$ e $L/500 + 1$ cm;
- b) para forxados que sustentan tabiques ou muros de partición ou de cerramento, a frecha activa non excederá o menor dos valores $L/500$ e $L/1.000 + 0,5$ cm.

Nas expresións anteriores L é a luz do van e, no caso de saínte, 1,6 veces o voo

15.2.2 Canto do forxado.

Nos forxados de viguetas con luces menores que 7 m^2 e nos forxados de lousas alveolares pretensadas con luces menores que 12 m^2 e sobrecargas non maiores que 4 kN/m^2 , non é preciso comprobar se a frecha cumpre coas limitacións de 15.2.1 se o canto total h é maior que o mínimo h_{min} , dado por:

$$h_{min} = \delta_1 \delta_2 L / C$$

sendo:

- δ_1 factor que depende da carga total e que ten o valor de $\sqrt{q/7}$, sendo q a carga total, en kN/m^2 ;
- δ_2 factor que ten o valor de $(L/6)^{1/4}$;
- L a luz de cálculo do forxado, en m;
- C coeficiente o valor do cal se toma da táboa 15.2.2:

TÁBOA 15.2.2

COEFICIENTES C

Tipo de forxado	Tipo de carga	Tipo de tramo		
		Illado	Extremo	Interior
Viguetas armadas	Con tabiques ou muros Cubertas	17	21	24
		20	24	27
Viguetas pretensadas	Con tabiques ou muros Cubertas	19	23	26
		22	26	29
Losas alveolares pretensadas (*)	Con tabiques ou muros Cubertas	36	-	-
		45	-	-

(*) pezas pretensadas proxectadas de xeito que, para a combinación infrecuente, non chegue a superarse o momento de fisuración.

No caso de saíntes, C tomará os valores seguintes: 6 se o forxado recibe a carga de tabiques ou muros e 9 noutros casos.

15.2.3 Cálculo da frecha.

15.2.3.1 Método xeral.

Efectuarase conforme o número 50.2.1. da Instrucción EHE.

15.9 3.2 Método simplificado.

A frecha instantánea pode calcularse, en cada fase de construción, considerando para cada van do forxado un valor único de inercia equivalente I_e que ten en conta o efecto da fisuración, resultado de lles aplica-la fórmula que logo se indica ás seccións de centro de van e a ás extremas en encastramento, co seguinte criterio:

- en van illado considérase só a sección centro de van $I_{ec} : I_e = I_{ec}$
- en saíntes a de encastramento $I_{ee} : I_e = I_{ee}$
- en vans intermedios con continuidade en ámbolos extremos tómase a de centro de van I_{ec} e as dos dous extremos I_{ee1} e I_{ee2} coa fórmula:

$$I_e = 0,50 I_{ec} + 0,25 I_{ee1} + 0,25 I_{ee2}$$

- en vans con continuidade en só un extremo, a de centro de van I_{ec} e a de extremo encastrado I_{ee} coa fórmula:

$$I_e = 0,75 I_{ec} + 0,25 I_{ee}$$

En cada unha destas seccións a inercia que se considerará será:

- se baixo a acción do momento exterior M_a e do pretensado, de se-lo caso, non se produce, na fibra máis traccionada polas cargas exteriores, unha tensión de tracción maior que $f_{ct,f}$ a da sección bruta I_b ou, se se prefire, a da sección homoxeneizada, tendo en conta as armaduras co seu coeficiente de equivalencia;
- en caso contrario, unha inercia intermedia entre a bruta I_b y a fisurada I_f obtense coa fórmula:

$$I_e = \left(\frac{M_f - M_0}{M_a - M_0} \right)^3 I_b + \left(1 - \left(\frac{M_f - M_0}{M_a - M_0} \right)^3 \right) I_f \leq I_b$$

sendo:

$f_{ct,f}$ a resistencia a flexotracción do formigón, igual a $0,37 f_{ck}^{2/3}$, con f_{ck} en N/mm^2
 M_f o momento de fisuración, calculado como segue:

$$M_f = W(f_{ct,f} + \sigma_{cp}) + M_v \left(1 - \frac{W}{W_v} \right)$$

Sendo:

W o módulo resistente respecto da fibra máis fraccionada da sección, que será:

- o da peza prefabricada (W_v) en caso de construción non apeada, cuando se calcula a frecha baixo o seu peso propio ou do formigón vertido en obra.
- o do forxado (W_f), en calquera etapa de construción apeada e en servizo.

σ_{cp} tensión previa na fibra inferior da peza prefabricada, producida polo pretensado.

I_f o momento de inercia da sección fisurada, descontando zonas fraccionadas de formigón e homoxeneizando as armaduras activas e adherentes con coeficiente de equivalencia a relación de módulos de elasticidade de formigón e aceiro.*

M_v momento debido a as cargas que actúan sobre a peza prefabricada antes de traballar conxuntamente co formigón in situ, co seguinte valor:

- Para construción non apeada, o momento debido ó peso propio da peza prefabricada e ó peso do formigón vertido in situ.
- Para construción apeada, cero se a peza é armada e o momento debido ó seu peso propio se é pretensada.
- Cero nas seccións extremas sometidas a momentos negativos

M_a o máximo momento flector que historicamente puidese solicita-la sección considerada, incluída a fase en estudio

M_o un momento flector asociado á situación de curvatura nula da sección, de valor:

$$M_o = \rho \cdot e \cdot \beta - M_v \cdot (\beta - 1)$$

sendo:

P valor absoluto da forza de pretensado, se existe, que pode tomarse igual ó 90% da forza inicial de pretensado.

e excentricidade do tendón equivalente de pretensado, na sección de estudio, en valor absoluto, respecto do centro de gravidade da vigueta ou placa alveolar.

β relación entre a inercia bruta da sección do forxado na fase constructiva en que se calcula a frecha e a inercia bruta da sección da peza prefabricada, maior ou igual á unidade. En construción non apeada, cando se calcula a frecha baixo o seu peso propio ou do formigón vertido en obra, $\beta = 1$.

As frechas diferidas poden estimarse aplicando o número 50.2.2.3 da Instrución EHE.

Artigo 16º. *Comprobacións previas ó formigonado en obra.*

16.1 Condicións de apuntalado e sopandado.

A separación máxima entre sopandas, se è o caso, calcularase tendo en conta o seguinte:

- a) durante o formigonado en obra, a acción característica de execución sobre as viguetas é o peso propio total do forxado e unha sobrecarga de execución non menor que 1 kN/m^2 ;
- b) a luz de cálculo de cada tramo L_s medirase entre os apoios extremos das viguetas e os eixes de sopandas (Figura 16.1):

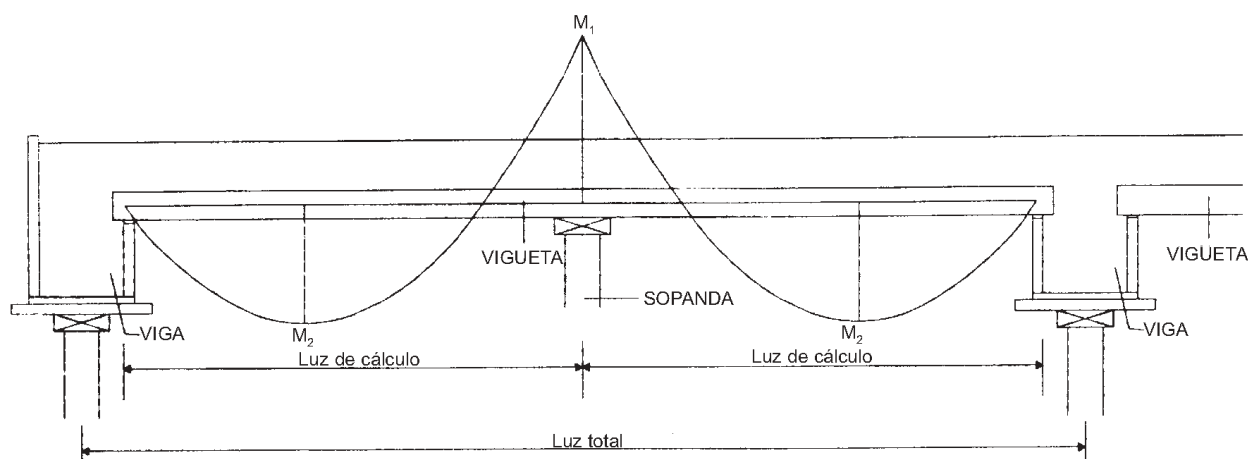


Figura 16.1 Solicitacións do forxado durante o formigonado

- c) as solicitacións calcularanse polo método lineal, na hipótese de rixidez constante da vigueta;
 d) os coeficientes parciais de seguridade γ_g e γ_q das accións en fase de execución poden ser menores ós indicados no número 12.1 da Instrucción EHE, pero en ningún caso o coeficiente de seguridade global das accións γ_f será menor que 1,25.

16.2 Comprobacións de viguetas e lousas alveolares pretensadas.

Nas viguetas de formigón armado ou pretensado e nas lousas alveolares pretensadas, en estado límite último, verificaranse as seguintes condicións:

$$\gamma_f M_1 \leq M_{u1} \quad \gamma_f M_2 \leq M_{u2} \quad \gamma_f V \leq V_u$$

En estado límite de servizo, baixo a acción característica de peso propio do forxado, a frecha w de todo tramo de vigueta ou lousa alveolar pretensada cumprirá a condición:

$$W \leq L_a / 1.000$$

sendo L_a a luz de cálculo de acordo co número 16.1.b, expresada en mm, e en viguetas w será non maior que 3 mm.

Ademais, nas viguetas de formigón pretensado e lousas alveolares pretensadas cumprírase:

a) sobre as sopandas:

- na fibra inferior: $\sigma'_c + \gamma_f M_1 / W' \leq 0,6 f_{ck}$

- na fibra superior: $\sigma''_c - \gamma_f M_1 / W'' \leq f_{ct,fl}$

b) nos vãos

- na fibra inferior: $\sigma'_c - \gamma_f M_2 / W' \geq 0$

- na fibra superior: $\sigma''_c + \gamma_f M_2 / W'' \leq 0,6 f_{ck}$

sendo:

M_1, M_2 os momentos flectores na vigueta ou lousa alveolar pretensada, en valor absoluto, debidos ás accións de execución, sobre sopanda e en vao, respectivamente;

M_{u1}, M_{u2} os momentos flectores últimos que resiste a vigueta ou lousa alveolar pretensada, en valor absoluto, a flexión negativa e a flexión positiva, respectivamente;

V o esforzo cortante máximo na vigueta ou lousa alveolar pretensada, en valor absoluto, debido ás accións de execución;

V_u o esforzo cortante último, en valor absoluto, que resiste a vigueta ou lousa alveolar pretensada;

f_{ck} a resistencia característica a compresión do formigón da vigueta ou lousa alveolar pretensada, en N/mm²;

$f_{ct,fl}$ a resistencia a flexotracción do formigón da vigueta ou lousa alveolar pretensada, que pode suporse simplifadamente igual $0,37 \sqrt[3]{f_{ck}}$, para $f_{ct,fl}$ e f_{ck} , en N/mm².

- σ'_c, σ''_c as tensións do formigón nas fibras inferior e superior da vigueta ou lousa alveolar pretensada despois da transferencia, deducidas tódalas perdas ata a data de execución do forxado, con signo positivo se son de compresión;
- W', W'' os módulos resistentes da sección homoxeneizada da vigueta ou lousa alveolar pretensada, correspondentes á fibra inferior e superior, respectivamente;
- γ_l coeficiente de seguridade global das accións que, de acordo con 16.1 d), se tomará maior ou igual a 1.25.

CAPÍTULO V

Condições xerais e disposicións constructivas dos forxados

Artigo 17º. *Condições xeométricas.*

A sección transversal do forxado cumprirá os requisitos seguintes (figura 17.a):

- o espesor mínimo h_0 da lousa superior formigonada en obra, excepto nos forxados con lousas alveolares pretensadas nas que poden non dispoñerse esta, será de:
 - 40 mm sobre viguetas;
 - 40 mm sobre pezas de entrevigado cerámicas ou de formigón e lousas alveolares pretensadas;
 - 50 mm sobre pezas de entrevigado doutro tipo;
 - 50 mm sobre pezas de entrevigado no caso de zonas con aceleración sísmica de cálculo maior que 0,16 g.
- o perfil da peza de entrevigado será tal que, a calquera distancia c do seu eixe vertical de simetría, o espesor de formigón da lousa superior formigonada en obra non será menor que:
 - $c/8$ no caso de pezas de entrevigado colaborante.
 - $c/6$ no caso de pezas de entrevigado alixeirantes.
- no caso de forxados de viguetas sen armaduras transversais de conexión co formigón vertido en obra, o perfil da peza de entrevigado deixará a ámbolos lados da cara superior da vigueta un paso de 30 mm, como mínimo;
- no caso de lousas alveolares pretensadas, o espesor mínimo das almas, da ala superior e da ala inferior, debe ser maior que os valores seguintes:
 - $\sqrt{2h}$, sendo h o canto total da peza prefabricada, en mm,
 - 20 mm, e
 - resultado de sumar 10 mm ó tamaño máximo do árido.

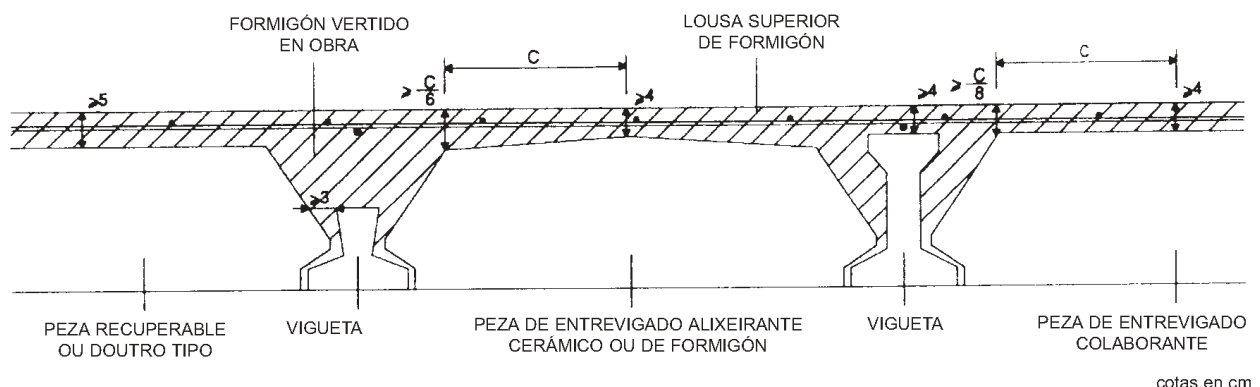


Figura 17.a Condições xeométricas dos forxados

A forma da xunta será a adecuada para permiti-lo paso de formigón de recheo, co fin de crear un núcleo capaz de transmiti-lo esforzo cortante entre lousas colaterais e para, no caso de situar nela armaduras, facilita-la súa colocación e asegurar unha boa adherencia.

A sección transversal das xuntas deberá cumprir cos requisitos seguintes:

- o largo da xunta na parte superior dela non será menor que 30 mm;
- o largo da xunta na parte inferior dela non será menor que 5 mm, nin ó diámetro nominal máximo de árido D ;

- se no interior da xunta se dispoñen barras de atado lonxitudinais, o largo da xunta ó nivel da barra debe ser maior ou igual que o maior dos seguintes valores:

$$\begin{aligned} & \phi + 20 \text{ mm} \\ & \phi + 2 D \end{aligned} \quad \text{con } D \text{ e } \phi \text{ expresados en mm.}$$

Cando a xunta lonxitudinal deba resistir un esforzo cortante vertical (véxase 14.2.2), a superficie debe estar provista de, polo menos, unha rañura de tamaño adecuado con respecto á resistencia do formigón de recheo. En calquera caso, a altura da rañura debe ser maior ou igual a 35 mm, a súa profundidade (o largo máximo) será maior ou igual a 10 mm e a distancia entre a parte superior da rañura e a superficie superior da lousa alveolar pretensada será maior ou igual a 30 mm.

Artigo 18º. *Armado lonxitudinal.*

En forxados de viguetas armadas, a armadura lonxitudinal inferior compoñerase, polo menos, de dúas barras e a súa sección total, A_s , cumprirá a seguinte condición:

Se o cálculo conduce a unha armadura $A_s \leq 0,10 \frac{b_o df_{cd}}{f_{yd}}$, entón dispoñer unha $A_{s,min}$ de valor

$$A_{s,min} = \left[1,5 - 4,55 \frac{A_s f_{yd}}{b_o df_{cd}} \right] A_s$$

En forxados de viguetas pretensadas, na fórmula anterior débese substituír $A_s f_{yd}$ por $A_p f_{pd}$, onde A_p é a área de armadura pretesa e f_{pd} a tensión da dita armadura, deducida a correspondente tensión permanente de pretensado.

A armadura lonxitudinal superior sobre os apoios interiores en continuidade dun forxado, composta por unha ou máis barras, cumprirá a seguinte condición:

Se o cálculo conduce a unha armadura $A_s \leq 0,20 \frac{b_o df_{cd}}{f_{yd}}$, entón dispor unha $A_{s,min}$ de valor

$$A_{s,min} = \left[1,5 - 2,49 \frac{A_s f_{yd}}{b_o df_{cd}} \right] A_s$$

No caso de forxados de viguetas armadas, tanto para momentos positivos como negativos en apoios interiores en continuidade, a armadura A_s debe cumprir ademais a condición:

$$A_s \geq \beta b_w h$$

sendo:

b_o	o largo da sección a nivel da armadura de tracción en flexión positiva, en mm (figura 18);
b_w	o largo mínimo do nervio, en mm;
h	o canto total do forxado, en mm;
d	o canto útil do forxado, en mm;
f_{cd}	a resistencia de cálculo a compresión do formigón de obras, en N/mm^2 ;
f_{yd}	a resistencia de cálculo do aceiro da armadura, en N/mm^2 ;
β	coeficiente o valor do cal é 0,004 para aceiro B 400 e 0,003 para aceiro B 500.

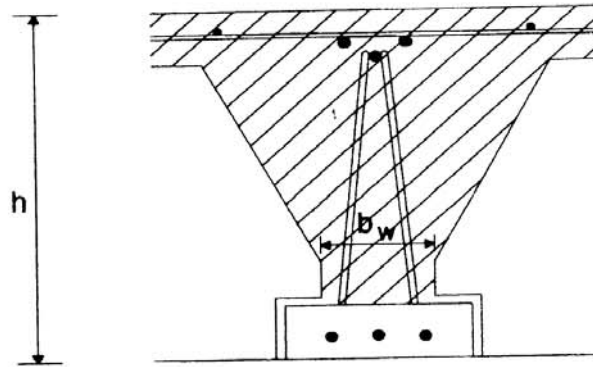


Figura 18 Detalle do nervio

Para outros tipos de pezas diferentes dos forxados de viguetas, aplicarase o previsto na instrucción EHE.

Polo menos a terceira parte da armadura do centro do van será levada ata os extremos.

Nas lousas alveolares pretensadas, cando sexa necesario dispoñer armadura pasiva para resistir momentos negativos sobre os apoios interiores en continuidade, a contía mínima será a indicada neste punto para momentos negativos, caso en que b_0 será a suma dos espesores das almas, e f_{cd} a resistencia de cálculo do formigón da losa alveolar pretensada.

Artigo 19º. Armado transversal.

Os forxados pódense realizar sen armadura transversal se o esforzo cortante de esgotamento dos seus nervios, calculados segundo o número 14.2, é maior ou igual ó esforzo cortante de cálculo. Se no é así, pódense aumentalas dimensións dos nervios ou colocar armadura transversal, de estribos ou de celosía, nas zonas que o requiran.

Nos forxados de viguetas armadas con armadura básica, pódese considerala colaboración da celosía para a comprobación a esforzo cortante, sempre que se cumpran as especificacións definidas para este tipo de armaduras no artigo 31 da instrucción EHE, e isto para as seccións horizontais situadas polo menos 20 mm por debaixo do eixe do redondo superior da celosía.

Artigo 20º. Armado de repartición.

Na losa superior de formigón vertido en obra disporase unha armadura de repartición, con separacións entre elementos lonxitudinais e transversais non maiores que 35 cm de polo menos 4 mm de diámetro en dúas direccións, perpendicular e paralela ós nervios, e tales que a sección total desta armadura, en cm²/m sexa:

a) na dirección perpendicular ós nervios:

$$A_1 \geq \frac{5 h_0}{f_{yd}}$$

b) na dirección paralela ós nervios:

$$A_2 \geq \frac{2,5 h_0}{f_{yd}}$$

sendo:

h_0 o espesor mínimo da losa superior formigonada en obra sobre as pezas de entrevigado, en mm;
 f_{yd} a resistencia de cálculo do aceiro, en N/mm².

De acordo coa instrucción EHE, o diámetro mínimo da armadura de repartición será 5 mm se esta se ten en conta para efectos de comprobación dos estados límite últimos.

No caso de lousas alveolares pretensadas sen losa superior formigonada en obra, para asegura-lo traballo conxunto das lousas e a transmisión transversal de cargas (sobre todo cando existan cargas puntuais ou lineais), dispoñerase un atado na zona de unión das lousas ás vigas principais ou muros.

Artigo 21º. *Enlaces e apoios.*

21.1 Xeneralidades.

En todo apoio debe comprobarse que a capacidade a tracción da armadura introducida, no apoio, é maior que os esforzos producidos na hipótese de formación dunha fisura arrincando da cara do apoio con inclinación de 45º.

21.1 Apoios de forxados de viguetas.

Os nervios dun forxado débense enlazar á cadea de atado dun muro ou a unha viga de canto netamente maior que o do forxado, denominándose apoio directo (figuras 21.2.a a 21.2.f) ou a unha viga plana, cabeza de viga mixta, brochal, etc., do mesmo canto que o forxado denominándose apoio indirecto (figura 21.2.g e figura 21.2.i).

As lonxitudes ℓ_1 e ℓ_2 indicadas nas figuras veñen dadas, en xeral, pola expresións:

a) para viguetas armadas:

$$\ell_1 = \frac{V_d}{A_s f_{yd}} \cdot \ell_b \leq 100mm \qquad \ell_2 = \frac{V_d - \frac{M_d}{0,9d}}{A_s f_{yd}} \cdot \ell_b \leq 50mm$$

sendo:

h_o o espesor mínimo da lousa superior formigonada en obra sobre as pezas de entrevigado, en mm;

f_{yd} a resistencia de cálculo do aceiro, en N/mm²;

V_d o esforzo cortante máximo de cálculo correspondente a unha vigueta;

A_s a área da armadura de tracción realmente disposta;

M_d o momento flector negativo de cálculo en apoios continuos;

d o canto útil do forxado;

ℓ_b a lonxitude básica de ancoraxe ds barras da armadura de momentos positivos da vigueta que entra no apoio.

b) para viguetas pretensadas:

$$\ell_1 = 10 \text{ mm}$$

$$\ell_2 = 60 \text{ mm}$$

Nos casos das figuras 21.2.c), 21.2.f) e 21.1.g) ℓ_1 e ℓ_2 corresponde ó caso de viguetas armadas e as lonxitudes de superposición coa armadura da vigueta nos apoios extremos, ℓ'_1 e nos apoios interiores ℓ'_2 serán iguais a:

$$\ell'_1 = \frac{V_d}{p T_{rd}} \leq 100mm$$

$$\ell'_2 = \frac{V_d - \frac{M_d}{0,9d}}{p T_{rd}} \leq 60mm$$

sendo:

p o perímetro de cortante entre vigueta e formigón en obra;

T_{rd} a tensión rasante de cálculo.

21.3 Apoio de forxado de lousas alveolares pretensadas.

O apoio das lousas alveolares pretensadas en vigas ou muros débese facer sobre unha camada de argamasa fresca de polo menos 15 mm de espesor, ou sobre bandas de material elastométrico ou apoios individuais, situadas sobre cada nervio da lousa. Non se permitirá apoiar directamente as lousas alveolares pretensadas sobre ladrillo, debéndose realizar zunchos de formigón armado para o apoio.

Os apoios poden ser directos e indirectos.

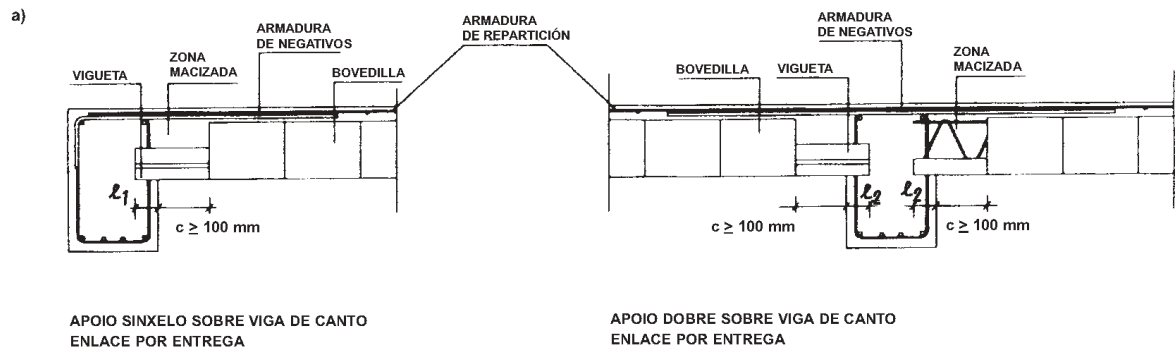


Figura 21.2.a

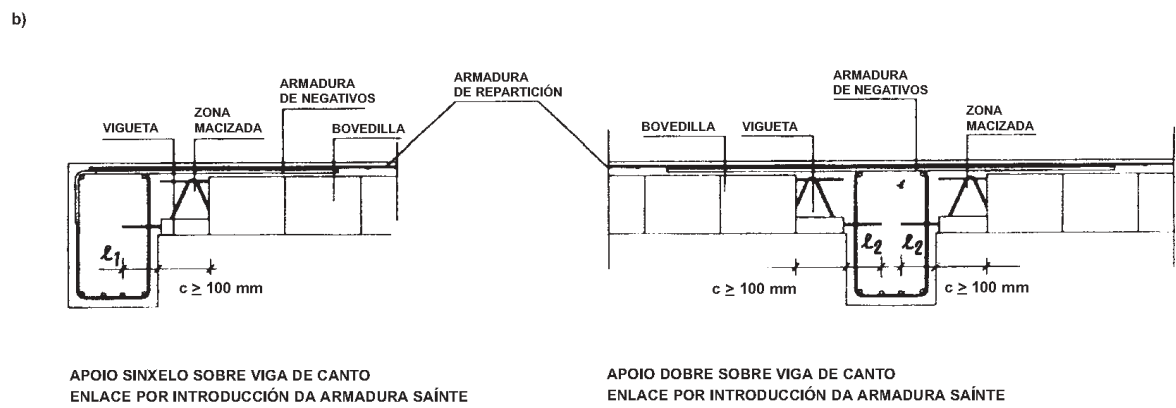


Figura 21.2.b

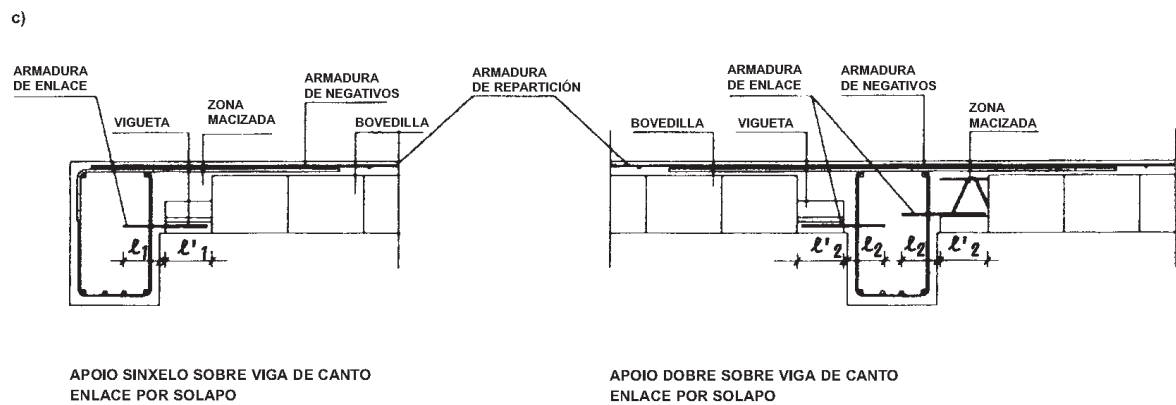


Figura 21.2.c

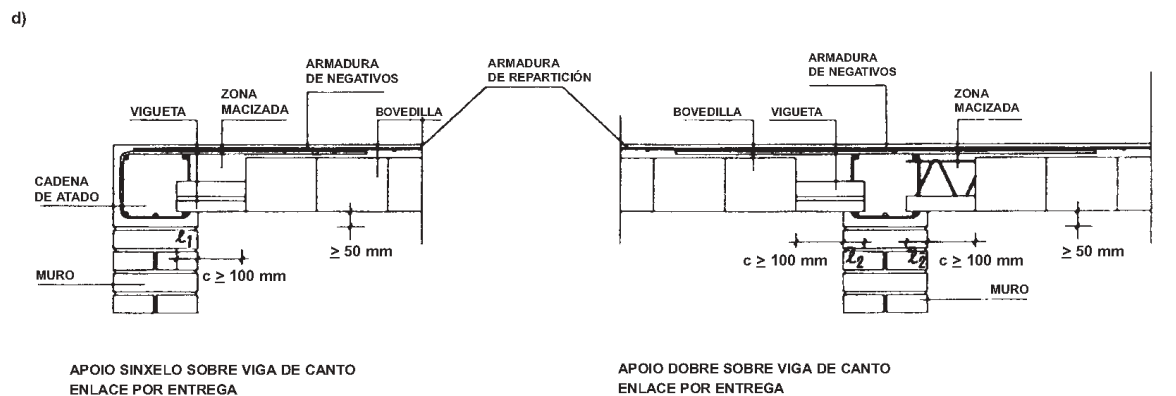


Figura 21.2.d

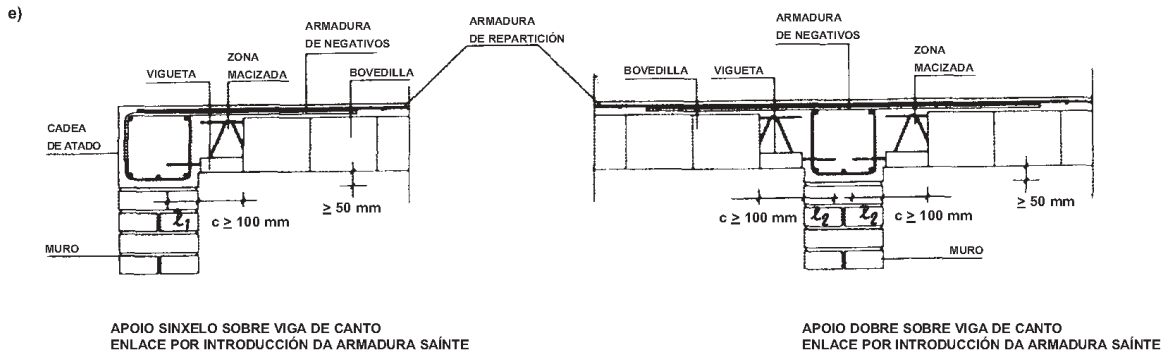


Figura 21.2.e

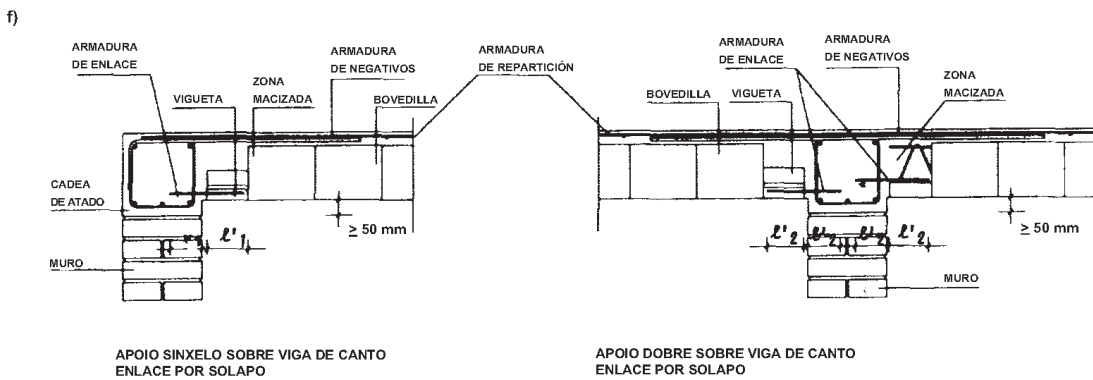


Figura 21.2.f

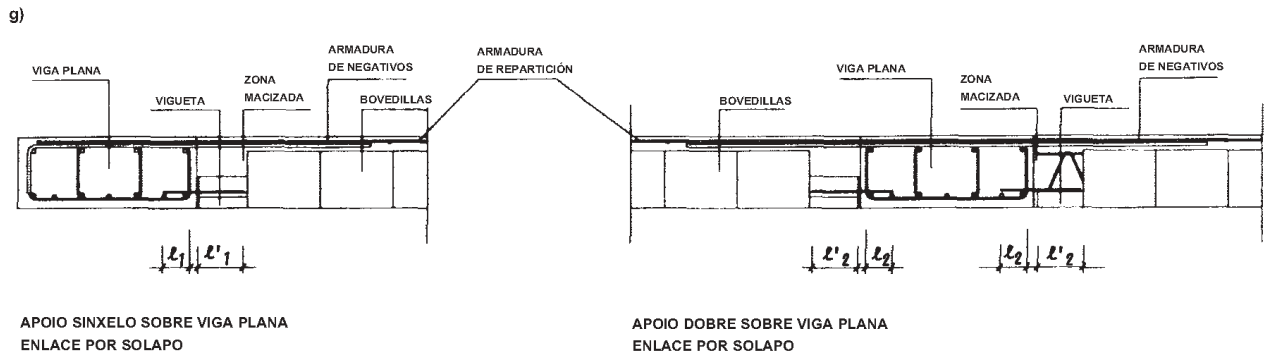


Figura 21.2.g

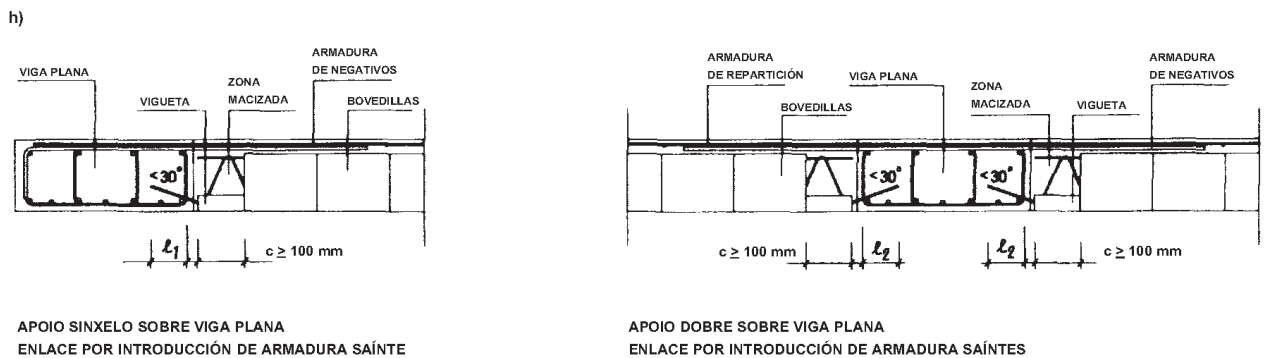


Figura 21.2.h

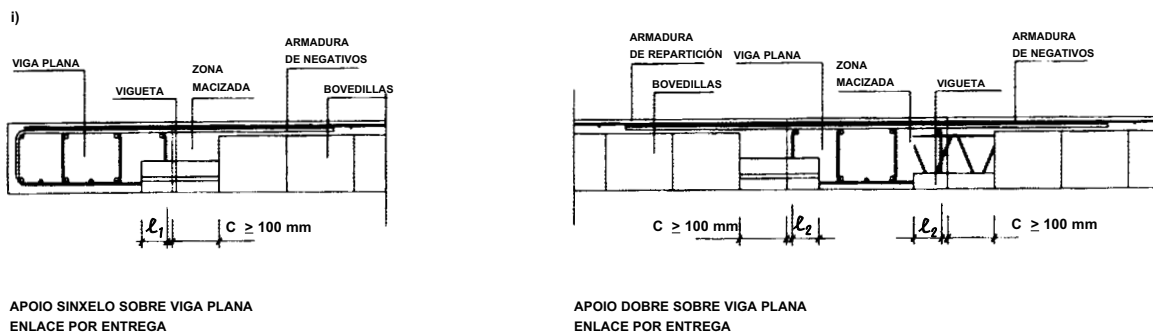


Figura 21.2.i

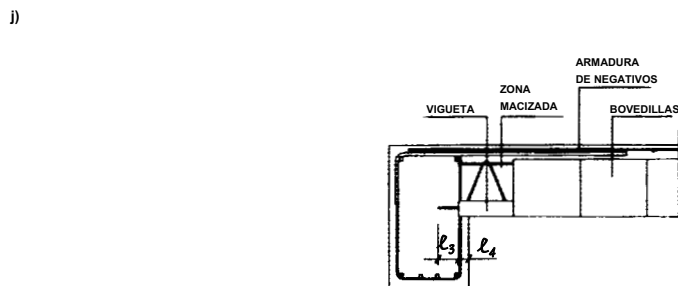


Figura 21.2.j

Figura 21.2 Apoios directos e indirectos de viguetas

21.3.1 Apoios directos.

Son os realizados segundo o esquema da figura 21.3.1.

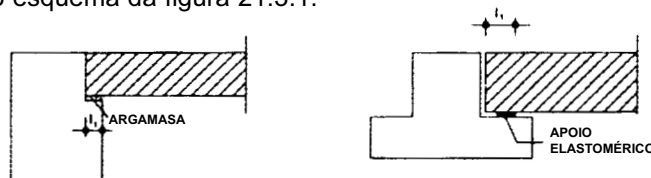


Figura 21.3.1 Apoios directos de lousas alveolares

No caso de apoio directo, a entrega l_1 mínima nominal, medida desde a beira da lousa alveolar pretensada ata a beira interior de apoio real, fixarase de acordo cos seguintes criterios:

1) Se se cumpren simultaneamente tódalas condicións seguintes:

- as cargas de proxecto son repartidas e non existen cargas puntuais significativas nin cargas horizontais importantes incluídas as sísmicas,
- a sobrecarga é igual ou menor que 4 kN/m^2 ,
- o canto da lousa alveolar é igual ou menor que 30 cm, e
- o cortante de cálculo V_d é menor que a metade do resistido pola lousa alveolar pretensada V_{u2} segundo o punto 14.2.2.a),

$$V_d \leq V_{u2} / 2$$

A entrega l_1 mínima nominal será de 50 mm, valor sobre o que se admite unha tolerancia de -10 mm, de modo que a entrega real en obra non será nunca menor que 40 mm;

2) Se algunha das anteriores condicións non se cumpre, o valor mínimo de l_1 deberá ademais determinarse comprobando que na sección do bordo interior do apoio a armadura inferior activa, considerando unha ancoraxe parabólica

dela, é capaz de ancora-lo cortante de cálculo V_d . Se a capacidade de ancoraxe da armadura activa non for suficiente, poderíase suplementar esta armadura con armadura pasiva, correctamente ancorada, aloxada nas xuntas lonxitudinais entre lousas adxacentes ou en alvéolos macizados, e superposta coa armadura activa da lousa.

En tódolos casos se comprobará que o valor de cálculo da presión de apoio, suposta unha entrega igual á nominal menos 2 cm, non supera $0,4 f_{cd}$ do menor dos dous formigóns en contacto, en caso de apoio con argamasa, ou o menor valor de $0,85 f_{cd}$ e a resistencia de cálculo do material elastomérico, en caso de dispoñer este elemento.

21.3.2 Apoios indirectos

Pódense realizar con ou sen esteamento da lousa alveolar pretensada.

1) Sen esteamento da lousa alveolar pretensada. Con apoio na viga ou muro con armadura de conexión (Figura 21.3.2.a).

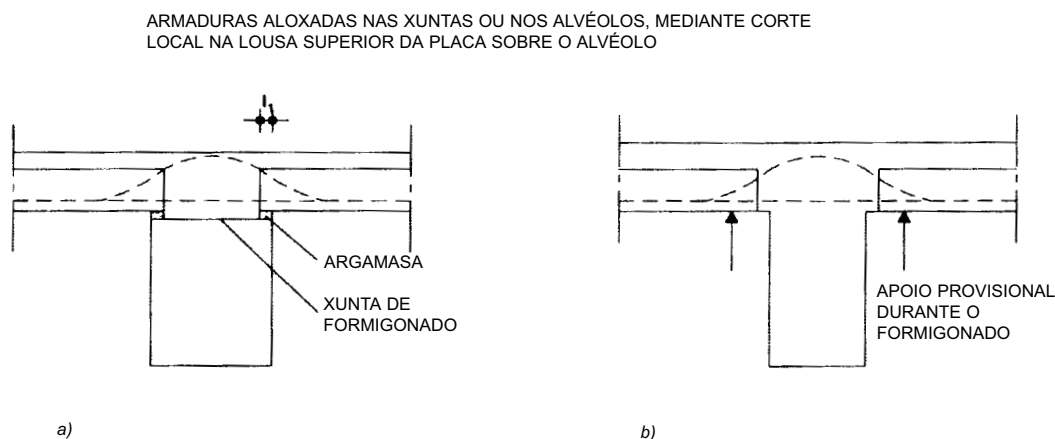


Figura 21.3.2 a e b Apoios indirectos de lousas alveolares

O valor nominal mínimo de ℓ_1 será 40 mm, sobre o que se acepta unha tolerancia, incluída a de lonxitude da lousa alveolar pretensada, de ± 10 mm de modo que as entregas reais en obra non será menores que 30 mm.

2) Co esteamento da lousa alveolar pretensada. (Figura 21.3.2 b).

Os apoios indirectos necesitan comprobacións específicas e non se inclúen nesta instrucción, debéndose calcular de acordo coa instrucción EHE ou con normas específicas destes produtos.

En xeral, salvo casos particulares e calquera que sexa o tipo de apoio, será preciso formigonar en todo o canto do forxado as xuntas nos extremos das lousas coas lousas opostas, xacias ou muros e dispoñer armadura pasiva, lonxitudinal respecto ás lousas, que cruce a xunta e se ancore a ámbolos lados.

Neste caso, e para asegura-lo correcto formigonado das xuntas e, se hai lugar, do macizado de alvéolos, deberanse dispoñer elementos de taponamento dos alvéolos, de plástico ou similar, que garantan que as dimensións de xuntas ou macizados responden ás previstas no proxecto.

As armaduras pódense aloxar na lousa superior formigonada en obra; ou nas xuntas lonxitudinais entre lousas, se as dimensións de xunta e armadura permiten o correcto formigonado daquela; ou en alvéolos macizados, tras romper nunha certa lonxitude o teito deles. Se se escolle esta solución, macizarase polo menos un alvéolo en cada lousa alveolar pretensada de largo igual ou menor que 60 cm e dous nas de largo superior.

Artigo 22º. Armado superior.

Nos apoios dos forxados de viguetas colocarase, como armadura para os momentos negativos, polo menos unha barra sobre cada vigueta. No caso de que haxa que colocar máis de dous por nervio, distribuiranse sobre a liña de apoio para facilitar que o formigón encha ben o nervio, ancorándose adecuadamente en ámbolos lados del.

Nos apoios exteriores de van extremo disporase unha armadura superior capaz de resistir un momento flector, polo menos igual á cuarta parte do momento máximo do van. Tal armadura estenderase desde a cara exterior do apoio nunha lonxitude non menor que o décimo da luz máis o largo do apoio. No extremo exterior a armadura prolongarase en patilla coa lonxitude de ancoraxe necesaria (Figura 22.a).

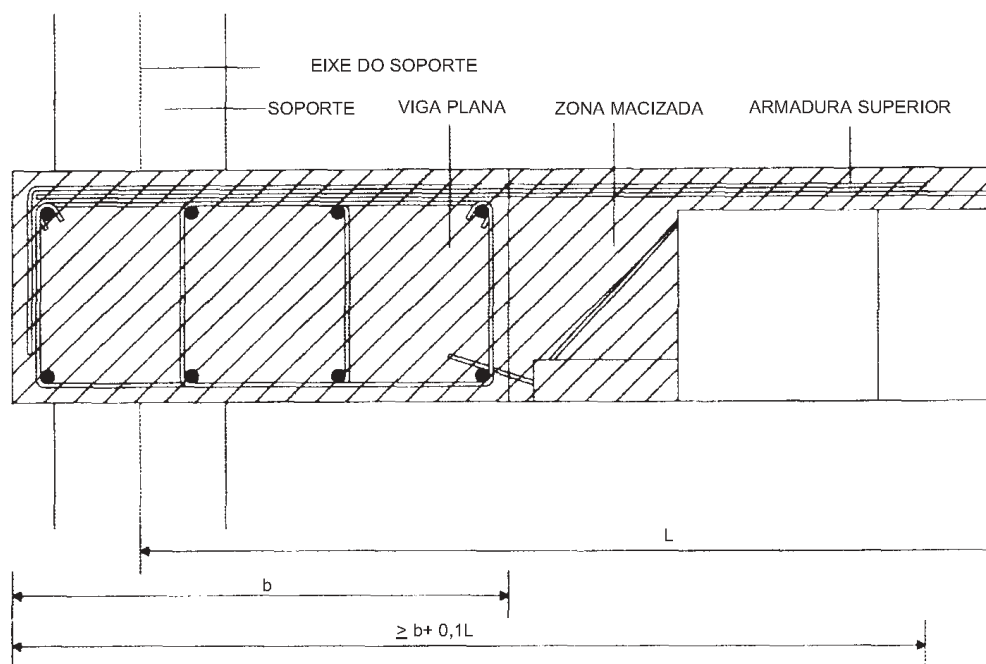


Figura 22.a Ancoraxe de armadura superior en extremo

Nos forxados de lousas alveolares pretensadas sen lousa superior formigonada en obra dispórase, cando sexa necesaria, a armadura superior nos alvéolos que terán sido preparados adecuadamente eliminando o formigón da parte superior nunha lonxitude igual ou maior que a das barras e posteriormente recheados (Figura 22.b)

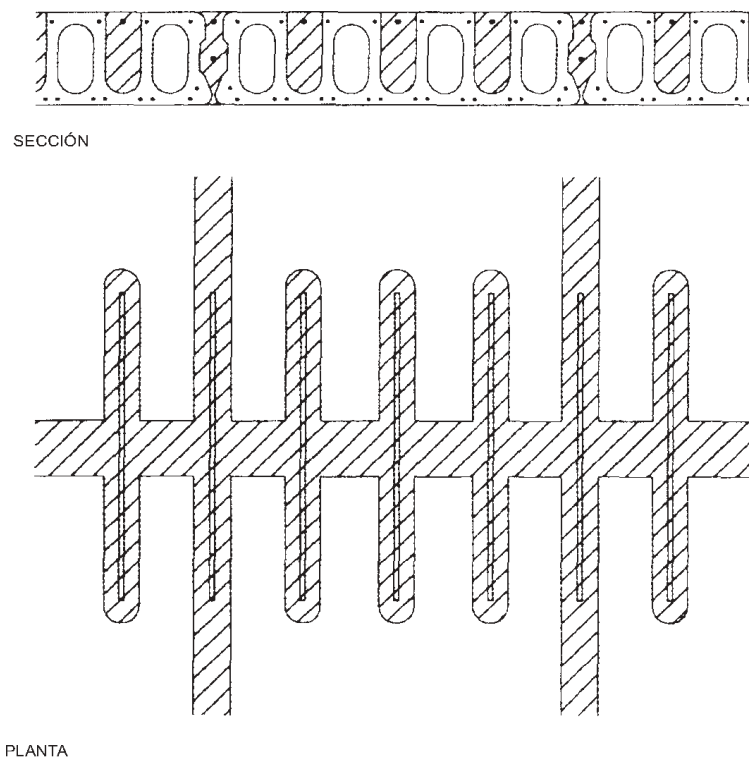


Figura 22.b Ancoraxe superior en lousas alveolares pretensadas

Artigo 23º. Enfrontamento de nervios.

Cando se teña en conta a continuidade dos forxados, os nervios ou viguetas dispóranse enfrontados, pero pódese admitir unha desviación c menor que a distancia recta entre testas s en apoios interiores, e ata 5 cm en apoios de saliente (Figura 23.a).

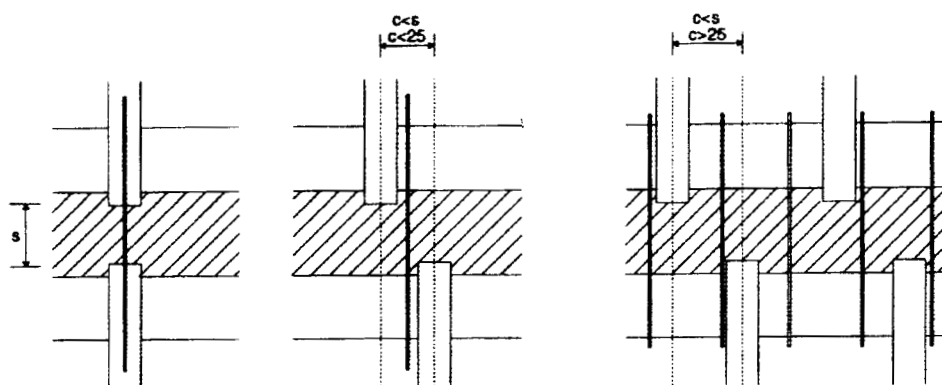


Figura 23.a Enfrontamento de nervios

Nos casos nos que un forxado encontre outro perpendicularmente, a súa armadura superior ancorase por prolongación recta (figura 23.b). Cando un saliente teña nervios perpendiculares ós do tramo adxacente, a súa armadura superior ancorase por prolongación recta unha lonxitude non menor que a lonxitude do saliente nin que dúas veces o intereixe.

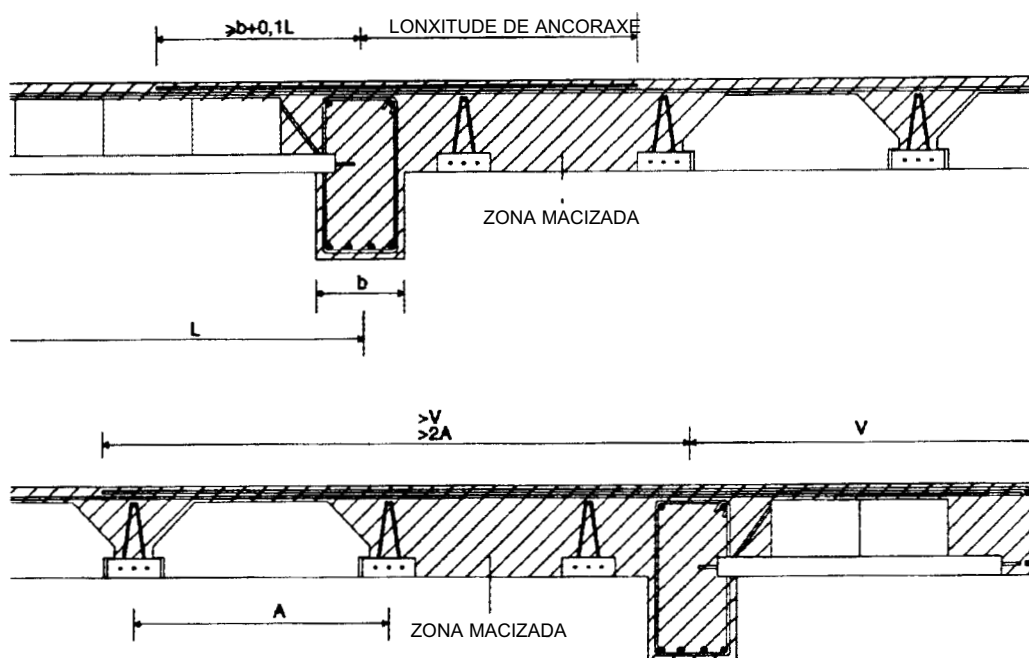


Figura 23.b Encontro entre forxados perpendiculares

Em ámbolos casos, garantírase a resistencia a compresion da parte inferior do forxado macizando as partes necesarias ou con disposicións equivalentes (figura 23.c).

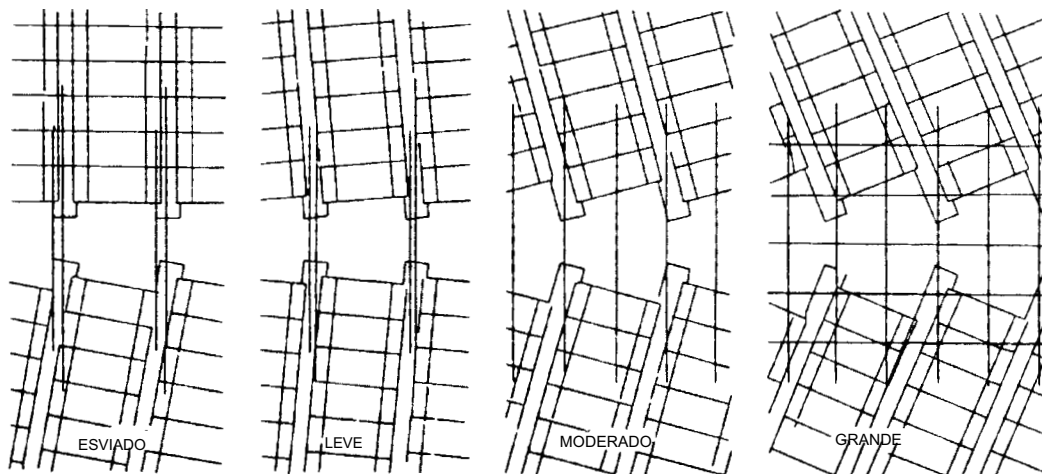


Figura 23.c Encontro oblicuo de viguetas

Se as viguetas acometen oblicuamente o apoio, para ángulos pequenos, por exemplo menores de 22° , a armadura calculada (tendo en conta que perde eficacia co coseno ó cadrado do ángulo) pódese dispoñer segundo a bisectriz de ámbalas direccións. Se o ángulo for maior resulta aconsellable dispoñer unha cuadrícula, a sección da cal, en calquera das dúas direccións, sexa igual á teoricamente necesaria (figura 23.c).

CAPÍTULO VI

Execución

Artigo 24º. *Transporte, descarga e manipulación.*

Seguiranse as instrucións indicadas por cada fabricante para a manipulación, á man ou con medios mecánicos, das viguetas e lousas alveolares pretensadas. Se algunha resultase danada e afectada a súa capacidade portante, deberase refugar.

Artigo 25º. *Acumulación en obra.*

As viguetas e lousas alveolares pretensadas amorearanse limpas sobre dormentes, que coincidirán na mesma vertical, con voos, se é o caso, non maiores que 0,50 m, nin alturas de moreas superiores a 1,50 m, salvo que o fabricante indique outro valor.

Artigo 26º. *Esteamento.*

Dispoñeranse dormentes de repartición para o apoio dos esteos. Se os dormentes de repartición descansan directamente sobre o terreo, haberase que asegurar de que non poidan asentar nel.

Os esteos arriostaranse nas dúas direccións, para que o esteamento sexa capaz de resistir os esforzos horizontais que se poidan producir durante a execución dos forxados.

No caso de forxados de peso propio maior que 3 kN/m^2 ou cando a altura dos esteos sexa maior que 4 m, realizárase un estudo detallado dos esteamentos, que figurará no proxecto.

As sopandas colocaranse ás distancias indicadas nos planos de execución do forxado de acordo co indicado no número 16.1.

Nos forxados de viguetas armadas colocaranse os esteamentos nivelados cos apoios e sobre eles colocaranse as viguetas. Nos forxados de viguetas pretensadas colocaranse as viguetas axustando a seguir os esteamentos. Os esteos deberán poder transmitir a forza que reciban e, finalmente, permitilo desesteamento con facilidade.

Artigo 27º. *Colocación das viguetas e pezas de entrevigado.*

Unha vez niveladas as sopandas, procederáse á colocación das viguetas co interese que se indica nos planos, mediante as ezas de entrevigado extremas. Finalizada esta fase, axustaranse os esteos e procederáse á colocación das restantes pezas de entrevigado.

Artigo 28º. *Colocación das armaduras.*

A armadura de negativos colocarase preferentemente baixo a armadura de repartición. Poderase colocar por encima dela, sempre que ambas cumpran as condicións requiridas para os recubrimentos e estea debidamente asegurada a ancoraxe da armadura de negativos sen contar coa armadura de repartición.

Nos forxados de lousas alveolares pretensadas, as armaduras de continuidade e as da lousa superior formigonada en obra manteranse na súa posición mediante os separadores necesarios. A calidade dos separadores e a distancia máxima entre eles serán conformes co establecido nos números 37.2 e 66.2 da instrucción EHE.

O recubrimento de calquera armadura respecto ás pezas de entrevigado débese fixar na hipótese de que o seu interior corresponde á clase de exposición I.

Artigo 29º. *Formigonado en obra.*

Antes de formigonar comprobarase que non existen elementos estraños, como lama, anacos de madeira, etc. e regárase abundantemente, en especial se se utilizan pezas de entrevigado cerámicas.

O formigón vertido en obra, tanto en recheo de nervios ou xuntas como na lousa superior de formigón, debe ser dosado e posto en obra de maneira adecuada, co obxecto de obter un formigón suficientemente compacto, resistente e duradoiro.

O formigonado dos nervios ou xuntas e a lousa superior realizarase simultaneamente, compactando con medios adecuados á consistencia do formigón. Nos forxados de lousas alveolares pretensadas asegurase que a xunta quede totalmente rechea.

No momento do formigonado, as superficies das pezas prefabricadas que van quedar en contacto co formigón vertido en obra deben estar exentas de po e convenientemente humedecidas para garanti-la adherencia entre os dous formigóns.

No caso de lousas alveolares pretensadas, a compactación do formigón de recheo das xuntas realizarase cun vibrador que poida penetrar no largo das xuntas.

Artigo 30. *Cura do formigón.*

Débese realizar de acordo co establecido no artigo 74º da instrucción EHE.

Artigo 31. *Desesteamento.*

Os prazos de desesteamento serán os prescritos no artigo 75º da instrucción EHE. Para modificar estes prazos, o constructor redactará un plan de desesteamento consonte os medios materiais dispoñibles, debidamente xustificado, e establecerá os medios de control e seguridade apropiados, que someterá á aprobación da dirección facultativa.

A orde de retirada dos esteos será desde o centro do van cara ós extremos e no caso de salientes do voo cara ó arrinque. Non se entresacarán nin retirarán esteos sen a autorización revia da dirección facultativa.

Non se desesteará de forma súbita e adoptaranse precaucións para impedi-lo impacto das sopandas e esteos sobre o forxado.

Artigo 32º. *Realización de tabiques divisorios ríxidos.*

Na execución de elementos divisorios constituídos por tabiques ríxidos, adoptaranse as solucións constructivas que sexan necesarias para minimiza-lo risco de aparición de danos nos tabiques ante o apoio do forxado e a transmisión de cargas dos andares superiores a través dos tabiques.

CAPÍTULO VII

Control

Artigo 33º. *Bases xerais do control de calidade.*

O control de recepción dos elementos resistentes e pezas de entrevigado que se establece nesta instrucción con carácter preceptivo ten por obxecto garantir que os diversos elementos utilizados na construción do forxado se axustan ó proxecto e ás prescricións desta instrucción.

Artigo 34º. *Control de recepción de elementos resistentes e pezas de entrevigado.*

34.1 Xeneralidades.

Corresponde á dirección facultativa a responsabilidade de asegura-la realización do control de recepción, conforme o establecido no proxecto.

Para efectos do control de recepción dos elementos resistentes prefabricados constitutivos de forxados, establécense os seguintes niveis:

- control a nivel intenso.
- control a nivel normal.

O control de recepción incluírá un control documental de cada fornecemento que chegue á obra, conforme o establecido no número 34.2, e un control dos recubrimentos conforme o establecido no número 34.3.

34.2 *Control documental.*

Antes da recepción dos elementos constitutivos dos forxados (viguetas, lousas alveolares pretensadas, pezas de entrevigado, etc.), solicitaranse do constructor as autorizacións de uso dos forxados e comprobarase que estas están vixentes na data de comezo de construción dos forxados e que as características físico-mecánicas do tipo elixido son iguais ou superiores ás prescritas no proxecto de execución do edificio.

En cada fornecemento que chegue á obra faranse as verificacións seguintes:

a) para elementos resistentes comprobarase que:

- as viguetas ou lousas alveolares pretensadas levan marcas que permitan a identificación do fabricante, tipo de elemento, data de fabricación e lonxitude do elemento, e que estas marcas coinciden cos datos que deben figurar na folia de fornecemento;
- as características xeométricas e de armado do elemento resistente cumpren as condicións reflectidas na autorización de uso e coinciden coas establecidas nos planos dos forxados do proxecto de execución do edificio;
- os recubrimentos mínimos dos elementos resistentes cumpren as condicións sinaladas no número 34.3, con respecto ó que consta nas autorizacións de uso;
- certificado ó que se fai referencia na alínea e) do número 3.2;
- se é o caso, conforme o establecido nos números 14.2.1 e 14.3, certificados de garantías ós que se fai referencia nos anexos 5 e 6.

b) para pezas de entrevigado comprobarase que:

- as características xeométricas das pezas de entrevigado cumpren as condicións reflectidas na autorización de uso e coinciden coas establecidas nos planos dos forxados do proxecto de execución do edificio;
- a certificación documental do fabricante baseada en ensaios sobre o cumprimento de carga de rotura a flexión, segundo o número 11.1 e, así mesmo, se a peza de entrevigado é cerámica, da expansión por humidade segundo o número 11.1;
- a garantía documental do fabricante, baseada en ensaios, de que o seu comportamento de reacción ó lume alcance polo menos unha clasificación M1, de acordo con UNE 23727:90, no caso de as pezas de entrevigado non seren cerámicas ou de formigón.

O anterior entenderase sen prexuízo das facultades da dirección facultativa para esixir as comprobacións que coide convenientes.

34.3 Control dos recubrimentos dos elementos resistentes prefabricados.

O control do espesor dos recubrimentos efectuarase antes da colocación dos elementos resistentes. No caso de armaduras activas, a verificación do espesor do recubrimento efectuarase visualmente, medindo a posición das armaduras nos correspondentes bordos do elemento. No caso de armaduras pasivas, procederase a repicar o recubrimento de cada elemento que compón a mostra en, polo menos, tres seccións, das que unha deberá ser a sección central. Unha vez repicada, refugarase a correspondente vigueta.

Nos caso de os elementos resistentes estaren en posesión dun distintivo oficialmente recoñecido, serán eximidos da verificación de espesores de recubrimento, salvo indicación contraria da dirección facultativa.

Para a realización do control, dividirase a obra en lotes segundo a táboa 34.1.

TÁBOA 34.1

Tipo de forxado	Tamaño do lote
Forxado interior.	500 m ² de superficie, sen exceder dous andares
Forxado de cuberta.	400 m ² de superficie.
Forxado sobre cámara sanitaria	300 m ² de superficie.
Forxado exterior en balcóns ou terrazas	150 m ² de superficie, sen exceder un andar.

34.3.1 Control a nivel intenso.

Para cada un dos lotes seleccionárase unha mostra, composta por dous elementos prefabricados, sobre os que se efectuará a comprobación do recubrimento real que presentan as armaduras.

34.3.2 Control a nivel normal.

Para cada un dos lotes seleccionárase unha mostra composta por un elemento prefabricado sobre o que se efectuará a comprobación do recubrimento real que presentan as armaduras.

34.3.3 Criterios de valoración dos recubrimentos.

Calcularase para cada armadura a desviación δ definida como:

$$\delta = r_{\min} - X_i$$

sendo:

- r_{\min} o recubrimiento mínimo segundo o punto 13.3;
 X_i o valormínimo do recubrimiento real obtido na armadura i do elemento.

O criterio de valoración para calquera elemento resistente (viguetas ou lousa alveolar pretensada) da mostra consiste en comproba-lo cumprimento simultáneo das condicións seguintes:

- non presentar ningunha armadura con $\delta > 3$ mm;
- presentar como máximo unha armadura con $\delta > 2$ mm.

34.4 Criterios de aceptación ou rexeitamento.

Para aceptar un lote será condición imprescindible que as verificacións definidas no número 34.2 sexan conformes. Ademais, en función dos resultados do control dos recubrimentos, procederase como segue:

- cando tódolos elementos da mostra seleccionada cumpran os requisitos do número 34.3.1 aceptarase o lote;
- cando algún elemento da mostra non cumpra os criterios do número 34.3.1 rexeitarase o lote.

Artigo 35°. *Control do formigón e armaduras colocados en obra.*

O control destes materiais efectuarse segundo o nivel previsto no proxecto, consonte as prescricións da instrucción EHE, considerando estes materiais incluídos nos correspondentes lotes da estrutura.

Desaconséllase o emprego de formigóns non fabricados en central debido ás dispersións na calidade do formigón a que habitualmente conduce este sistema de fabricación. En caso de se utilizar, convirá extrema-las precaucións na dosaxe, fabricación e control, que se debe realizar conforme o especificado no número 69.3 da instrucción EHE.

Cando o resto da estrutura sexa de formigón, armado ou pretensado, os niveis de control establecidos para a recepción dos materiais e execución do forxado serán os mesmos que os do resto da estrutura.

Artigo 36°. *Control da execución.*

O control da execución axustarase ó especificado no artigo 95° da instrucción EHE. En particular, durante a execución do forxado comprobaranse os seguintes aspectos, os cales quedarán reflectidos na inspección de control:

- as acumulacións cumpren as especificacións do artigo 25°,
- as viguetas ou lousas alveolares pretensadas non presentan danos que afecten a súa capacidade resistente,
- os enlaces ou apoios nas viguetas ou lousas alveolares pretensadas son correctos,
- a execución dos esteamentos é correcta, con especial atención á distancia entre sopandas, diámetros e resistencia dos esteos.
- a colocación de viguetas coincide coa posición prevista nos planos,
- a lonxitude e diámetro das armaduras colocadas en obra son as indicadas nos planos,
- a posición e fixación das armaduras realízase mediante a utilización dos separadores adecuados,
- as disposicións constructivas son as previstas no proxecto,
- realízase a limpeza e rega das superficies antes da vertedura do formigón en obra,
- o espesor da lousa superior formigonada en obra coincide cos prescritos,
- a compactación e cura do formigón son correctos,
- cúmprase as condición para proceder ó desesteamento,
- as tolerancias son as que figuran no prego de prescricións técnicas particulares das obras, e
- cando no proxecto se utilizasen os coeficientes γ_g e γ_q diferentes dos da instrucción EHE que permite o artigo 6°, comprobarase que cumpren as condicións que se establecen neste.

ANEXOS

Anexo 1

Normas UNE referenciadas

UNE 23727:1990	Ensaio de reacción ó lume dos materiais de construción. Clasificación dos materiais utilizados na construción.
UNE 53981:1998	Plásticos. Bovedillas de poliestireno expandido (EPS) para forxados unidireccionais con viguetas prefabricadas.
UNE 67036:1999	Productos cerámicos de arxila cocida. Ensaio de expansión por humidade.
UNE 67037:1999	Productos cerámicos de arxila cocida. Ensaio de resistencia a flexión.

Anexo 2

Repartición transversal de cargas lineais e esteos en forxados de viguetas

Nos forxados de viguetas haberá que ter en conta as cargas superficiais de peso propio do forxado, sollado, revestimento, tabiques e sobrecarga de uso e, ademais, se existiren, cargas lineais de muros e particións pesadas (superiores a un tabicón) e, se for o caso, cargas puntuais ou localizadas.

Nos forxados de cuberta haberá que considera-las cargas superficiais de peso propio do forxado, incluíndo os recheos ou taboleiros con tabiques, sollado ou cobertura, illamento, revestimentos, sobrecarga de neve ou de uso se esta for máis desfavorable e, se for caso diso, a sobrecarga de vento. Ademais, consideraranse as cargas lineais, puntuais ou localizadas, de existiren.

Os tabiques e os sollados pódense considerar como cargas de carácter permanente e, por tanto, en xeral, non é preciso o estudo da súa alternancia tramo a tramo.

A repartición das cargas puntuais situadas sensiblemente no centro da lonxitude dunha vigueta interior, ou lineais paralelas a elas, en ausencia de cálculos máis precisos, pódese obter de forma simplificada multiplicando a carga polos coeficientes indicados na táboa seguinte:

Coeficientes de repartición transversal de cargas puntuais ou lineais

Vigueta	1	2	3	4
Coeficiente	0,30	0,25	0,15	0

Neste caso a lousa superior formigonada en obra débese armar para resistir un momento igual a:

$0,3 p_d$ para carga lineal;
 $0,125 P_d$ para carga puntual;

sendo:

M_d o momento, correspondente á vigueta, en mkN/m;
 P_d a carga puntual de cálculo, en kN;
 p_d a carga lineal de cálculo, en kN/m, por m de vigueta

Esta armadura débese estender na dirección das viguetas ata unha distancia de $L/4$ a partir da carga puntual e a mesma lonxitude a partir dos extremos da zona cargada no caso de carga lineal e na dirección perpendicular a elas ata atinxi-la vigueta 4 da figura A2.

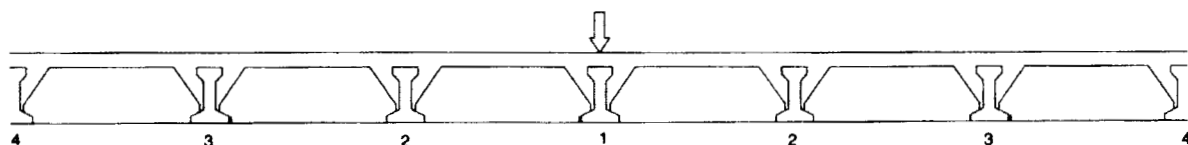


Figura A2 Repartición transversal de cargas puntuais ou lineais

Anexo 3

Repartición transversal de cargas lineais e puntuais en forxados de lousas alveolares pretensadas

1. Método de cálculo

Pódense empregar dous métodos de cálculo, con distribución da carga segundo a teoría da elasticidade e sen distribución de carga.

O primeiro método só se debe empregar cando se limitan os desprazamentos laterais conforme o estipulado no número 3 deste anexo. En caso contrario, o cálculo deberase realizar segundo o segundo método.

As cargas lineais paralelas ó van dos elementos e non maiores de 5 kN/m pódense substituír por unha carga distribuída uniformemente sobre un largo igual a un cuarto da luz de van a ámbolos lados da carga. Se o largo dispoñible próximo á carga é menor que un cuarto da luz, a carga deberíase distribuír sobre un largo igual ó dispoñible nun lado, máis un cuarto da luz no outro lado.

1.1 Distribución da carga segundo a teoría da elasticidade.

Os elementos considéranse como lousas isótropas ou anisótropas e as xuntas lonxitudinais como rótulas (palmelas).

A porcentaxe da carga sobre o elemento directamente cargado, obtida do cálculo, débese multiplicar, en estado límite último por un coeficiente $\gamma = 1,25$; a porcentaxe total da carga transmitida a través dos elementos adxacentes pódese reducir na mesma contía, distribuíndose entre os distintos elementos en función das súas correspondentes porcentaxes de carga.

Como alternativa á determinación analítica, a distribución transversal de carga pódese obter por medio de gráficos baseados na teoría da elasticidade. Nos números 4 e 5 subministráanse gráficos para lousas de largo $b=1,20$ m.

1.2 Sen distribución de carga.

Cada elemento debe ser proxectado considerando que tódalas cargas actúan directamente sobre el, supoñendo constante nulo nas xuntas transversais. Neste caso, a distribución da carga transversal e os momentos torsores asociados pódense ignorar en estado límite último. Sen embargo, en estado límite de servizo débense cumprir os requisitos establecidos nos números 6.3.5 e 6.3.7. O largo efectivo débese limitar conforme o número 2 deste anexo.

2. Limitación do largo efectivo.

Se o cálculo en estado límite último se basea no segundo método definido no número 1 (sen distribución de carga), para cargas puntuais, e para cargas lineais cun valor característico maior que 5 kN/m, o largo efectivo máximo débese limitar ó largo da carga aumentado por:

- a) no caso de cargas no interior do forxado, o dobre da distancia que houber entre o centro da carga e o apoio, pero nunca máis da metade do largo do elemento cargado.
- b) no caso de cargas sobre bordes lonxitudinais libres, unha vez a distancia entre o centro da carga e o apoio, pero non máis da metade do largo do elemento cargado.

3. Limitación de desprazamentos laterais.

Se o proxecto se basea no método definido no número 1 por distribución da carga segundo a teoría da elasticidade, os desprazamentos laterais débense limitar mediante:

- a) as partes que rodean a estrutura,
- b) a fricción nos apoios,
- c) a armadura nas xuntas transversais, e
- d) os atados perimetrais

En situacións sen risco sísmico, consonte o establecido na Norma de Construcción Sismorresistente, só se pode contar coa fricción nos apoios se se proba que é posible desenvolve-la fricción suficiente. Ó calcula-las forzas resistentes de fricción, débese consdiera-la forma real de apoio.

A resistencia requirida debe ser igual, ó menos, ós esforzos cortantes verticais totais que teñen que se transmitir a través das xuntas lonxitudinais.

4. Coeficientes de distribución de carga para cargas en centro e bordos.
 - a) Nas figuras A.3.1, A.3.2 e A.3.3, inclúense gráficos coas porcentaxes de carga para unha carga centrada e de bordo. Unha carga pódese considerar como carga centrada se a distancia desde ela ó bordo da área de forxado é $\geq 2,5$ veces o largo da lousa alveolar pretensada ($\geq 3\text{m}$). Para cargas entre o bordo e o centro, as porcentaxes de carga pódense obter por interpolación lineal.
 - b) Nas figuras A.3.2 e A.3.3 inclúense gráficos cos coeficientes de distribución para cargas puntuais en centro de van ($l/x=2$). Para cargas próximas ó apoio, $l/x \geq 20$, a porcentaxe de carga asignada á lousa directamente cargada débese tomar igual ó 100% e as das lousas non directamente cargadas igual ó 0%. Para valores de l/x entre 2 e 20, as porcentaxes de carga pódense obter por interpolación lineal.
 - c) Ó determina-las porcentaxes de carga, as cargas lineais cunha lonxitude maior da metade da luz débense considerar como cargas lineais. As cargas lineais cunha lonxitude menor que a metade da luz débense considerar cargas lineais se o centro da carga está na metade do van e cargas puntuais no centro da carga se o centro dela non está na metade do van.
 - d) Nos forxados de lousas alveolares pretensadas sen lousa superior formigonada en obra, as porcentaxes da carga, determinadas polos gráficos, débense modificar, en estado límite último, como segue:
 - a porcentaxe da carga sobre o elemento directamente cargado deberase multiplicar por un coeficiente $\gamma_M = 1,25$;
 - as porcentaxes totais dos elementos non cargados directamente pódense reducir na mesma cantidade segundo a relación das súas porcentaxes de carga.

Os esforzos constantes nas xuntas débense calcular a partir das porcentaxes de carga e consideraranse distribuídas linealmente. Para cargas puntuais non situadas na metade do van e para cargas lineais que, segundo a alínea c) teñen que se considerar como puntuais, a lonxitude efectiva da xunta que transmita o esforzo cortante deberase escoller igual ó dobre da distancia desde o centro da carga ó apoio máis próximo (véxase figura A.3.4).

- e) Os esforzos cortantes lonxitudinais en cada xunta pódense obter a partir das porcentaxes de carga dadas nos gráficos. A partir destes cortantes pódense obter os momentos torsores en cada elemento.

Se os desprazamentos laterais se limitan segundo o punto 3), os momentos torsores pódense dividir por un factor 2.

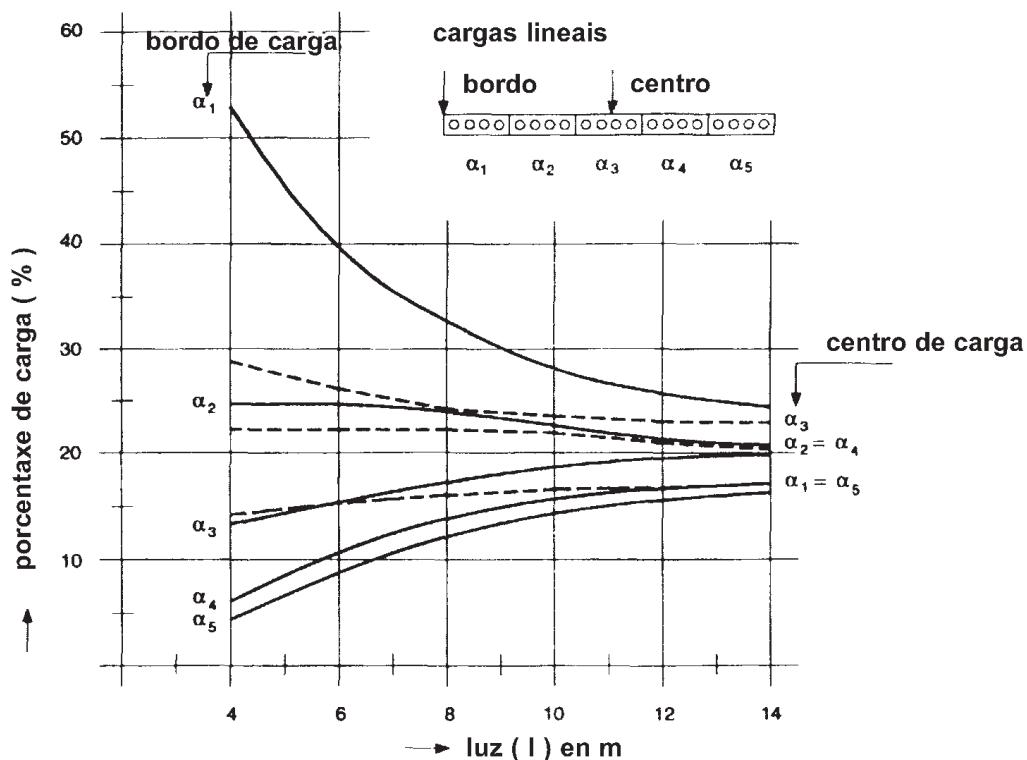


Figura A.3.1 Factores de distribución de carga para cargas lineais

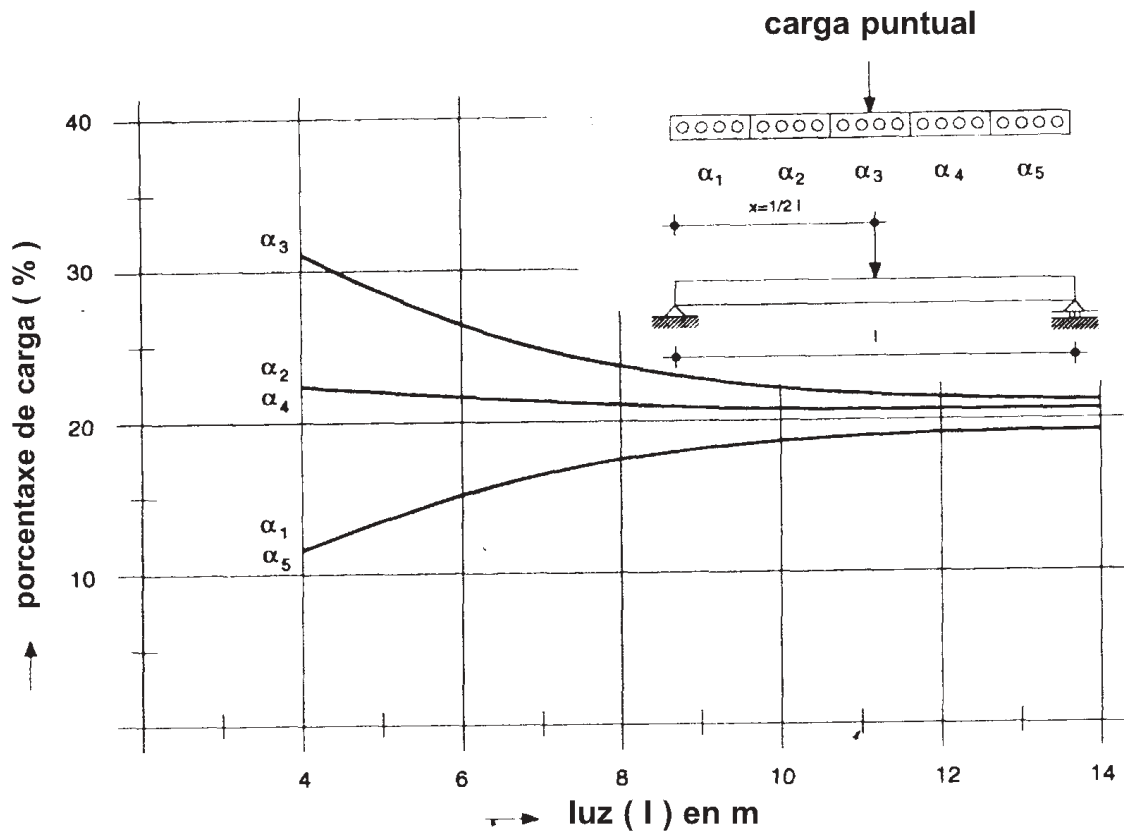


Figura A.3.2 Factores de distribución de carga para cargas puntuais centradas no largo

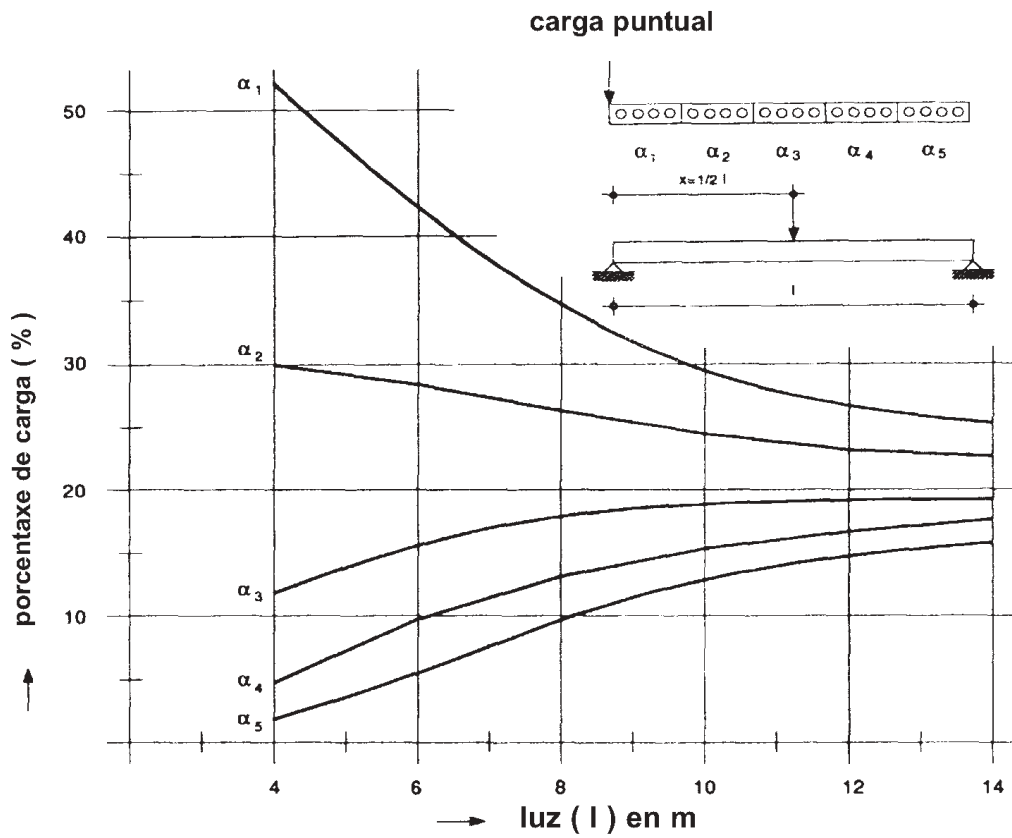


Figura A.3.3 Factores de distribución de carga para cargas puntuais no bordo

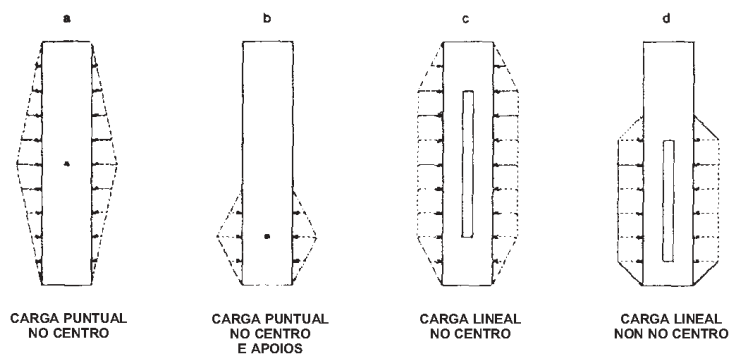


Figura A.3.4 Formas supostas das forzas cortantes verticais nas xuntas

5. Coeficientes de distribución de carga para tres bordos apoiados.

- a) Para cargas lineais ou puntuais, as forzas de reacción pódense basear nas figuras A.3.5 e A.3.6. Se o número de elementos n é maior que 5, a forza de reacción débese multiplicar polo factor (véxanse figuras A.3.5 e A.3.6):

$$1 - \left(\frac{n-5}{50} \frac{s}{b} \right)$$

Sendo s a distancia da carga desde o apoio, en mm.

No caso de catro bordos apoiados, a forza de reacción do apoio máis próximo á forza débese multiplicar polo factor:

$$\frac{nb - s}{nb}$$

- b) Se a distancia entre a carga e o apoio lonxitudinal é maior que 4,5 veces o largo da lousa (b), a forza de reacción pódese tomar igual a cero.
- c) Ó determina-las forzas de reacción, as cargas lineais cunha lonxitude maior que a metade da luz débense considerar como cargas lineais. As cargas lineais cunha lonxitude menor que a metade da luz consideraranse como cargas lineais se o centro da carga está en metade do van e como cargas puntuais se o centro da carga non está na metade do van. A forza de reacción da figura A.3.5 pódese multiplicar pola relación da lonxitude da carga coa lonxitude do van.
- d) Para cargas puntuais na metade do van, $\ell/x=2$ as forzas de reacción pódense obter da figura A.3.6. Para cargas preto do apoio, $\ell/x \geq 20$, débese toma-lo valor cero para a forza de reacción; para valroes de ℓ/x entre 2 e 20 débense calcular por interpolación lineal. A lonxitude da forza de reacción débese tomar igual ó dobre da distancia entre o centro da carga e o apoio máis próximo. A magnitude da forza é o valor da figura A.3.6 multiplicado por $2x/\ell$.
- e) A distribución transversal causada pola forza de reacción débese calcular segundo o punto 4) considerando a forza de reacción como unha carga en bordo (negativa).

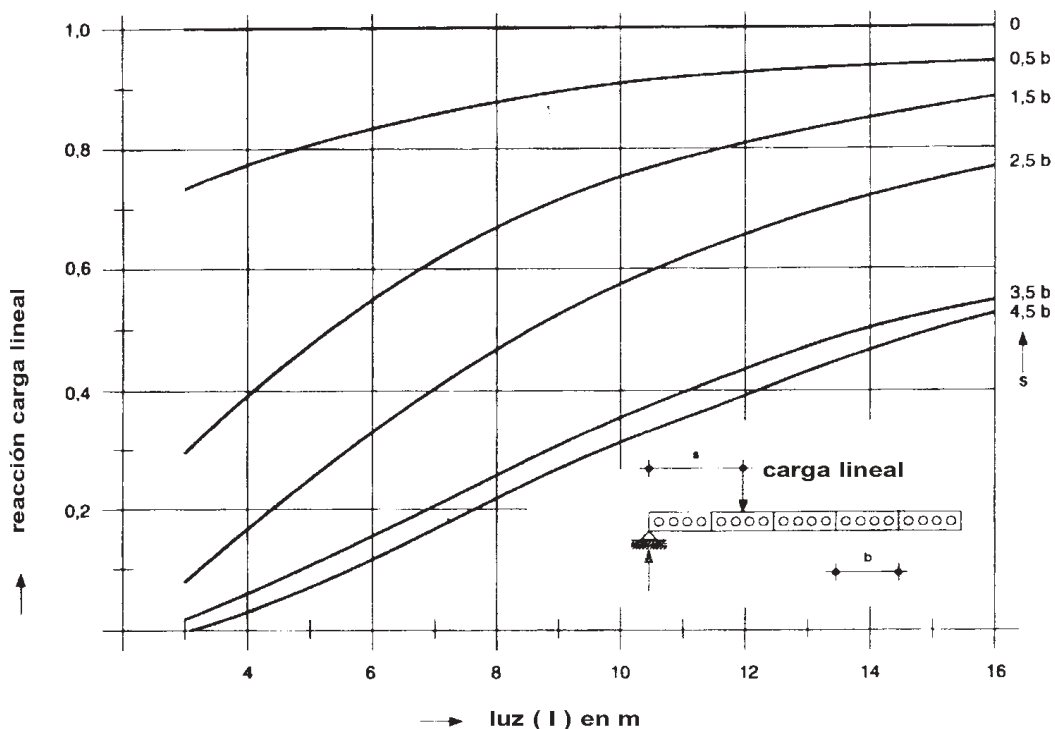


Figura A.3.5 Forza de reacción no apoio lonxitudinal debida a unha carga lineal

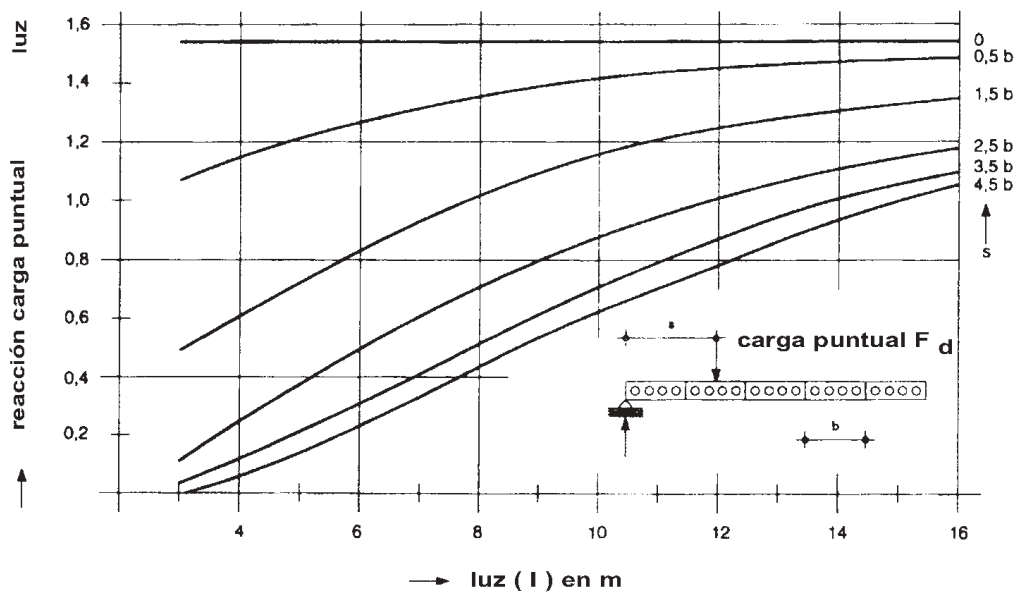


Figura A.3.6 Forza de reacción no apoio lonxitudinal debida a unha carga puntual no centro de van

Anexo 4

Coaccións non desexadas en lousas alveolares pretensadas. Armadura mínima en apoios simples

1. Xeneralidades

No cálculo das lousas alveolares pretensadas e no detalle das súas unións en apoios débense considera-las coaccións non desexadas e os seus momentos negativos implícitos co fin de evitar posibles fisuras derivadas da coacción ó xiro que puidesen iniciar un fallo por cortante nas proximidades do apoio.

Pódense usa-los seguintes métodos para considera-los momentos negativos debidos a coaccións non desexadas:

- proxecta-la unión de tal xeito que eses momentos non se produzan.
- concebir e calcula-la unión de xeito que as fisuras que se produzan non dean lugar a situación perigosas.
- considerar no cálculo os momentos negativos debidos ás coaccións non desexadas. A seguir detállase este procedemento.

2. Proxecto mediante cálculo.

Pódese adopta-lo seguinte procedemento de cálculo:

- Nos extremos dos apoios, que se supuxeron apoios libres, a menos que pola natureza do apoio non se poidan desenvolver momentos de axuste, débese considerar un momento flector negativo no apoio igual ó menor dos valores seguintes:

$$M_{d,f} = M_{1d}/3$$

$$M_{d,f} = 2/3 N_{d,sup} a + \Delta M$$

con ΔM igual ó maior valor dos dous valores seguintes:

$$\Delta M = f_{ct,d} W$$

$$\Delta M = f_{yd} A_{st} d + \mu_b N_{d,sup} h$$

Se a distancia entre os bordos extremos das lousas alveolares é menor que 50 mm ou se a xunta non está rechea, entón ΔM tomarase igual ó menor dos dous valores seguintes:

$$\Delta M = \mu_b N_{d,sup} h$$

$$\Delta M = \mu_0 N_{d,inf} h$$

sendo (véxase tamén figura A.4.1):

M_{1d} o momento de cálculo máximo no van, igual a $\gamma_G (M_G - M_{pp}) + \gamma_Q M_Q$

con:

M_G o momento máximo característico no van debido a accións permanentes.

M_Q o momento máximo característico no van debido a accións variables.

M_{pp} o momento máximo característico no van debido ó propio peso do forxado.

a a lonxitude do apoio como se mostra na figura.

A_s área da sección transversal da armadura de conexión.

d a distancia desde a fibra inferior da lousa ata a posición da armadura de conexión.

h canto da lousa

f_{yd} a resistencia de cálculo do aceiro

$N_{d,sup}$ o valor de cálculo do esforzo normal total na cara superior do forxado.

$N_{d,inf}$ o valor de cálculo do esforzo normal total na cara inferior do forxado.

W o módulo resistente da sección de formigón vertido en obra entre os extremos dos elementos.

μ_0 o coeficiente de fricción no lado inferior da lousa.

μ_b o coeficiente de fricción no lado superior da lousa.

μ_0 e μ_b tomados como:

0,8 para formigón sobre formigón.

0,6 para formigón sobre argamasa.

0,25 para formigón sobre caucho ou neopreno.

0,15 para formigón sobre feltro de fibras.

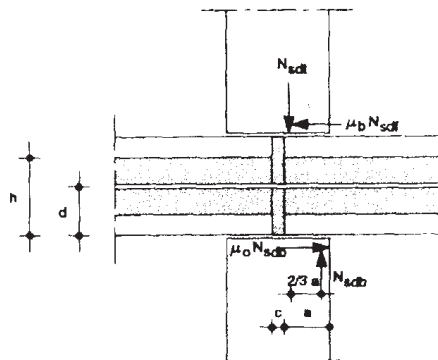


Figura A.4.1 Momentos non desexados por deformación impedida

b) Non é preciso dispoñer armadura para absorber-los momentos debidos á coacción ó xiro se se cumpre:

$$M_{d,f} \leq 0,5 (1,6 - h) f_{ct,d} W_t$$

sendo:

h o canto da lousa, en m.

W_t o módulo resistente da lousa respecto da fibra superior.

Se non se cumpre a condición anterior, os momentos negativos obtidos $M_{d,f}$ deben ser resistidos: na xunta entre lousas opostas, por armadura pasiva aloxada na lousa superior formigonada en obra ou, se esta non existir, na xunta longitudinal entre lousas adxacentes ou en alvéolos macizados; nas seccións de lousa alveolar pretensada poderase ter en conta o efecto da forza de transferencia de pretensado desenvolvida polos arames ou cordóns superiores.

Se na sección situada a medio canto do bordo libre de apoio, o efecto do momento negativo $M_{d,f}$ máis o pretensado, desenvolvido segundo se establece no número 14.2.2.a), provoca traccións maiores que $f_{ct,d}$ na fibra superior da lousa alveolar pretensada, ademais da comprobación con momentos positivos e armaduras inferiores segundo 14.2.2 a) realízase, para a dita sección, outra comprobación adicional, segundo 14.2.2 b) con momento negativo e armadura superior.

Anexo 5

Ensaio de resistencia a esforzo cortante en forxados de viguetas sen armadura transversal

1. Condicións xerais para a aplicación deste anexo.

Co obxecto de comprobar que a resistencia a esforzo cortante dos forxados de viguetas é suficiente para poder aplica-la fórmula que se incorpora no número 14.2.1,

$$V_{u2} = 0,32 b_0 d \sqrt{f_{cd}}$$

deberanse cumprir simultaneamente as condicións seguintes:

- a tipoloxía do forxado está comprendida entre as definidas no número 2 deste anexo,
- os elementos prefabricados (viguetas pretensadas) subministraranse a obra cun certificado de garantía do fabricante, asinado por persoa física, de que o control de produción das pezas subministradas inclúe a realización de ensaios de cortante, conforme o establecido no número 3 do presente anexo, e de acordo co modelo establecido no número 4 del,
- a dirección facultativa poderá esixir-los correspondentes informes dos ensaios relativos ó control de produción realizados durante os dous últimos anos.

No caso de os elementos prefabricados estaren en posesión dun distintivo oficialmente recoñecido, só será necesaria a verificación do cumprimento das alíneas a) e c).

2. Tipoloxías de forxados.

A expresión V_{u2} á que fai referencia este anexo só será aplicable a tipoloxías de forxados constituídos por viguetas pretensadas con cantos totais non superiores a 350 mm e con espesores mínimos de alma da vigueta non superior a 60 mm.

3. Ensaio de cortante.

Os ensaios de cortante realizaranse conforme o establecido nos seguintes números:

3.1 Número de ensaios.

No caso de se empregaren forxados constituídos por dous nervios, realizaranse dous modelos de ensaio, para realizar dous ensaios por modelo, de dous dos cantos utilizados co forxado, todo isto para cada tipo de forxado.

Pódense empregar tamén, como procedemento alternativo, forxados constituídos por nervios illados formados por unha soa vigueta, caso no que se realizarán catro modelos de ensaio, para realizar dous ensaios por modelo, de dous dos cantos utilizados co forxado, todo isto para cada tipo de forxado.

Os dous cantos de forxado que se empregarán nos forxados serán:

- o canto mínimo do forxado, non sendo nunca inferior a 200 mm.
- o canto máximo do forxado, non sendo nunca superior a 350 mm.

3.2. Modelo de ensaio.

O modelo estará constituído por dúas viguetas cun intereixe de 70 cm. Incluirá as pezas de alixeiramento entre as dúas viguetas, que serán de poliestireno expandido ou con molde recuperable que reproduza a xeometría do alixeiramento, así como nos laterais delas, para reproducir dous nervios completos do forxado. As súas coaccións de apoio serán de articulación mediante rótulas, unha fixa e outra deslizante, dispostas baixo os nervios.

Alternativamente poderanse utilizar tamén modelos con forxados constituídos por nervios illados formados por unha soa vigueta nos cales, mediante moldes ou pezas de alixeiramento análogas ás definidas anteriormente, se reproduza adecuadamente a xeometría do alixeiramento.

O dimensionamento do modelo farase para que non sexa crítico o fallo por flexión ou por rasante, permitindo superar amplamente a capacidade a cortante avaliada de acordo coa fórmula a que fai referencia este anexo, todo isto para o esquema de cargas que se establece no seguinte punto.

O forxado estará integrado polos elementos prefabricados, as pezas de alixeiramento e formigón in situ HA-25/B/20/l, sendo o espesor da camada de compresión a menor das definidas nas fichas das autorizacións de uso, e dispoñendo nela malla de lousa superior.

O forxado construírse cimbrado, con distancias entre esteos de acordo coa súa situación real de construción. A entrega dos nervios do forxado, contada a partir do eixe do apoio, será de polo menos 15 cm e tanto a contía de armadura lonxitudinal inferior como a lonxitude de ancoraxe desta armadura serán suficientes para garanti-la estabilidade do apoio sen que se produza fallo de ancoraxe.

3.3 Cargas aplicadas ó modelo.

Aplicarase ó modelo unha carga lineal, transversal ó forxado, que irá tomando valores crecentes, ata se alcanza-la rotura. A carga aplicarase a unha distancia "a" igual ou maior de 3,5 veces o canto do forxado desde o apoio máis próximo. Sobre cada un dos modelos de ensaio realizaranse dous ensaios consecutivos, o segundo deles tras reaxusta-lo apoio en que se producise o fallo, correspondente un a cada apoio.

Alternativamente, poderanse empregar tamén dúas cargas lineais transversais ó forxado dispostas simetricamente respecto do seu eixe de simetría. As cargas aplicaranse a unha distancia "a" igual ou maior de 3,5 veces o canto do forxado desde cada un dos apoios máis próximos.

3.4 Valor do esforzo cortante por nervio rexistrado no ensaio.

O valor do esforzo cortante por nervio rexistrado en ensaio será o deducido de suma-lo correspondente ó peso propio do modelo ensaiado, o peso dos elementos auxiliares de carga e distribución das mesmas e a máxima carga directamente aplicada polo medio que se empregue para a súa reprodución, polo que o sistema de aplicación das cargas que se implemente deberá poder rexistra-la carga máxima alcanzada durante o ensaio.

A rotura dun forxado considerarase alcanzada cando se produza a rotura a cortante dun nervio. Débese sinalar que en cada ensaio dun forxado se obtén o menor valor de dous nervios sometidos á mesma solicitación, polo que para un determinado tipo de forxado se obterá o valor mínimo de 16 valores de esforzo cortante de rotura [dous (2) modelos de ensaio cada un de dous (2) nervios e para dous (2) cantos diferentes, realizándose dous (2) ensaios por modelo].

3.5 Interpretación dos resultados.

Considerarase que o resultado de ensaio é positivo e que, en consecuencia, procede a aplicación ó forxado da fórmula a que fai referencia este anexo para calcula-la súa resistencia de esgotamento a esforzo cortante se o valor mínimo alcanzado en ensaio supera 1,5 veces o valor de cálculo obtido despois da aplicación da citada fórmula.

3.6 Informe dos resultados.

O ensaio quedará documentado nun informe en que se deberá facer constar, polo menos:

- A descrición dos modelos de ensaio e a súa xustificación teórica
- As características dos materiais empregados.
- O proceso de execución dos modelos de ensaio.
- O esquema de armado dos forxados e as súas configuracións xeométricas detalladas.
- O proceso de carga, con indicación dos chanzos de cara establecidos.
- A xustificación dos valores nominais do esforzo cortantes segundo a fórmula a que fai referencia este anexo.
- A xustificación dos valores de esforzo cortante de rotura rexistrados en ensaio.
- A descrición da forma de rotura.
- As conclusións sobre a procedencia de poder adopta-los valores de esforzo cortante de esgotamento que se pretenden para o valor nominal establecido na instrucción EHE, e a gama de cantos para a que isto é aplicable.

4. Certificado de garantía.

O certificado de garantía que acompañará os elementos prefabricados con obxecto de poder aplicarse a fórmula a que fai referencia este anexo, deberá incluír polo menos a seguinte información:

- Identificación completa (nome e apelidos, domicilio e cargo na empresa) da persoa física que asina o certificado de garantía.
- Identificación completa da empresa.
- Tipo e descrición dos elementos que son obxecto do fornecemento.
- Data de fabricación dos elementos que son obxecto do fornecemento.
- Marcas e identificacións dos elementos que son obxecto do fornecemento.
- Manifestación expresa de que se realiza en fábrica un control de produción para o tipo de elementos de que se trate, conforme o presente anexo.
- Declaración expresa do coeficiente de seguridade, respecto ó valor do cortante de cálculo, obtido dos ensaios realizados no control de produción.
- Data de expedición do certificado.
- Sinatura da persoa física que se fai responsable da veracidade dos datos incluídos no certificado de garantía.
- Selo da empresa.

Anexo 6

Ensaio de resistencia a esforzo rasante en forxados sen armadura de cosido

1. Condicións xerais para a aplicación deste anexo.

O campo de aplicación deste anexo son os forxados que, dentro do ámbito desta instrucción, non teñan armadura de cosido e presenten unha imbricación eficaz entre o formigón in situ e o elemento prefabricado (este é o caso, por exemplo, dos forxados constituídos por viguetas pretensadas con alma de rabo de miñato fabricadas con máquina poñedora).

Para poder aplica-lo incremento do 20% da capacidade fronte a esforzo rasante, será necesaro comprobar que é aceptable este incremento mediante a realización dos ensaios específicos, para o que se deberán cumprir simultaneamente as condicións seguintes:

- a) a tipoloxía do forxado deberá cumpri-las condicións impostas no número 2 deste anexo.
- b) os elementos prefabricados subministraranse a obra cun certificado de garantía do fabricante, asinado por persoa física, de que o control de produción das pezas fornecidas inclúe a realización de ensaios de rasante, conforme o establecido no número 3 deste anexo, e de acordo co modelo establecido no seu número 4,

- c) a dirección facultativa poderá esixir os correspondentes informes dos ensaios relativos ó control da produción realizados durante os dous últimos anos.

No caso de os elementos prefabricados estaren en posesión dun distintivo oficialmente recoñecido, só será necesaria a verificación do cumprimento das alíneas a) e c).

Dada a analoxía entre este ensaio e o que se establece para avaliar a resistencia a esforzo cortante recoméndase que, para o caso de viguetas con alma en rabo de miñato fabricadas con máquina poñedora e eficazmente engarzadas co formigón in situ, se programe a realización de ámbolos tipos de ensaio, de cortante e de rasante, nos mesmos modelos.

Cómprese axustar a xeometría do modelo no que ó establecemento do perímetro de rasante concirne, dado que a existencia deste ensaio obriga a seren superiores as resistencias a flexión e a cortante para que se poida provocar a rotura por rasante, ó se-lo fallo de rasante de carácter máis fráxil que os de flexión e de cortante e ter, en consecuencia, que ser cuberto o seu mecanismo de rotura con maior seguridade.

2. Tipoloxías de forxados.

O incremento do 20% da capacidade fronte a esforzo rasante a que fai referencia este anexo só será aplicable a tipoloxías de forxados con cantos totais non superiores a 350 mm.

3. Ensaio de rasante.

Os ensaios de rasante realizaranse conforme o establecido nos seguintes puntos:

3.1. Número de ensaios.

No caso de se empregaren forxados constituídos por dous nervios, realizaranse para cada tipo de forxado dous modelos de ensaio con dous dos cantos utilizados co forxado, e sobre eles efectuaranse dous ensaios por modelo.

Pódense empregar tamén, como procedemento alternativo, forxados constituídos por nervios illados formados por unha soa vigueta, caso no que se realizarán catro modelos de ensaio, para realizar dous ensaios por modelo, de dous dos cantos utilizados co forxado, todo isto para cada tipo de forxado.

Os dous cantos de forxado que se empregarán nos ensaios serán:

- o canto mínimo do forxado, non sendo nunca inferior a 200 mm.
- o canto máximo do forxado, non sendo nunca superior a 350 mm.

3.2. Modelo de ensaio.

O modelo constituído por dúas viguetas cun intereixe de 70 cm, incluírá pezas de alixeiramento entre as dúas viguetas, que serán de poliestireno expandido ou con molde recuperable que reproduza a xeometría do alixeiramento, así como nos laterais delas, para reproducir os dous nervios completos do forxado. O perímetro de rasante que se configure no modelo deberá ser axustado para, no posible, provocar o fallo por rasante despois de terse superado como mínimo 1,5 veces o valor do esforzo cortante do cálculo do forxado. As súas coaccións de apoio serán de articulación mediante rótulas, unha fixa e outra deslizante, disposta baixo os nervios.

Alternativamente, poderanse utilizar tamén modelos con forxados constituídos por nervios illados formados por unha soa vigueta, nos cales, mediante moldes ou pezas de alixeiramento análogas ás definidas anteriormente, se reproduza adecuadamente a xeometría do alixeiramento.

O dimensionamento do modelo farase para que non sexa crítico o fallo por flexión, permitindo superar amplamente a capacidade a cortante, todo isto para o esquema de cargas que se establece no punto 3.3 deste anexo.

O forxado estará integrado polos elementos prefabricados, pezas de alixeiramento e formigón in situ HA-25/B/20/I, sendo o espesor da camada de compresión a menor das definidas nas fichas das autorizacións de uso, e dispoñendo nela a malla de lousa superior.

O forxado construírase cimbrado, con distancias entre esteos de acordo coa súa situación real de construción. A entrega dos nervios do forxado, contada a partir do eixe do apoio, será de polo menos 15 cm, e tanto a contía de armadura lonxitudinal inferior como a lonxitude de ancoraxe desta armadura serán suficientes para garantir a estabilidade do apoio sen que se produza fallo de ancoraxe.

3.3. Cargas aplicadas ó modelo.

Aplicaráselle ó modelo unha carga lineal, transversal ó forxado, que irá tomando valores crecentes, ata se alcanzar a rotura. A carga aplicarase a unha distancia "a" igual ou maior de 3,5 veces o canto do forxado desde o apoio máis próximo. Sobre cada un dos modelos de ensaio realizaranse dous ensaios consecutivos, o segundo deles despois de reaxustar o apoio en que se producise o fallo, correspondendo un a cada apoio.

Alternativamente, poderanse empregar tamén dúas cargas lineais transversais ó forxado, dispostas simetricamente respecto do seu eixe de simetría. As cargas aplicaranse a unha distancia "a" igual ou maior de 3,5 veces o canto do forxado desde cada un dos apoios máis próximos.

3.4 Valor do esforzo rasante por nervio rexistrado no ensaio.

O valor do esforzo rasante por nervio rexistrado en ensaio será o deducido de suma-lo correspondente ó peso propio do modelo ensaiado, o peso dos elementos auxiliares de carga e distribución delas e a máxima carga directamente aplicada polo medio que se empregue para a reprodución dela, polo que o sistema de aplicación das cargas que se implemente deberá poder rexistra-la carga máxima alcanzada durante o ensaio. A rotura dun forxado considerarase alcanzada cando se produza a rotura a cortante ou a rasante dun nervio. Temos que sinalar que en cada ensaio dun forxado se obtén o menor valor de dous nervios sometidos á mesma solicitação, polo que para un determinado tipo de forxado se obterá o valor mínimo de 16 valores de esforzo cortante ou rasante de rotura [dous (2) modelos de ensaio cada un de dous (2) nervios e para dous (2) cantos diferentes, realizándose dous (2) ensaios por modelo].

4. Interpretación de resultados.

Considerarase que o resultado de ensaio é positivo e que, en consecuencia, procede a aplicación ó forxado do incremento do 20% na resistencia a esforzo raante que se contempla no número 14.3, se o valor da tensión rasante alcanzada en ensaio supera 2,0 veces o valor nominal obtido por aplicación da instrucción EHE para un coeficiente $\beta = 0,6$, co valor do perímetro crítico correspondente ó modelo e resistencia do formigón a correspondente ó formigón in situ do modelo ensaiado.

5. Informe dos resultados.

O ensaio quedará documentado nun informe no que se deberá facer constar, polo menos:

- A descrición dos modelos de ensaio e a súa xustificación teórica.
- As características dos materiais empregados.
- O proceso de execución dos modelos de ensaio.
- O esquema de armado dos forxados e as súas configuracións xeométricas detalladas.
- O preceso de carga, conindicación dos chanzos de carga establecidos.
- A xustificación dos valores nominais do esforzo rasante.
- A xustificación dos valores de esforzo rasante ou cortante de rotura rexistrados en ensaio.
- As conclusións sobre a procedencia de poder adopta-los valores de esforzo rasante de esgotamento que se pretenden para o valor nominal establecido na instrucción EHE cun incremento do 20%, e a gama de cantos para a que isto é aplicable.